

Översvämningsshot

Risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmarenen och Vänern

Delbetänkande av Klimat- och sårbarhetsutredningen

Stockholm 2006



STATENS OFFENTLIGA
UTREDNINGAR

SOU 2006:94

SOU och Ds kan köpas från Fritzes kundtjänst. För remissutsändningar av SOU och Ds svarar Fritzes Offentliga Publikationer på uppdrag av Regeringskansliets förvaltningsavdelning.

Beställningsadress:
Fritzes kundtjänst
106 47 Stockholm
Orderfax: 08-690 91 91
Ordertel: 08-690 91 90
E-post: order.fritzes@nj.se
Internet: www.fritzes.se

Svara på remiss. Hur och varför. Statsrådsberedningen, 2003.
– En liten broschyr som underlättar arbetet för den som skall svara på remiss.
Broschyren är gratis och kan laddas ner eller beställas på
<http://www.regeringen.se/remiss>

Tryckt av Edita Sverige AB
Stockholm 2006

ISBN 978-91-38-22646-9
ISSN 0375-250X

Till statsrådet och chefen för Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet

Genom regeringsbeslut den 30 juni 2005 gavs en särskild utredare i uppdrag att kartlägga det svenska samhällets sårbarhet för globala klimatförändringar och de regionala och lokala konsekvenserna av dessa förändringar samt bedöma kostnader för skador som klimatförändringarna kan ge upphov till. Utredaren gavs i uppdrag att senast den 1 juni 2006 presentera en särskild redovisning om översvämningsrisker och avtappningsmöjligheter när det gäller Mälaren, Hjälmaren och Vänern och ytterligare områden där konsekvenserna blir stora vid översvämningar. Genom beslut den 27 april 2006 gavs utredaren förlängd tid till den 1 november 2006 för denna delredovisning.

Som utredare förordnades Bengt Holgersson.

Utredningen har antagit namnet Klimat- och sårbarhetsutredningen.

Den 7 april 2006 förordnades en rådgivande kommitté med experter till utredningen bestående av följande företrädare: Markku Rummukainen, Sveriges Meteorologiska och hydrologiska Institut, Lars Westermarck, Naturvårdsverket, Fredrik Hassel, Krisberedskapsmyndigheten, Staffan Moberg, Försäkringsförbundet, Birgitta Resvik, Svenskt Näringsliv, Elisabeth Söderberg, Statens Räddningsverk, Elvin Ottosson, Statens Geotekniska Institut, Michaela Schulman, Boverket, Andres Muld, Statens Energimyndighet, Ann-Sofie Eriksson, Sveriges kommuner och landsting, Lars-Håkan Jönsson, Länsstyrelsen i Dalarna, Carl-Johan Lidén, Statens Jordbruksverk, Magnus Fridh, Skogsstyrelsen, Åsa Ekman, Socialstyrelsen, Christina Oettinger-Biberg, Miljö- och Samhällsbyggnadsdepartementet, Anna Forsgren, Miljö- och Samhällsbyggnadsdepartementet, Per Brandtell, Försvarsdepartementet, Ulrika Jardefeldt, Näringsdepartementet, Ingela Byfors, Jordbruksdepartementet och Peter Frykblom Finansdepartementet.

Som huvudsekreterare förordnades från den 26 september 2006 Tom Hedlund, som sekreterare förordnades från den 25 oktober 2005 Christina Frost, från den november 2005 Per Rosenqvist och från den 1 augusti 2006 Sofia Ahlroth. Från den 1 juni 2006 förordnades Philip Thörn som biträdande sekreterare.

I sitt arbete har utredningen dessutom använt sig av två expertgrupper med experter från berörda regionala myndigheter och sektorsmyndigheter, näringsliv och andra organisationer.

Utredningen överlämnar härmed sitt delbetänkande *Översvämningshot – åtgärder och risker i Mälaren, Hjälmaren och Väneren* (SOU 2006:94).

Stockholm i november 2006.

Bengt Holgersson

Tom Hedlund
Per Rosenqvist
Sofia Ahlroth
Philip Thörn

Innehåll

Sammanfattning	11
1 Uppdraget	29
1.1 Avgränsningar och utförande.....	30
1.2 Lagstiftning och regelverk.....	31
2 Utgångspunkter, klimatförändringar och översvämningsrisker	35
2.1 Klimatscenarier vi använt	35
2.1.1 Fyra olika scenarier.....	35
2.1.2 Resultat av klimatscenarierna.....	36
2.2 Hydrologiska scenarier baserade på klimatscenarierna	37
2.3 Riktlinjer för dammar – delvis tillämpbara för översvämnningar i stora sjöar.....	39
2.3.1 Flödeskommitténs riktlinjer för dimensionerande flöden.....	39
2.3.2 Begreppen återkomsttid, risk och sannolikhet	40
2.4 Förutsättningar och osäkerheter i bedömningar och beräkningar.....	41
2.4.1 Flöden och nivåer – klimatförändringarnas betydelse.....	41
2.4.2 Osäkra höjddata och översvämningskarteringar	43
2.4.3 Hantering av risk och sannolikhet.....	44
2.5 Behov av forskning och utveckling.....	46
Referenser	47

3	Mälaren och Hjälmarén	49
3.1	Beskrivning av området, verksamheter och tidigare översvämningar.....	49
3.1.1	Mälaren och Hjälmarén – geografi och klimat	49
3.1.2	Mälaren och Hjälmarén – Höjdsystem, reglering och vattendomar	53
3.1.3	Verksamheter som kan beröras av översvämningar i Mälaren och Hjälmarén.....	57
3.1.4	Tidigare översvämningar.....	61
3.1.5	Rik naturmiljö och biologisk mångfald gynnas av vattenståndsvariationer	63
3.2	Översvänningsrisker för Vänern och konsekvenser nu och i framtiden (förutsättningar och metod)	68
3.2.1	Mälaren i ett förändrat klimat	68
3.2.2	Hjälmarén i ett förändrat klimat	74
3.2.3	Översvänningsnivåer som studeras.....	76
3.2.4	Konsekvenser för sjöfart, hamnar, vägar och järnvägar.....	78
3.2.5	Konsekvenser av översvämningar i Mälaren och Hjälmarén – Bebyggelse och offentlig verksamhet.....	82
3.2.6	Påverkan på industrier	87
3.2.7	Konsekvenser för energi-, vatten- och avloppsförsörjning	88
3.2.8	Areella näringar	93
3.2.9	Konsekvenser av låga vattenstånd i Mälaren och Hjälmarén.....	94
3.2.10	Samlade konsekvenser och kostnader för översvämningar och låga vattenstånd i Mälaren och Hjälmarén.....	98
3.3	Myndighetsarbete och samarbete i frågor rörande översvämningar kring Mälaren och Hjälmarén, ansvars- och beredskapsfrågor	110
3.4	Möjliga åtgärder i Mälaren och Hjälmarén	112
3.4.1	Åtgärder uppströms Mälaren och Hjälmarén	112
3.4.2	Invallningar och andra skyddsåtgärder	115
3.4.3	Ändrad vattenregleringsstrategi för Mälaren	118

3.4.4	Ökad avbördningsförmåga från Mälaren och Hjälmaren.....	121
3.4.5	Kostnader för undvikandeåtgärder.....	127
3.5	Samlade bedömningar och överväganden av åtgärder i Mälaren/Hjälmaren.....	132
3.5.1	Kostnadsnyttoanalys för Mälaren och Hjälmaren....	132
3.5.2	Överväganden – Mälaren.....	137
3.5.3	Överväganden – Hjälmaren	144
	Referenser.....	147
4	Vänern	151
4.1	Beskrivning av området, verksamheter och tidigare översvämningar	151
4.1.1	Vänern – del av vårt största älvsystem.....	151
4.1.2	Vänern – reglering och vattendom	155
4.1.3	Göta älv – flöde, vattenkraft, vattentäkt, transportled, ras o skred.....	159
4.1.4	Verksamheter som kan beröras av översvämning, ras och skred	164
4.1.5	Tidigare översvämningar i Vänern och skred i Götaälvdalen	167
4.1.6	Naturmiljön och biologisk mångfald	175
4.2	Översvämningsrisker för Vänern och konsekvenser nu och i framtiden	175
4.2.1	Vänern i ett förändrat klimat	176
4.2.2	Översvämningsnivåer som studeras	184
4.2.3	Konsekvenser av översvämningar i Vänern – Sjöfart, hamnar, vägar och järnvägar.....	187
4.2.4	Konsekvenser av översvämningar i Vänern – Bostäder, offentlig verksamhet och andra byggnader	190
4.2.5	Konsekvenser av översvämningar i Vänern – Industrier och förorenad mark	194
4.2.6	Konsekvenser för energi-, vatten- och avloppsförsörjning	197
4.2.7	Konsekvenser av översvämningar i Vänern – areella näringar	200

4.2.8	Konsekvenser av ras, skred och översvämningar i Göta älv vid ett förändrat klimat.....	202
4.2.9	Konsekvenser av låga vattenstånd i Vänern.....	207
4.2.10	Samlade konsekvenser och kostnader för översvämningar, ras och skred samt av låga vattenstånd i Vänern	211
4.3	Myndighetsarbete och samarbete som rör översvämningar kring Vänern och skred i Göta älv, ansvars- och beredskapsfrågor.....	224
4.4	Möjliga åtgärder inklusive konsekvenser och kostnader	228
4.4.1	Åtgärder uppströms Vänern.....	228
4.4.2	Invallningar och andra skyddsåtgärder för Vänern...	231
4.4.3	Ändrad vattenregleringsstrategi för Vänern.....	235
4.4.4	Ökad avtappning genom Göta älv	239
4.4.5	Ny kanal eller tunnel.....	246
4.4.6	Kostnader för olika åtgärder	255
4.5	Samlade bedömningar och överväganden av åtgärder i Vänern.....	263
4.5.1	Kostnadsnyttoanalys för Vänern	263
4.5.2	Överväganden.....	269
	Referenser	277
5	Ytterligare områden där konsekvenserna kan bli stora vid översvämning	281
5.1	Finns särskilda geografiska områden i landet som ofta är utsatta för översvämningar?.....	281
5.2	I vilka områden blir konsekvenserna av en översvämning stora?	285
5.3	Några specifika områden utöver Mälaren, Vänern och Hjälmarén som riskerar att drabbas hårt	286
5.4	Framtidsscenarioer för översvämningrisker.....	287

6	Förslag till åtgärder, finansiering och konsekvensbedömningar	291
6.1	Förslag till åtgärder	291
6.1.1	Förslag till åtgärder för Mälaren	291
6.1.2	Förslag till åtgärder för Hjälmaren	292
6.1.3	Förslag till åtgärder för Vänern	293
6.2	Behov av ändring av vattendomar	295
6.2.1	Regler för omprövning av vattendomar	295
6.2.2	Ändring av Mälarens och Hjälmarens vattendomar	297
6.2.3	Ändring av Vänerns vattendom	298
6.3	Finansiering av föreslagna åtgärder	299
6.4	Konsekvensbedömningar	302
6.4.1	Statsfinansiella konsekvenser med förslag till finansiering	302
6.4.2	Sociala och ekonomiska konsekvenser för enskilda och näringsliv	303
6.4.3	Miljöpåverkan	304
6.4.4	Övriga konsekvenser	305
	Referenser	306
 Bilagor		
	<i>Bilaga 1</i> Kommittédirektiv	307
	<i>Bilaga 2</i> Känslighetsanalys för skadekostnadsberäkningarna	321
	<i>Bilaga 3</i> Analys av översvämmade byggnadsytor	325
	<i>Bilaga 4</i> Drabbad bebyggelseyta per kommun vid olika översvämningsnivåer	329

Sammanfattning

Uppdraget

Vi har haft i uppdrag att studera översvämningsrisker och avtappningsmöjligheter för Mälaren, Hjälmaren och Vänern och ytterligare områden där konsekvenserna kan bli stora. I uppdraget har ingått att föreslå åtgärder för att komma till rätta med eventuella problem samt att föreslå finansiering för de föreslagna åtgärderna.

Tillvägagångssätt

Vi har i vårt arbete förutsättningslöst studerat konsekvenserna av översvämningar samt olika tänkbara åtgärder för att minska riskerna i Mälaren, Hjälmaren och Vänern. Vi belyser översiktligt förhållandena i landet i övrigt vad gäller översvämningsrisker. Vi har med hjälp av fyra klimatscenarier och hydrologiska beräkningar framtagna av SMHI studerat hur översvämningsriskerna kan förändras i framtiden. En bred analys av sårbarhet för olika samhällsfunktioner har varit en viktig del av vårt arbete. Ett stort antal aktörer har bidragit med underlag.

Klimatförändringar

Klimatscenierna visar entydigt på ett varmare klimat i framtiden men när det gäller nederbörd är skillnaderna större. Samtliga scenarier visar dock på ökad nederbörd i Västsverige med ökande risk för översvämningar i Vänern. För Mälaren och Hjälmaren visar scenarierna inte på några stora förändringar. Torrare somrar kan sänka de lägsta nivåerna, särskilt i Mälaren.

Översvämningskarteringar och höjddata

Vi har studerat översvämningar vid en nivå med återkomsttid på ca 100 år samt en nivå med längre återkomsttid, s.k. dimensionerande nivå. Vi har för att bedöma konsekvenser av översvämningar delvis använt oss av befintliga översvämningskarteringar. Dessa bygger på en rikstäckande höjddatabas, som dock har ett förhållandevis stort medelfel i höjduppgifterna, tillsammans med hydrologiska modeller för de enskilda vattendragen. Vi har kompletterat detta material med nya översiktliga översvämningskarteringar som motsvarar de översvämningsnivåer vi valt att studera samt med mer detaljerade karteringar baserade på bättre höjddata i vissa områden där sådana funnits tillgängliga.

Geografi

Mälarens och Hjälmarens gemensamma tillrinningsområde utgör ca 1/20 del av Sveriges yta. Mälaren avvattnas genom flera utskov som alla är belägna i stadslig miljö. Hjälmaren avvattnas enbart via Eskilstunaån till Mälaren. Ån är delvis kantad av bebyggelse och invallad. Vänerns och Göta älvs samlade avrinningsområde är drygt dubbelt så stort som Mälaren/Hjälmarens. Vänern avvattnas enbart via Göta älv. Älvens stränder är ett av de mest ras- och skredkänsliga områdena i Sverige. Tät bebyggelse finns på flera håll längs älvens lopp. Vissa älvsträckor är förstärkta mot ras och skred men hela älvsträckan är inte karterad med moderna metoder. Erosionen påverkar riskerna för ras och skred. Sjöfart och variationer i flödet till följd av reglering av vattenkraften bidrar till erosionen.

Verksamheter och miljö

Mälaren, Hjälmaren och Vänern är alla viktiga vattentäkter för många människor och råvattenkvalitén är generellt sett god. Göteborg är beroende av vatten från Göta älv och Stockholms vattenförsörjning sker i stor utsträckning med råvatten från Mälaren. Båda regionerna saknar tillräckliga alternativ för längre avbrott i vattenintaget. Stränderna kring Vänern och Mälaren är generellt hårdare exploaterade än Hjälmaren som sänktes med drygt en meter i slutet av 1800-talet. Stora arealer jordbruksmark finns runt alla sjöar, andelen är störst kring Hjälmaren. Skogsmark dominerar

dock totalt sett. Infrastrukturen runt sjöarna är väl utbyggd och särskilt vid Vänern och Mälaren finns både vägar och järnvägar i sjöns omedelbara närhet. Sjöfarten är betydande på Mälaren och Vänern. Förorenade markområden finns på många platser runt sjöarna, dels vid befintlig industriverksamhet men också på nerlagd industrimark. Yrkesfiske bedrivs i alla sjöarna och de används flitigt för fritidsaktiviteter och rekreation och turism. Naturvärdena är höga med många reservat och Natura 2000-områden.

Tidigare översvämningar

Vattendomar, som härstammar från tidigt 1900-tal, reglerar avtappningen från sjöarna. Tidigare översvämningar har skapat betydande problem runt sjöarna. Vid Väterns översvämning 2000–2001 tog länsstyrelsen över regleringsansvaret för sjön och beordrade tappning utöver gällande vattendom. Ändå blev skadorna omfattande runt sjön med skador på bl.a. vägar, vatten och avloppsledningar och i jordbruket. Sammantaget uppgick skadorna till flera hundra miljoner kronor. Även i Mälaren och Hjälmaren var situationen år 2000 på senhösten hårt ansträngd, men skadorna blev inte så omfattande som vid Vätern. Det var dock t.ex. bara centimetrar från att tunnelbanestationen i Gamla Stan i Stockholm skulle ha översvämmats. Kraftiga västvindar under denna period skulle ha förvärrat situationen i Stockholm dramatiskt.

Höjdsystem och nivåer vi använt oss av

Vi har för Mälaren och Hjälmaren använt rikets höjdsystem för år 1900 (RH00). För Vätern har vi använt höjdsystemet RH70. Vi har för Vätern studerat en översvämningsnivå med ca 100 års återkomsttid "100-årsnivå" på +46,5 m och en dimensionerande nivå på +47,4 m. För Mälaren har vi använt oss av hundraårsnivån +1,30 m och dimensionerande nivån + 2,30 m. För Hjälmaren har vi använt oss av en hundraårsnivå på +22,90 m och en dimensionerande nivå på +23,70 m. Dessa nivåer baseras i stort på SMHI:s bedömningar om 100-års- respektive dimensionerande nivåer i dagens klimat, dock har vi för den dimensionerande nivån i Vätern utgått från den genomsnittliga ökning av de högsta nivåerna som de fyra klimatscenarierna vi studerat resulterar i. Nivåerna inklu-

derar den snedställning av sjöytan som kraftig vind kan ge under en kortare tid. Denna effekt bedöms uppgå till 0,3 m för Mälaren och 0,6 m för Vänern. Ingen generell hänsyn har däremot kunnat tas till den vågpåverkan som lokalt kan vara stor och ge ytterligare skador. Valet av 100-årsnivå har för Vänern delvis påverkats av tillgängliga konsekvensbedömningar. Det bör betonas att 100-årsnivån för Vänern kommer att förändras med ett förändrat klimat. Enligt nya beräkningar från SMHI kommer den 100-årsnivå vi studerat ha en återkomsttid på ca 20 år i slutet av detta århundrade.

Konsekvenser vid översvämning av Mälaren

Konsekvenserna av en hundraårsnivå i Mälaren är betydande. Bebyggelse, industrier och jordbruk skulle drabbas förhållandevis hårt.

- Totalt bedöms en byggnadsyta om 360 000 m² bostäder, kontor och service översvämmas medan 480 000 m² övrig bebyggelse inklusive industribyggnader drabbas.
- Avloppsneten skulle påverkas i betydande omfattning.
- I centrala Stockholm finns risk för att bl.a. Riddarholms-tunneln för all järnvägstrafik söderut ("getingmidjan") och delar av vägar vid Tegelbacken och i Gamla stan översvämmas.
- Systemet med försörjningstunnlar under Stockholm för vatten, el, tele och fjärrvärme kan också drabbas.
- Vissa industrier och förorenad mark, liksom betydande områden jordbruksmark och skogsmark, skulle sättas under vatten.
- Risken för läckage av föroreningar är påtaglig vilket skulle kunna påverka vattenkvalitén och vattenförsörjningen.
- Flera järnvägs- och vägavsnitt skulle sättas under vatten.
- Sjöfarten skulle sannolikt kunna upprätthållas medan fisket skulle få problem.

Sammantaget bedömer vi att kostnaderna skulle uppgå till minst 4 miljarder kronor men då ingår inte alla kostnader, framför allt finns inte de indirekta kostnaderna för avbrott i kommunikationer, handel mm med.

Vid en dimensionerande nivå skulle skadorna förvärras betydligt.

- Fler industrier, större arealer av bebyggelse, jordbruksmark och skogsmark sätts under vatten

Flera av rikets centrala funktioner i Stockholm riskerar att slås ut.

- Järnvägstrafiken genom centrala Stockholm liksom tunnelbanetrafiken stoppas helt.
- Busstrafiken till Nacka/Värmdö kan inte bedrivas från sin nuvarande plats vid Slussen.
- Elförsörjningen, liksom avloppsnätet för delar av centrala staden slås ut.
- Systemet med försörjningstunnlar under staden vattenfylls sannolikt vilket kan riskera driften av bl.a. de finansiella systemen i centrala Stockholm.
- Föreningar i Mälaren kan utsätta vattenförsörjningen för hela Stockholmsområdet för utomordentligt svåra påfrestningar.

Sammantaget bedömer vi att kostnaderna skulle uppgå till minst 7 miljarder kronor vid en dimensionerande nivå, men många kostnader som sannolikt är mycket stora ingår då inte. T.ex. ingår inte kostnaderna för inskränkningar eller stopp i tunnelbana, tåg, buss och biltrafik i centrala Stockholm.

Konsekvenser vid översvämning av Hjälmarén

Vid en hundraårsnivå i Hjälmarén skulle skadorna vara relativt begränsade. Stora arealer jordbruksmark skulle sannolikt läggas under vatten då det är osäkert om befintliga invallningar skulle hålla. Några vägar skulle också vara i farozonen liksom färjeläget för färjan till Hjälmaréns största ö Vinön. Fisket och dess infrastruktur skulle också påverkas. Bebyggelsen skulle kunna drabbas i ganska stor omfattning men invallningar, både av äldre datum och nyuppförda skyddar sannolikt en del av denna. Vissa avloppsnät skulle kunna påverkas. Även här finns en risk för läckage av föroreningar vilket skulle kunna påverka vattenkvaliteten i sjön och vattenförsörjningen. Sammantaget bedömer vi att kostnaderna skulle

uppgå till minst 0,6 miljarder kronor, men då ingår inte alla kostnader.

Vid en dimensionerande nivå ökar problemen kring Hjälmaren då fler vägar, mer jordbruksmark och skogsmark samt ytterligare bebyggelse drabbas. Avloppssystemen drabbas sannolikt hårdare med mer bräddning av avlopp och betydande påverkan på vattenkvaliteten i sjön. Sammantaget bedöms kostnaderna vid denna nivå uppgå till 1,8 miljarder kronor.

Konsekvenser vid översvämning av Vänern och Göta älv

Redan vid dagens 100-årsnivå drabbas bebyggelsen, infrastrukturen och de areella näringarna kring Vänern hårt.

- Totalt bedöms ca 1,2 miljoner m² byggnadsyta i bostäder, kontor och service sättas under vatten och ca 1,5 miljoner m² övrig bebyggelse.
- Karlstad och Lidköping är de städer där de största konsekvenserna kan väntas.
- Järnvägar och vägar får stängas av och stora arealer jordbruksmark och skogsmark sätts under vatten.
- Sjöfarten till Vänern, liksom fisket, måste inställas.
- Stora basindustrier, liksom många små drabbas i varierande omfattning, antingen direkt av översvämningar, eller på grund av avbrott i transporterna.
- Vattenförsörjningen kan sannolikt klaras på de flesta håll under förutsättning att råvattenkvaliteten inte försämrats för mycket av utläckage från förorenade områden, industrier och jordbruksmark.
- Elförsörjningen kan påverkas lokalt.

Sammantaget bedömer vi att kostnaderna skulle uppgå till minst 10,5 miljarder kronor men då ingår inte alla konsekvenser.

Vid en dimensionerande nivå ökar påfrestningarna ytterligare.

- Transportsystemet runt sjön kan då förväntas vara svårt påverkat med bara begränsad järnvägstrafik på några sträckor.
- Många vägar, även riks- och Europavägar översvämmas.

- Stora områden i centrala Karlstad och andra städer och samhällen runt sjön översvämmas.
- De flesta avloppsreningsverk och avloppsnät kommer att vara svårt påverkade eller översvämmade.
- Ännu fler förorenade markområden kommer att vara översvämmade och riskerna för allvarlig påverkan på vattenkvaliteten i sjön och därmed problemen med vattenförsörjningen ökar.
- Elförsörjningen kan slås ut över större områden och flera värmeverk kan också påverkas.

Sammantaget bedömer vi att kostnaderna skulle uppgå till minst 22 miljarder kronor men då ingår inte alla kostnader, t.ex. ingår endast delar av effekterna av stopp för och omledningar av vägtrafiken medan många andra sekundära effekter av de svåra påfrestningarna på transportapparaten inte är medräknade. Höga flöden i Göta älv kan påverka framför allt de partier i älvens nedre del som är låglänta. Både bebyggelse, industrier och jordbruksmark är i farozonen. Göteborgsregionens vattenförsörjning som i stor utsträckning kommer från Göta älv kan också påverkas. Riskerna för ras och skred är emellertid kanske de allvarligaste. Högre flöden i älven kan förväntas i ett framtida klimat och det ökar skredriskerna.

Låga vattenstånd

Vid de lägsta vattenstånden kan vissa problem också uppstå. Sjöfarten får problem i Väneren och Mälaren och fisket påverkas. I Mälaren, vars yta vid normalvattenstånd bara ligger några dm över havsytan, finns också risk för saltvatteninträngning. Saltvatten har vid enstaka tillfällen trängt så långt in att det påverkat vattenverken. Liknande problem finns med vattenförsörjningen för Göteborgsregionen när flödet är lågt i Göta älv, men andra störningar främst mikrobiella är viktigare. Enligt de klimatscenarier vi studerat förväntas de låga vattenstånden bli vanligare och de lägsta nivåerna kan också bli lägre, främst i Mälaren.

Övriga områden där konsekvenserna kan bli stora

Översvämningar kan i princip drabba alla landsdelar. Södra Sveriges kuster är utsatta för stranderosion och med en framtida höjd havsnivå kan problemen där accentueras eftersom landhöjningen inte kompenserar för ett högre havsvattenstånd på samma sätt som i norra Sverige. Lokalt kan betydande konsekvenser av översvämningar uppstå även längs små vattendrag. En större utbredning får dock översvämningar i stora vattendrag. När det dessutom finns mycket bebyggelse och/eller infrastruktur i ett område uppstår de största ekonomiska skadorna. Vi bedömer att Vansbro, Mora och Falun längs Dalälven, Kristianstad och Skanör-Falsterbo i Skåne är några av de samhällen där framtida översvämningar kan få stora konsekvenser. De klimatscenarier vi studerat tyder på att översvämningensriskerna till följd av snösmältning eller nederbörd ökar i delar av Sverige, främst i väster medan de tycks minska något i delar av östra Sverige.

Möjliga åtgärder i Mälaren och Hjälmaren

Vattenmagasinen uppströms Mälaren är, bortsett från Hjälmaren, relativt små i förhållande till sjöns storlek. Hjälmaren och Eskilstunaån står dock bara för ca 20 % av tillrinningen. Genom att höja dammkrön uppströms eller hålla lägre fyllnadsnivå i magasinen skulle man teoretiskt kunna minska översvämningensriskerna i Mälaren. Med rimliga insatser blir dock effekten helt marginell, samtidigt som konsekvenserna uppströms kan bli stora.

Invallningar av känsliga objekt eller verksamheter är en annan möjlighet. För Mälarens del skulle det bli fråga om mycket omfattande invallningar om man ska skydda bebyggelse, vägar och järnvägar m.m. mot översvämningar. Invallningar skulle också påverka stadsmiljön i stor uträkning i bl.a. Västerås och centrala Stockholm. Kostnaderna skulle uppgå till flera miljarder kronor. I Hjälmaren är behovet av invallningar mindre.

Genom att öka avtappningen från sjöarna tidigare kan de högsta vattenstånden sänkas. För Mälarens del bedöms en ändrad tappningsstrategi kunna sänka de högsta vattenstånden med en knapp dm utan att även de lägsta vattenstånden påverkas. Vid större förändringar sänks de låga vattenstånden betydligt. För att upprätt-

hålla sjöfart vid en sänkning av de låga vattenstånden med två dm bedöms muddringar till en kostnad av 1,5 miljarder vara nödvändig.

Medan möjligheterna att avbörda mer vatten från Hjälmaran via Eskilstunaån är begränsade finns stora möjligheter att öka avtappningskapaciteten från Mälaren. Av praktiska och kulturmiljöskäl är möjligheterna begränsade att öka avtappningen via Norrström. Vid en ombyggnad av Slussen finns möjlighet att öka avtappningskapaciteten till minst ca 1000 m³/s till en kostnad av ca 500 miljoner kronor. Byggtiden för den nya slussen beräknas vara upp till 15 år. Tappningskapaciteten skulle kunna ökas något i Hammarby Sluss vid Skanstull till begränsade kostnader medan möjligheter finns att öka tappningen i Södertälje sluss är större med upp till 300 m³/s större tappning. En ombyggnad av Södertälje sluss och utbyggda erosionsskydd i kanalen kan vara klart år 2008–2010. Merkostnaden för att öka avtappningskapaciteten bedöms vara ca 150 miljoner kronor. Om både Söderström-Slussen och Södertälje Sluss byggs ut för ökad avtappning bedöms de högsta vattenstånden i Mälaren kunna sänkas med drygt en meter.

Möjliga åtgärder i Vänern

Genom att höja dammkrönen på de 50 största magasinerna uppströms med 1 meter skulle ny magasinvolym motsvarande knappt två decimeter på Vänerns yta kunna skapas. Konsekvenserna för många samhällen uppströms om dessa magasin togs i anspråk skulle dock bli stora och kostnaderna för åtgärden skulle uppgå till minst 1 miljard kronor. Dessutom skulle ett stort antal vattendomar behöva prövas om. Att istället sänka vattenståndet permanent i sjösystemen uppströms ger en lägre investeringskostnad men betydande förluster i vattenkraftsproduktionen och stora konsekvenser för nyttjandet av sjöarna.

För att skydda bebyggelse, industrier, vägar och järnvägar mm mot höga nivåer i Vänern skulle mycket omfattande invallningar och andra åtgärder krävas. Kostnaderna för åtgärderna skulle uppgå till mångmiljardbelopp men risken för svåröverskådliga konsekvenser vid utloppet och nedströms i Göta älv skulle kvarstå.

Genom att ändra vattenregleringsstrategin inom ramen för gällande vattendom kan betydande minskningar av de högsta vattenstånden i Vänern åstadkommas. En generell sänkning av dämningsskyddet med 3 dm skulle ge en sänkning även av de lägsta

vattenstånden med behov av muddring, ombyggnad av slussar mm för att kunna upprätthålla Vänersjöfarten. Enbart kostnaderna för muddringar skulle uppgå till ca 120 miljoner kronor. Om man istället ändrar tappningsstrategin så att maximal tillåten tappning inleds vid nivåer kring och strax över medelvattenstånd bedöms de högsta vattenstånden kunna minskas med upp till ca 40 cm. De lägsta vattenstånden skulle enligt SMHI:s beräkningar inte bli lägre, medan antalet dagar med vattenstånd kring nivån där sjöfart börjar bli problematisk blir fler. Vissa muddringsarbeten, dock i betydligt mindre omfattning, skulle sannolikt bli nödvändiga. Med en sådan strategi minskar vattenkraftsproduktionen något, Vattenfall bedömer de årliga förlusterna till 3 miljoner kronor.

Ökad avtappning av vatten via Göta älv med 400 m³/s är möjligt från ras- och skredsypunkt förutsatt att älvsidorna förstärks. Sådana förstärkningar kan bli mycket kostsamma och bedöms av Statens Geotekniska Institut (SGI) kosta mellan 1 och 6 miljarder kronor. En del av dessa förstärkningar bedöms dock av SGI ändå behövas i ett förändrat klimat med mer frekventa höga flöden. Det saknas idag heltäckande kunskap om ras och skredriskerna och erosionen i Göta älv. En heltäckande kartering bedöms av SGI kosta 90–160 miljoner kronor och tar flera år.

Det är ur geoteknisk synvinkel möjligt att med konventionell teknik bygga en avtappningstunnel från Vänern till Västerhavet. Tre olika alternativ har studerats med tunnelmynning norr om Vänersborg och utflöde i Gullmarn, Byfjorden väster om Uddevalla eller Havstens fjord längre söderut. Samtliga sträckningar domineras av Bohusländskt urberg men sprickzoner förekommer. Kostnaderna för en tunnel som kan avbörda max 400 m³/s bedöms uppgå till 3,5–4,6 miljarder kronor. Mer ingående geotekniska analyser behövs för att mer exakt bestämma en eventuell tunnelsträckning och ge mer exakta uppskattningar av byggkostnaderna. Hur havsmiljön påverkas av ett stort utsläpp av sötvatten är oklart. Byggtiden för en tunnel bedöms vara minst 5–7,5 år. Ett alternativ till tunnel som översiktligt studerats är en kanal för sjötrafik från Vänern till Uddevalla. En sådan skulle dock kräva mycket stora ingrepp både i centrala Uddevalla och i naturmiljön med påverkan på flera naturreservat.

Kostnadsbedömningar

Vi har i utredningen uppskattat kostnaderna för skador vid en översvämning baserat till en del på uppgifter från länsstyrelser, kommuner, myndigheter och näringsliv. Vi har dessutom beräknat hur stor byggnadsyta som översvämmas och genom schabloner från försäkringsbranschen fått en totalkostnad. Våra uppskattningar är inte fullständiga. Vi saknar en del viktiga områden och vi har inte kunnat få fram på siffror på kostnaden för många av de indirekta effekterna, stopp för handel, driftavbrott på grund av avbrutna kommunikationer, el- och vattenförsörjning etc. I bl.a. Stockholms innerstad kan dessa kostnader vara helt överskuggande. De uppskattningar av skadekostnaderna som presenteras här är därför att betrakta som miniminivåer.

Våra beräkningar ger direkta kostnader för översvämningar vid Mälaren på minst 4 miljarder kronor för en 100-årsnivå och minst 7,4 miljarder kronor för en dimensionerande nivå. För Hjälmaren är motsvarande siffror, 0,6 och 1,9 miljarder kronor. Skadekostnaderna för Vänern är högre, 10,5 miljarder kronor för en 100-årsnivå idag respektive drygt 22 miljarder kronor för en dimensionerande nivå. Då bör noteras att dagens 100-årsnivå i Vänern successivt kommer att bli vanligare i takt med ett förändrat klimat, så att den mot slutet av seklet har en återkomsttid på endast ca 20 år. Vid jämförelsen med skadekostnaderna har det underlag vi kunnat få fram inte medgett några beräkningar av de marginella kostnaderna för olika åtgärdssteg.

De beräknade kostnaderna för att genom ökad utskovskapacitet i Söderström-Slussen och Södertälje sluss minska de högsta nivåerna med ungefär en meter uppgår till ca 650 miljoner kronor. Den samhällsekonomiska bedömningen visar att denna investering är samhällsekonomiskt lönsam.

Vi har också beräknat den samhällsekonomiska lönsamheten för de långsiktiga åtgärder som vi ser som alternativ i Vänern, förstärkningsåtgärder i Göta älv och en tunnel till Västerhavet. Kostnaderna för att förstärka Göta älv mot ras och skred vid nuvarande maxflöde i ett förändrat klimat, uppskattas till någonstans mellan 0,8 och 5 miljarder kronor. Vid en ökning av maxflödet till 1 400 m³/s tillkommer kostnader på 0,6–2,1 miljarder kronor. De extra åtgärderna för att kunna öka flödet genom älven är samhällsekonomiskt lönsamma med god marginal. Dessa åtgärder förutsätter dock att de nödvändiga förstärkningsåtgärderna för

dagens maxflöde genomförts. Om man låter utbyggnaden av max-tappningen bära även kostnaderna för de åtgärder som är nödvändiga vid det lägre flödet blir åtgärden sannolikt ändå samhälls-ekonomiskt lönsam.

Kostnaderna för en tunnel har uppskattats till 3,5–4,5 miljarder kronor. Även denna åtgärd är samhällsekonomiskt lönsam med viss marginal.

Våra överväganden

Riskerna för översvämningar med allvarliga konsekvenser är stora. Vid höga nivåer i Vänern står man inför ett svårt dilemma. En ökande vattennivå ger stora konsekvenser runt hela sjön med mycket omfattande materiella skador, samtidigt som en ökad avtappning genom Göta älv ökar riskerna för ett storskred med risk för människoliv och även i detta fall stora materiella skador, om inte omfattande skredförebyggande åtgärder vidtas. I Mälaren hotas vid en översvämning vitala samhällsfunktioner i Stockholms innerstad. Runt Mälaren skulle en översvämning ge stora materiella skador.

Det är därför enligt vår uppfattning uppenbart att kraftfulla åtgärder för att minska riskerna krävs. I Vänern ökar riskerna med ett ändrat klimat. I Mälaren tycks inte riskerna enligt de klimatscenarier vi utgått från öka, men de är enligt vår bedömning oacceptabelt höga idag.

Möjligheterna att snabbt minska riskerna i Mälaren är begränsade. Vi bedömer dock att en rejäl ökning av avtappningskapaciteten (motsvarande drygt 1 m på de högsta vattenstånden) bör komma till stånd så snart som möjligt, då andra åtgärder för att minska översvämningsriskerna antingen inte ger tillräcklig effekt eller är dyrare. En rejält tilltagen avtappningskapacitet möjliggör också att man generellt kan hålla en högre vattennivå i sjön och tillåta större variationer i vattenstånd, något som gynnar naturmiljön och den biologiska mångfalden. Avtappningskapaciteten bör ökas i samband med ombyggnaden av Söderström-Slussen. Ombyggnaderna i Söderström-Slussen bedöms ta upp till ca 15 år och avtappningskapaciteten bör, med hänsyn till riskerna i dagsläget, även byggas ut i Södertälje vilket kan göras inom 2–4 år.

För Hjälmarén är möjligheterna att öka avtappningen begränsade men skadebilden vid översvämningar är inte heller lika allvarlig som

för Mälaren. Skyddet från befintliga invallningar bör förstärkas och ett första steg är att utreda deras status. Möjligheterna att öka avtappningen genom gamla Hjälmarens kanal bör också studeras vidare.

Att snabbt öka avtappningskapaciteten från Vänern är inte möjligt. Vidare utredningar om möjligheterna att tappa av mer via Göta älv behövs. Samtidigt bör fortsatta förstudier för byggandet av en avtappningstunnel genomföras inklusive studier av påverkan på den marina miljön. Möjligheterna att med andra åtgärder sänka de högsta vattenstånden i Vänern utan stora negativa konsekvenser är små. Dock bör en ändrad tappningsstrategi snabbt genomföras vilket kan sänka de högsta vattenstånden med upp till 40 cm. Eventuella negativa effekter på naturmiljön på grund av minskad vattenamplitud bör noga följas upp.

Våra förslag

För alla tre sjöarna gäller att nybyggnation bör undvikas under den dimensionerande nivån. Vissa undantag kan göras men under 100-årsnivån bör enbart enkla byggnader som uthus m.m. tillåtas. Detta bör åstadkommas genom att kommunerna i sitt ordinarie planarbete beaktar risken för översvämning till dessa nivåer.

Beredskapen bör höjas kring översvämningsspörsmålen hos kommuner och verksamhetsutövare genom att förstärka samarbetet mellan berörda kommuner, länsstyrelserna, berörda myndigheter och verksamhetsutövare kring Vänern, Mälaren och Hjälmarens.

Utredningen återkommer i slutbetänkandet i frågan om statliga medel för åtgärder för att lindra och förebygga effekter av klimatförändringarna.

Åtgärder för Mälaren

Öka avtappningskapaciteten från Mälaren till ca 1 800 m³/s:

- Bygg ny avtappningskapacitet för ca 700 m³/s vid Söderström (Slussen) i samband med ombyggnation av Slussenområdet så att totala avtappningskapaciteten där når ca 1 000 m³/s. Förstärk vid behov kajer i området för att undvika erosion.

- Anpassa slussen i Södertälje för utökad tappningskapacitet med ca 300 m³/s så att totala avtappningskapaciteten når ca 350 m³/s och erosionsskydda Södertälje kanal.
- SMHI ges i uppdrag att i samarbete med berörda intressenter undersöka möjligheten att ytterligare täta luckor, utskov och markpartier där vatten från Mälaren strömmar ut för att undvika låga vattenstånd.
- Länsstyrelsen i Stockholms län ges i uppdrag att kartlägga riskerna för översvämningsskador på centrala funktioner i systemet med trafik- och försörjningstunnlar under Stockholm samt att upprätta en plan för höjd säkerhet i dessa system.

Åtgärder för Hjälmarén

- Skydda bebyggelse mm mot höga vattenstånd.
 - o Valla in tätare bebyggelse som finns under hundraårsnivån +22,90 m permanent med säkerhet mot dimensionerande nivå. Berörda kommuner bör ta ansvaret för att denna typ av åtgärder genomförs.
 - o Valla in eller höj utsatta vägar och åtgärda färjeläget för Vinöfärjan. Berörda trafikverk ges i uppdrag att höja säkerheten.
- Länsstyrelserna i Västmanlands och Örebro län ges i uppdrag att i samarbete med lantbrukets organisationer kartera jordbrukets invallningsföretag och identifiera möjligheterna till och behoven av höjningar och förstärkningar för att skydda jordbruksmark och andra objekt. Vidare bör möjligheterna att tappa vatten genom gamla Hjälmarén kanal studeras.

Åtgärder för Vänerén

- Minska vattenhållningen så att de högsta vattenstånden kan sänkas med minst ca 0,4 m. Detta bör åstadkommas genom en frivillig överenskommelse mellan Staten och Vattenfall AB om att öka tappningen från sjön vid lägre nivåer än vad som sker idag.

- Räddningsverket bör ges ett sammanhållande ansvar för fortsatta utredningar kring avtappningsmöjligheterna från Vänern. Inom ramen för detta arbete bör:
 - o SGI ges i uppdrag att genomföra fortsatta utredningar kring hur maximal avtappning genom Göta älv kan ökas och vilka erosions- och skredförebyggande åtgärder som i så fall behövs.
 - o SGU ges i uppdrag att mer ingående studera de geologiska förutsättningarna för en tunnel.
 - o Länsstyrelsen i Västra Götaland ges i uppdrag att i samarbete med Fiskeriverket och Naturvårdsverket noggrannare studera möjliga effekter på den marina miljön vid olika möjliga tunnelutlopp. Länsstyrelserna i Värmland och Västra Götaland bör dessutom ges i uppdrag att noga följa utvecklingen i naturmiljön till följd av mindre vattenståndsvariationer i Vänern.
 - o SMHI ges i uppdrag att i samarbete med Lantmäteriverket och Vattenfall belysa översvämningsriskerna längs Göta älvs nedre lopp i ett framtida klimat och möjligheterna till ökad avtappning utan risk för stora översvämningskadorna i området.
 - o STEM ges i uppdrag att i samarbete med SMHI och Vattenfall AB studera möjligheterna till vattenkraftsproduktion i en avtappningstunnel.

På sikt anser vi att det blir nödvändigt att öka tappningsmöjligheterna med minst 400 m³/s. Baserat på de utredningar vi föreslår ovan och Räddningsverkets kommande förslag bör beslut fattas om en långsiktig lösning där avtappningsmöjligheterna ökas. Detta kan ske antingen genom att en avtappningstunnel byggs eller genom att större tappning möjliggörs i Göta älv genom ytterligare förstärkningar av älvsidorna, erosionsskydd mm. Ett sådant beslut bör också baseras på utvecklad kunskap om klimatförändringarna. För alla öknings av avtappningsmöjligheterna behöver vattendomen för Vänern prövas om.

Finansiering

Föreslagna utredningar bör kunna utföras av berörda myndigheter inom ordinarie budget. Omfördelningar inom respektive utgiftsområde kan dock bli nödvändiga. SGI:s utredning bör inledas snarast genom att myndigheten ges en tillfällig förstärkning i avvaktan på den bredare översyn av finansieringen av förebyggande åtgärder vi kommer att göra i vårt slutbetänkande.

Ombyggnaden av Södertälje sluss finansieras av Sjöfartsverket. Utökandet av utskovskapaciteten vid Slussen i Söderström bör ske i samband med den planerade ombyggnaden. Nyttan av att minska översvämningsriskerna tillfaller flera kommuner kring Mälaren, inte minst Stockholms Stad men även riksintressen, bl.a. järnvägstrafiken på nationell nivå, viktiga vägar och sjöfarten. Det är rimligt att staten bidrar till kostnaden för det ökade utskovet. Stockholms Stad, liksom Sjöfartsverket, bör kunna stå för en betydande del av de merkostnader som den extra avtappningskapaciteten i Söderström-Slussen respektive Södertälje sluss innebär. Räddningsverkets förebyggande medel bör dock även kunna utnyttjas. Utredningen återkommer i sitt slutbetänkande till frågan om dessa medel.

Kostnaderna för de åtgärder som föreslås vid Hjälmaran består främst i kostnader för utredningar och kostnader för skyddsåtgärder såsom invallningar m.m. för skydd mot översvämningar. Kostnaderna för invallningar bör bäras av respektive verksamhetsutövare.

Konsekvenser

De statsfinansiella konsekvenserna består således i en eventuell ökning av anslaget för förebyggande åtgärder. Hur stor denna ökning skulle behöva vara och hur den i så fall skulle finansieras kommer utredningen behandla i slutbetänkandet, i samband med den totala bedömningen av effekterna av klimatförändringarna.

Förslaget att ändra tappningsstrategin för att minska risken för översvämningar i Vänern bedöms inte ha några betydande negativa konsekvenser för berörda aktörer. I och med att de lägsta vattennivåerna inte påverkas mer än marginellt så påverkas sjöfarten bara i mycket begränsad utsträckning. Minskade vattenstandsfluktuationer kan öka vasstillväxt och inverka negativt på den biologiska

mångfalden. Enskilda samt vissa näringsidkare vid stränderna kan i viss mån påverkas av miljökonsekvenserna av minskade vattenståndfluktuationer. Elproduktionen i Vattenfall AB:s anläggningar i Göta älv påverkas marginellt och kostnaderna bedöms vara små.

Åtgärderna för att öka avtappningskapaciteten från Mälaren bedöms inte ha några påtagliga negativa konsekvenser. Ett ökat utskov genom Söderström kan möjligen öka erosionen vid kajerna i området kring slussen. I Mälaren kan större avtappningskapacitet möjliggöra ökad fluktuation av vattenståndet. Detta hämmar vass-tillväxt och igenväxning samt gynnar den biologiska mångfalden.

Utredningen förordar restriktioner för byggande under översvämningshotade nivåer. Detta påverkar de som har intresse av att bygga inom dessa områden, liksom kommuners samhällsplanering för sjönära områden. De föreslagna restriktionerna är dock en nödvändig anpassning till de översvämningsrisker som finns och klimatförändringarna. Syftet med restriktionerna är att skydda boende och näringsidkare.

1 Uppdraget

Naturkatastrofer i form av översvämningar skördar varje år många dödsoffer och förstör egendom för mycket stora belopp. I Sverige har vi varit förhållandevis förskonade från översvämningar med mycket stora konsekvenser. Översvämningarna i Glafs fjorden och Vänern 2000/2001, liksom ett antal andra översvämningar på senare år, hade dock allvarliga konsekvenser. Översvämningar kommer med säkerhet att inträffa igen på flera platser i vårt land oavsett de pågående klimatförändringarna. Hur stora konsekvenserna av översvämningar blir beror dels på var de inträffar men också på hur väl vi har förberett oss. De allvarligaste konsekvenserna av översvämningar kan i de flesta fall förebyggas om man planerar för de värsta tänkbara flödena. Ett systemtänkande är nödvändigt. En avvägning bör därvid göras mellan behovet av att vidta förebyggande åtgärder och att reparera efter översvämning. Konsekvenserna av översvämningar i några av våra största sjöar som Mälaren, Vänern och Hjälmaren kan bli mycket omfattande eftersom det är så stora områden som påverkas vid en översvämning och eftersom många låglänta strandpartier utnyttjas för bebyggelse, industrier och annan verksamhet. Vi har i denna utredning försökt beskriva vilka konsekvenserna kan bli och lämnar också ett antal förslag på hur de kan minskas.

Utredningsdirektiven

Vi har enligt utredningsdirektiven till uppgift att redovisa översvämningens risker och avtappningsmöjligheter när det gäller Mälaren, Hjälmaren och Vänern och ytterligare områden där konsekvenserna kan bli stora vid översvämningar. I uppdraget har ingått att föreslå åtgärder för att komma tillrätta med eventuella problem samt att föreslå finansiering för de föreslagna åtgärderna.

1.1 Avgränsningar och utförande

Vilka områden har utredningen belyst och på vilket sätt?

Vi belyser utförligt förhållandena i Vänern inklusive Göta älv. Såväl direkta översvämningsrisker kring Vänern som problem som kan uppstå nedströms i Göta älv dalen, bl.a. ras och skred beskrivs tämligen ingående. I vårt arbete med Vänern har vi förutsättningslöst strävat efter att identifiera alla olika åtgärder, såväl uppströms och nedströms som i själva Vänern, som kan bidra till att minska översvämningsriskerna och konsekvenserna av översvämningar. Likaså redogör vi relativt detaljerat för förhållandena i Mälaren och Hjälmaran. Här har särskild kraft lagts vid att identifiera bästa sättet att öka avbördningskapaciteten från Mälaren utan att allvarligt påverka den unika stadsmiljö som centrala Stockholm utgör. Vi har dock även försökt identifiera åtgärder som kan vidtas kring Mälaren och Hjälmaran samt uppströms för att minska risken för allvarliga översvämningar. För samtliga sjöar har vi strävat efter att belysa förhållandena i själva sjöarna, ett litet stycke uppströms samt nedströms. Vi har däremot inte studerat sårbarhet och bedömt konsekvenser av översvämningar i tillflöden längre uppströms än den gräns där sjöarnas vattennivå påverkar vattennivån i tillflödena (i allmänhet någon meter över sjöarnas högsta nivå). Vi belyser översiktligt problematiken och riskerna i några andra områden där konsekvenserna kan bli stora vid översvämning.

Klimatförändringar har beaktats

Åtgärder som kan minska översvämningsriskerna kräver i många fall omfattande planläggning och betydande investeringar. Själva genomförandet kan också ta lång tid. Mot denna bakgrund har vi bedömt det som nödvändigt att i utredningsarbetet beakta den pågående klimatförändringen. På utredningens uppdrag har SMHI/Rossby Centre med sin regionala modell belyst två olika utsläppsscenarier i två olika globala klimatmodeller. Med hjälp av dessa resultat har SMHI kalkylerat förväntade flödesförändringar mot slutet av innevarande århundrade inklusive resulterande vattenståndsförändringar i Mälaren, Hjälmaran och Vänern. Dessa förändringar har beaktats vid utarbetandet av förslagen.

Bred analys av sektorer som grund för förslag

Vi har strävat efter att så utförligt som möjligt belysa sårbarheten för översvämning för olika samhällsfunktioner och verksamheter vid sjöarna samt de konsekvenser, inklusive kostnader som mer omfattande översvämningar kan få för olika samhällsfunktioner och verksamheter. Vi har däremot inte studerat effekter på olika verksamheter av kortvariga, lokala och intensiva regn med lokala översvämningar som följd. För samtliga tre sjöar vi studerat är sådana regn av marginell betydelse för vattennivån i själva sjön och vi har därför valt att inte ägna kraft åt dessa inom ramen för arbetet med detta delbetänkande. Vi kommer dock att återkomma till problematiken med korta, lokala och intensiva regn i vårt slutbetänkande. För att bedöma effekterna av översvämningar på olika verksamheter och samhällsfunktioner har vi hämtat in uppgifter från ett stort antal myndigheter, organisationer och verksamhetsutövare. Vi har också låtit utföra ett antal konsultuppdrag. Förutom den till utredningen knutna rådgivande kommittén har vi använt oss av två referensgrupper, en med representanter för intressenter kring Mälaren och Hjälmaren, en med representanter för intressenter från Vänerområdet. Totalt har mer än 60 representanter för över 30 olika myndigheter, organisationer och andra verksamhetsutövare bidragit till arbetet i referensgrupperna. Utifrån de uppgifter om sårbarhet, potentiella konsekvenser och kostnader som samlats in har vi sedan försökt identifiera kostnadseffektiva åtgärder som kan vidtas för att förebygga konsekvenser av översvämningar. Med hjälp av bedömningar av sannolikheten för översvämningar av olika grad och uppskattningar av konsekvenserna har vi identifierat åtgärder som kan vidtas av olika aktörer för att förebygga eller minska riskerna för och konsekvenserna av översvämningar. Stor vikt har lagts vid att finna en balans mellan olika samhällsintressen.

1.2 Lagstiftning och regelverk

Miljöbalken och vattendomar

Reglering av vatten samt uppförande av dammar och kraftverk är tillståndspliktiga verksamheter enligt miljöbalken. Så var även fallet enligt tidigare lagstiftning, 1918 respektive 1983 års vattenlagar. Den som ville genomföra en reglering eller uppföra dammar eller

kraftverk fick tidigare ansöka om tillstånd vid vattendomstol. Sedan miljöbalkens införande söks tillstånd vid miljödomstol. Avgöranden kunde tidigare överklagas till Vattenöverdomstolen och Högsta domstolen och numera till Miljööverdomstolen och Högsta domstolen. Vissa särskilt omfattande vattenföretag samt sådana som kunde orsaka särskilt stora skador och olägenheter prövades tidigare av regeringen, detta gäller alltjämt.

I tillståndsdomar ges inte bara tillåtelse att uppföra byggnader och anläggningar. Handhavandet av vattnet regleras också i domarna. Genom de så kallade vattenhushållningsbestämmelserna föreskrivs hur vattnet får tappas. Ovan har nämnts föreskrifter om regleringsgränser som praktiskt taget alltid förekommer. Därutöver kan andra typer av begränsningar av regleringsrättsinnehavarens möjligheter att hantera vattnet föreskrivas. Förutsättningarna för att kunna föreskriva sådana villkor varierar beroende på tekniska, geografiska, hydrologiska med flera faktorer.

Vidare kan föreskrivas att vattennivån i en punkt nedströms dammen vid en viss tid på året skall nå en bestämd nivå. Dessa typer av föreskrifter kan tillkomma för att underlätta för sjöfart och/eller säkerställa en tillräcklig vattennivå av miljöskäl och för friluftslivet. Sådana villkor kan vara kombinerade med bestämmelser om att magasin i bebyggda områden där människor bor och idkar friluftsliv skall fyllas upp i första hand medan avlägset belägna fjällmagasin skall fyllas i sista hand.

När det gäller mängden vatten som skall släppas kan det förekomma kopplingar mellan vissa vattennivåer i en viss punkt uppströms en reglering och den mängd vatten som skall släppas igenom. Det finns av naturliga skäl sällan någon övre gräns för hur mycket vatten som får släppas ut ur en damm, utan i vart fall all tillrinning får i princip alltid passera en reglering. Undantag finns dock till exempel i domen för Vänern och Göta Älv.

I många vattendomar finns som villkor angivet att SMHI skall vara särskild kontrollant för att följa upp att vattenhushållningsföreskrifterna följs. Detta förekommer både i domar från domstolar och i tillstånd från regeringen.

Lagen om skydd mot olyckor

Enligt lagen (2003:778) om skydd mot olyckor skall varje kommun ha ett handlingsprogram för förebyggande verksamhet. I programmet skall anges målet för verksamheten samt de risker för olyckor som finns i kommunen och som kan leda till räddningsinsatser. I programmet skall också anges hur kommunens förebyggande verksamhet är ordnad och hur den planeras. Vidare skall kommunen ansvara för räddningstjänst inom kommunen. Den skall även ha ett handlingsprogram för räddningstjänsten.

Länsstyrelserna är tillsynsmyndigheter och skall också stödja kommunerna med råd och information. Räddningsverket är central förvaltningsmyndighet för frågor om räddningstjänst samt olycks- och skadeförebyggande åtgärder. Räddningsverket har sedan år 1998 regeringens uppdrag att utföra översiktliga översvämningsskarteringar i Sverige. Översvämningsskartor är ett viktigt underlag i den kommunala fysiska översiktsplaneringen och för planering av räddningsinsatser.

Vattendirektivet

Inom EU-samarbetet antogs år 2000 det s.k. vattendirektivet som är fokuserat på avrinningsområden. Den grundläggande inriktningen är att Sverige och Europa skall försöka uppnå ganska naturlika förhållanden för våra vattenmiljöer – God ekologisk och kemisk vattenstatus – men att det skall göras en avvägning mot andra samhällsintressen.

I Sverige finns det sedan år 2004 fem vattenmyndigheter (fem länsstyrelser) i landet, som arbetar utifrån målet att allt inlands-, kust- och grundvatten skall ha god vattenstatus år 2015. Exempelvis tillhör Vänern, Västerhavets vattendistrikt och Mälaren – Hjälmaren, Norra Östersjöns vattendistrikt. Arbetet innebär att Vattenmyndigheterna / länsstyrelserna skall kartlägga alla inlands-, kust- och grundvatten senast år 2007.

Vattenmyndigheterna skall fastställa juridiskt bindande kvalitetskrav, miljökvalitetsnormer, för alla vattenförekomsterna. Kraven skall avvägas mot andra samhällsintressen i den integrerade vattenförvaltningen.

För de vattenförekomster som inte har en bra vattenkvalitet skall det upprättas ett åtgärdsprogram. Åtgärdsprogrammet skall

beskriva vilka åtgärder som behövs och vilka som är kostnadseffektiva. Åtgärdsprogrammets genomförande blir sedan en uppgift för kommunerna och myndigheterna.

Förslag till översvämningdirektiv

Syftet med detta EG-direktiv är att minska de negativa följderna för hälsa, miljö, kulturarvet och ekonomisk verksamhet vid översvämningar. Det skall tillämpas på alla avrinningsområden i gemenskapen där betydande sådana risker finns eller rimligen kan förväntas uppstå.

Medlemsstaterna ska göra en preliminär bedömning av riskerna för översvämningar med hjälp av uppgifter om bl.a. tidigare översvämningar. Om lämpligt ska de också bedöma vilka negativa följder framtida översvämningar riskerar att få för människors liv, miljö etc., så långt möjligt med beaktande av bl.a. klimatförändringars effekter på förekomsten av översvämningar. I de fall slutsatsen blir att det finns betydande möjliga översvämningrisker för hälsa, miljö etc. skall översvämningsskator och planer för hantering av översvämningar utarbetas. Detaljerade mål för skydd mot översvämningar, åtgärder för att nå målen och tidplaner för åtgärderna beslutas inte på EU-nivå utan av varje medlemsland. Samordning skall om lämpligt ske med arbetet som utförs enligt ramedirektivet för vatten.

Den 27 juni 2006 nådde miljørådet en politisk överenskommelse om en gemensam ståndpunkt i fråga om direktivet. EU-parlamentet anser att förslaget bör ändras på ett antal punkter. Det kommande tyska ordförandeskapet avser att försöka få direktivet slutbehandlat under våren 2007.

2 Utgångspunkter, klimatförändringar och översvämningssrisker

2.1 Klimatscenarier vi använt

För att kunna bedöma hur översvämningssriskerna i Mälaren, Hjälmaren och Vänern förändras i framtiden har vi använt några olika klimatscenarier.

2.1.1 Fyra olika scenarier

För att skapa scenarier för det framtida klimatet i en region krävs resultat från en global klimatmodell och en regional tolkning av dessa.

Två klimatmodeller

De framtidsscenarier som använts för Vänern bygger på regionala klimatscenarier framtagna vid Rossby Centre vid SMHI:s forskningsavdelning. Dessa har i sin tur utnyttjat globala klimatberäkningar, en från Max-Planck institutet för meteorologi i Tyskland (ECHAM4/OPYC3) och en från Hadley Centre i England (Hadlam3H). För att ytterligare belysa osäkerheten i scenarierna har de globala klimatmodellerna körts med två olika antaganden om hur framtidens utsläpp av växthusgaser kommer att utvecklas. Dessa scenarier har tolkats till regional skala med hjälp av den regionala klimatmodellen från Rossby Centre som benämns RCO-modellen.

Två utsläppsscenarioer

De två utsläppsscenarioer som använts kallas A2 och B2 och är definierade av FN:s klimatpanel IPCC, de s.k. A2 respektive B2 scenarierna har använts. Scenariot A2 innebär en kraftig global

utsläppsökning från dagens ca 8 miljarder ton koldioxid/år (räknat som kol) till ca 28 miljarder ton/år 2100. B2 innebär en ökning från 8 till ca 13 miljarder ton/år.

Skillnader och likheter i scenarierna

Det bör noteras att medan valet av emissionsscenario har stor betydelse för modellerad global temperaturökning närmare år 2100 är skillnaden relativt liten mellan scenarierna fram till ca år 2050. Med de två globala klimatmodellerna, de två utsläppsscenierna och med hjälp av den regionala klimatmodellen har följaktligen fyra olika regionala klimatscenarier erhållits, E/A2, E/B2, H/B2 och H/B2. Vart och ett av dessa scenarier avser, medelvärden, variabilitet och extremer under perioden 2071–2100.

Successiva förändringar också modellerade

Förutom med de fyra ovan beskrivna scenarierna har vissa studier gjorts med ett klimatscenario som kontinuerligt beskriver utvecklingen från dagens klimat fram till år 2100. I detta fall bygger beräkningarna på Max Planck-institutets modell med utsläppsscenario B2 tolkad till svenska förhållanden med SMHI/Rosby Centres regionala modell, RCA3. Med denna kontinuerliga regionala beräkning kan klimatförändringens utveckling i tiden följas mer i detalj.

2.1.2 Resultat av klimatscenierna

Temperatur och nederbörd ökar

Sammanfattningsvis visar de fyra klimatscenierna för Sverige en temperaturhöjning mellan ca 2,5 och ca 4,5 grader för perioden 2071–2100 i jämförelse med 1961–1990. Störst är temperaturhöjningen vintertid och de riktigt låga temperaturerna är de som väntas stiga mest. Nederbörden beräknas öka framförallt på hösten, vintern och våren. Speciellt mycket ökar nederbörden i norra Sverige samt i de västra delarna av Svealand och Götaland.

Skillnader mellan scenarierna

Scenarierna från de två globala klimatmodellerna skiljer sig ganska mycket åt, speciellt beträffande den framtida nederbörden i Sverige. Detta beror på att dessa två modeller ger förhållandevis skilda bilder av hur den storskaliga atmosfäriska cirkulationen inklusive lågtrycksbanorna kommer att utvecklas i framtiden. Enligt Max Planck-institutets modell blir atmosfärs-cirkulationen mer västlig med den globala uppvärmningen medan Hadley centres modell beskriver en framtida storskalig cirkulation som mer liknar dagens.

2.2 Hydrologiska scenarier baserade på klimatscenarierna

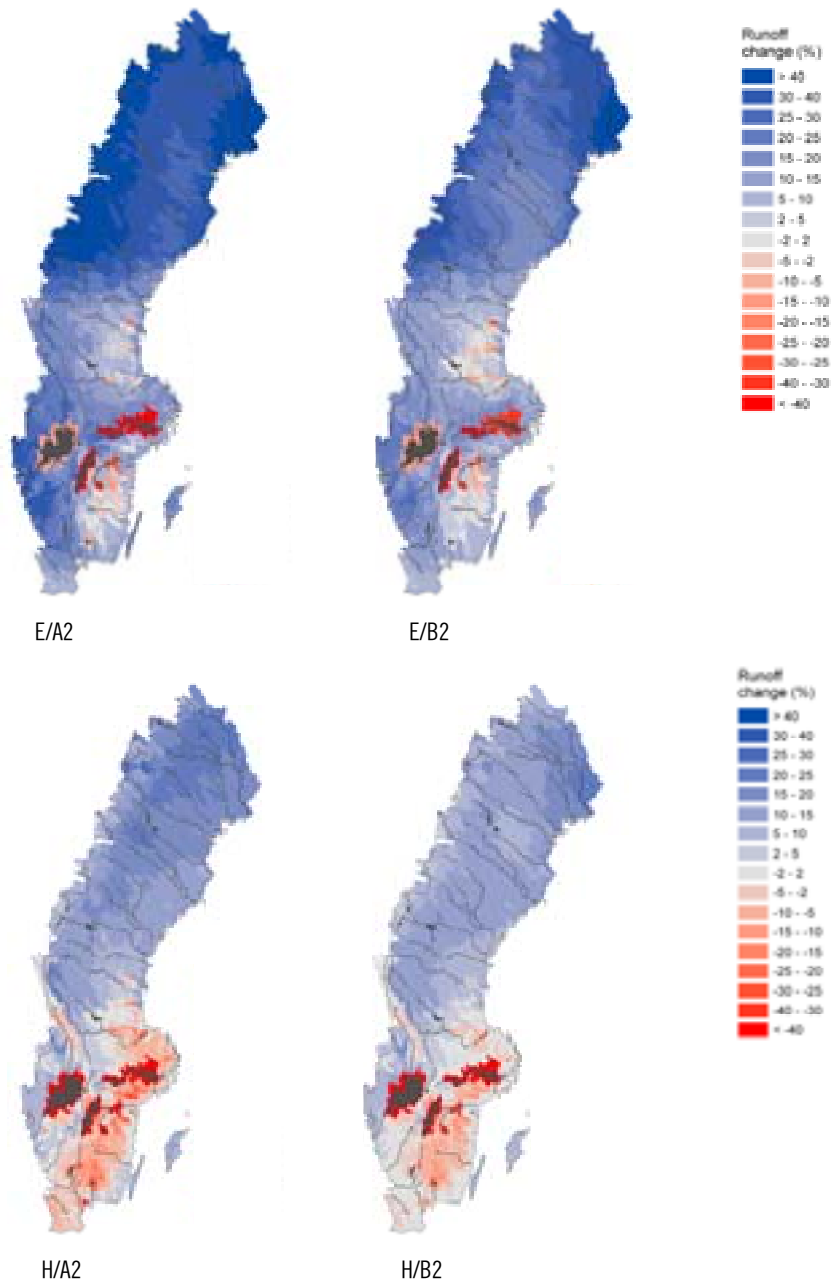
Hydrologisk modell för flöden i vattendrag

De hydrologiska beräkningarna har baserats på den så kallade HBV-modellen. Det är en hydrologisk beräkningsmodell som ursprungligen utvecklats för prognoser av flöden i vattendrag, men som numer ofta även används för dimensioneringsberäkningar och analyser av effekterna på vattenresurserna av ett ändrat klimat.

Vattentillgången ökar olika mycket enligt klimatscenarierna

Totalt sett ökar vattentillgången enligt de olika scenarierna med 5–25 % i genomsnitt för hela landet. Lokalt blir det dock minskningar. Figur 2.1 visar att de olika klimatscenarierna delvis ger olika resultat men att det också finns gemensamma drag. Störst skillnad är det mellan de resultat som baseras på skilda globala modeller medan valet av utsläppsscenario spelar något mindre roll. Anledningen till de stora skillnaderna mellan de globala modellernas resultat är främst olikheter i hur den storskaliga cirkulationen utvecklas och därmed nederbördens utveckling. Ett mer samstämt resultat mellan scenarierna är att de största ökningarna av vattentillgången kan väntas i norra Sverige och i västra Svealand och västra Götaland, medan förhållandena är mer varierade i övriga delar av landet. I sydöstra Sverige bidrar den ökande avdunstningen till att vattentillgången kan minska.

Figur 2.1 Beräkning av hur vattentillgången (avrinningen) kan komma att förändras enligt fyra klimatscenarier och hydrologisk modellering. De två översta kartorna avser E/A2 och E/B2 scenarierna medan de två nedre avser H/A2 respektive H/B2. (Källa: SMHI, 2006)



2.3 Riktlinjer för dammar – delvis tillämpbara för översvämningsrisker i stora sjöar

Riktlinjer för konstruktion av dammar kan användas också för bedömning av extrema flöden och höga nivåer i våra sjöar. Riktlinjerna behöver dock ibland anpassas och förändringar i klimatet ställer särskilda krav. Tillämpning av riktlinjerna utgår från begreppen återkomsttid, risk och sannolikhet.

2.3.1 Flödeskommitténs riktlinjer för dimensionerande flöden

Flödeskommitténs riktlinjer för så kallade klass 1-dammar, dvs. de anläggningar där ett haveri skulle medföra allra störst konsekvenser, går ut på att beräkna den mest kritiska kombinationen av de faktorer som sammantaget skapar de allra högsta flödena. Dessa flöden är extrema. De högsta flödena i våra vattendrag har hittills ofta inträffat i samband med häftig vårfloed som uppstått genom en kombination av snösmältning och extrema regn. Riktlinjerna utgår därför från en kombination av ett mycket stort snömagasin i kombination med extrema regn under snösmältningen.

Flödeskommitténs riktlinjer från år 1990 tillämpas vid översvämningskarteringar

År 1990 antog SMHI och vattenkraftindustrin Flödeskommitténs nya skärpta riktlinjer för bestämning av s.k. dimensionerade flöden för dammanläggningar. Dimensionerande flödet är det flöde en dammanläggning konstrueras för att klara utan risk för allvarlig skada på dammen. Härutöver finns de marginaler som innebär att dammen har ytterligare säkerhet innan dammbrott sker. Sedan år 1990 pågår en genomgång av praktiskt taget alla kraftindustrins dammar av betydelse. Ett stort antal ombyggnader har genomförts eller planeras. Flödeskommitténs beräkningsmetod har blivit praxis inom vattenkraftindustrin och tillämpas även för de översiktliga översvämningskarteringar som genomförs av Statens Räddningsverk.

Flödeskommitténs riktlinjer inte tillämpbara för Vänern

Efter översvämningarna i Vänern 2000/2001 har Flödeskommitténs riktlinjer beträffande vattensystem med stora sjöar setts över av den s.k. *Kommittén för komplettering av Flödeskommitténs riktlinjer*¹. Kommittén konstaterade i sin slutrapport (Elforsk, 2005) att Flödeskommitténs riktlinjer inte kan tillämpas fullt ut för Vänern. Därmed utgör Vänern det hittills enda undantaget från den praxis som utvecklats för beräkning av dimensionerande flöden i Sverige.

Justering av riktlinjerna för förändringar i klimatet

En annan viktig begränsning i Flödeskommitténs riktlinjer är att dessa förutsätter att klimatet inte ändras. Därför har Elforsk och Svenska Kraftnät initierat projektet *Känslighetsanalys av Flödeskommitténs riktlinjer i ett framtida förändrat klimat*. Inom detta projekt har ny teknik utvecklats för att analysera hur de dimensionerande flödena för klass 1-dammar skulle kunna förändras i ett ändrat klimat (Andréasson et al., 2006). Beräkningar med denna teknik har bl.a. gjorts för Vänern. Vi har låtit kombinera dessa beräkningar med olika tappningsalternativ, för att se hur nivåerna i Mälaren, Hjälmaren och Vänern påverkas i ett förändrat klimat med de allra högsta tänkbara flödena.

2.3.2 Begreppen återkomsttid, risk och sannolikhet

Begreppen återkomsttid, risk och sannolikhet i hydrologiska sammanhang skapar ibland missförstånd. Med en händelses återkomsttid menas att den inträffar eller överträffas i genomsnitt en gång under denna tid. Det innebär att sannolikheten för exempelvis ett 100-års flöde är 1 på 100 för varje enskilt år. Eftersom man exponerar sig för risken under flera år blir den ackumulerade sannolikheten avsevärd. För ett hus som står i 100 år i ett område som är skyddat endast mot en vattennivå motsvarande 100-års flödet är sannolikheten för översvämning under denna tid hela 63 %. Detta är skälet till att man för större dammar ofta sätter

¹ Ledamöterna i *Kommittén för komplettering av Flödeskommitténs riktlinjer* kom från vattenkraftindustrin, Svenska Kraftnät, gruvindustrin genom branschorganisationen SveMin och SMHI.

gränsen vid, eller t.o.m. bortom, 10 000-årsflödet. Då blir ändå sannolikheten under 100 års exponering ca 1 %. Tabell 2.1 visar några samband mellan återkomsttid, exponerad tid och sannolikheten.

Tabell 2.1 Sambandet mellan återkomsttid, exponerad tid och sannolikhet i procent

Återkomsttid (år)	Sannolikhet under 50 år (%)	Sannolikhet under 100 år (%)
100	39 %	63 %
1 000	5 %	9,5 %
10 000	0,5 %	1 %

2.4 Förutsättningar och osäkerheter i bedömningar och beräkningar

2.4.1 Flöden och nivåer – klimatförändringarnas betydelse

Vi har i utredningen valt att studera en nivå som svarar mot hundraårsflödet ”en hundraårsnivå” för respektive sjö. Vi har också tittat på effekterna vid ännu värre översvämningar. Vi har då valt en nivå som blir resultatet av ett s.k. dimensionerande flöde för klass 1 dammar. En teknik som också använts vid Räddningsverkets översiktliga översvämningsskarteringar längs olika vattendrag och sjöar runt om i landet. Vi benämner denna nivå ”dimensionerande nivå”.

Skilda metoder för hydrologisk modellering ger olika nivåer

Trots att den beräkningsmetod som föreskrivs för klass 1-dammar av Flödeskommittén är noggrant specificerad så kan olika beräkningar på samma damm ge resultat som skiljer sig åt. Beräkningsresultaten beror dels på vilken databas som används men också på valet och kalibreringen av den hydrologiska modellen för beräkningar av flöden.²

² Beträffande databasen så föreskriver Flödeskommittén att en tioårsperiod skall användas vid simuleringen ”baserade på senast tillgängliga års klimatförhållanden”. Det innebär att olika perioder kan ha använts, beroende på när i tiden arbetet utförts. Man kan också ha använt olika tidsperioder vid frekvensanalysen av snö, som ligger till grund för att fastställa 30-år värdet. Av praktiska skäl har de forskningsprojekt som ligger till grund för materialet

Beräkning av flöden motsvarande olika återkomsttider är förenat med svårigheter

Beräkningen av flöden motsvarande olika återkomsttider är behäftad med ganska stora osäkerheter, vilket gör att exempelvis en beräkning av hur stort ett 100-årsflöde är ofta ändras i takt med att nya observationsdata kommer till. Beräkningarna försvåras speciellt om dataserierna är korta eller om de är påverkade av regleringar i vattendraget.

Olika klimatscenarier och modeller ger olika starka förändringar i nederbördsmonster

Vi har använt några av de scenarier som oftast refereras för att belysa skillnaderna i resultat mellan olika klimatscenarier. Som framgår ovan skiljer sig dessa fyra scenarier åt en hel del sinsemellan, särskilt gäller detta i scenarierna med höga utsläppsökningar. Utöver de scenarier vi använt finns ett stort antal andra scenarier. Osäkerheterna om hur klimatet kommer att förändras framöver är alltså betydande. Det finns dock en stor samstämmighet mellan olika klimatscenarier i förutsägelse om att vi går mot ett varmare klimat. Ifråga om förändringar i nederbörden är osäkerheterna något större även om alla scenarier vi använt visar att nederbörden sett över landet som helhet kommer att öka. Med hänsyn till de osäkerheter som finns ska de beräkningar av flöden och nivåer som redovisas i det följande inte ses som absoluta sanningar utan snarare som indikationer på en trolig framtida utveckling. Det bör också framhållas att nya klimatscenarier, som inte nödvändigtvis kommer att ge samma bild av det framtida klimatet som den vi har idag, med stor sannolikhet kommer att presenteras i framtiden.

till utredningen använt en standardiserad period och en databas i stället för punktvärden, som är det vanliga vid dimensionering. Beträffande val av hydrologisk modell så föreskriver Flödeskommittén bara att "Förloppet av det dimensionerande flödet skall simuleras med tillämpning av vedertagen hydrologisk modellteknik" utan att närmare specificera vilken modell.

2.4.2 Osäkra höjddata och översvämningskarteringar

Brister i rikstäckande höjddatabas

För att på ett noggrant sätt kunna kartlägga hur en översvämning kan drabba olika markområden fordras detaljerad kännedom om landskapets topografi. Lantmäteriverket tillhandahåller en rikstäckande digital höjddatabas som ger höjdvärden för hela landet i ett 50 meters rutnät. En noggrannhet om högst 2,5 m geometriskt medelfel i höjd eftersträvas. Mer noggranna höjddata med ner till mindre än 0,15 m fel finns tillgängliga för vissa områden i landet. Det är särskilt för centrala delarna av vissa tätorter som sådana högkvalitativa höjddata finns, men även för vissa andra områden, t.ex. Eskilstunaån som avvattnar Hjälmaran. Framtagning av högkvalitativa höjddata är ett omfattande och relativt tidsödande arbete. Några nya sådana data har inte kunnat tas fram inom ramen för utredningens arbete.

Översiktliga översvämningskarteringar tillgängliga

Räddningsverket har låtit ta fram översiktliga översvämningskarteringar också för Väneren och Göta älv, Hjälmaran och Eskilstunaån samt Mälaren. I dessa översiktliga översvämningskarteringar har den rikstäckande höjddatabasen använts och man har med hjälp av denna och hydrauliska modeller i kartform beskrivit hur olika områden drabbas av en 100-årsnivå respektive en dimensionerande nivå. Vid de översiktliga översvämningskarteringarna har ingen hänsyn tagits till klimatförändringar. Inte heller har effekten av kraftiga vindar på stora sjöytor räknats med.

Nya översiktliga översvämningskarteringar inom utredningen

Inom ramen för arbetet med detta delbetänkande har nya översiktliga översvämningskarteringar som överensstämmer bättre med de vattennivåer som kan förväntas uppstå vid ett förändrat klimat och i en situation med stark vindpåverkan tagits fram. Vi har då tvingats använda oss av den rikstäckande höjddatabasen med förhållandevis stora medelfel. Erfarenheterna från en studie där resultaten av den översiktliga översvämningskarteringen av Eskilstunaån jämförts med en detaljerad sådan med medelfel

< 0,15 m (SMHI rapport nr 98, 2005) visar dock att skillnaderna i totalt översvämmad yta i regel är mindre än ca 25 %. Lokalt kan dock stora avvikelser förekomma. Ett område som anses bli översvämmat enligt den översiktliga karteringen visar sig kanske i själva verket inte bli det med tillgång till bättre höjddata. Bedömningarna av konsekvenser som redovisas i kapitel 3 och 4 är en blandning av bedömningar utifrån tillgängliga, respektive inom utredningen nyframtagna, översiktliga översvämningskarteringar samt tillgängliga mer detaljerade översvämningskarteringar. De slutsatser som vi drar om vilka objekt och verksamheter som drabbas bör därför användas med försiktighet i de enskilda fallen. Vi gör dock bedömningen att resultaten som helhet är representativa och i huvudsak visar en riktig bild av vilka konsekvenser som kan väntas.

2.4.3 Hantering av risk och sannolikhet

Konsekvensbeskrivningarna och kostnadsberäkningarna i detta betänkande är baserade på beräkningar av troliga utfall för temperatur och nederbörd till följd av ett förändrat klimat. Klimatscenerierna är inte prognoser utan just scenarier, som beskriver trolig utveckling under vissa givna antaganden. Exakt vilka temperaturer och nederbörds mängder det förändrade klimatet faktiskt kommer att ge upphov till kan vi inte veta, men det går att tilldela sannolikheter till olika utfall.

Beslutssituationer är vanligen behäftade med större eller mindre osäkerhet. Då det handlar om sannolikheter för ett visst negativt utfall brukar man tala om risk. De beslutskriterier man kan använda sig av i en sådan situation kan kategoriseras i teknologibaserade, rättighetsbaserade och nytto-baserade beslutskriterier (Mattson, 2000).

Teknologibaserade kriterier innebär att man väljer att använda bästa möjliga teknik, utan att göra någon avvägning av kostnaden med investeringen gentemot den nytta den skapar eller den ekonomiska livslängden hos investeringen. Detta leder sällan till bra beslut.

Rättighetsbaserade kriterier bygger på att man vill begränsa risken till en viss nivå. Det kan vara vissa konsekvenser som anses oacceptabla för samhället, t.ex. att riskera att många människor förolyckas genom för låg säkerhet. I ett sådant fall kan man välja

att vidta åtgärder även om riskerna är små. Om man inte tar hänsyn till marginalkostnaderna och jämför med kostnaderna för att minska motsvarande risker i andra sektorer, kan man emellertid hamna i en suboptimering där samhällets resurser används ineffektivt. Rättighetsbaserade kriterier används bl.a. vid bestämning av dimensionerande flöde för kraftverksdammar, dvs. det flöde en dammanläggning konstrueras för att klara utan risk för allvarlig skada på dammen. Här anser man att konsekvenserna av att dammen brister är alltför stora för att detta ska kunna riskeras. Då görs ingen kostnadsnyttoanalys utan säkerhetsnivån sätts så att dammen ska klara ett värsta tänkbara scenario.

Med nyttobaserade kriterier, såsom i kostnadsnyttoanalys, försöker man göra kvantitativa beräkningar av kostnad och nytta med tänkta åtgärder för att kunna jämföra olika projekt mot varandra och välja det alternativ som ger mest nytta för minst pengar. Detta är ett sätt att optimera användandet av samhällets resurser. Svårigheten i denna ansats är att kvantifiera och prissätta de ingående kostnaderna och nyttorna. Kostnadseffektivitetsanalys är en enklare variant där man bestämmer ett mål och sedan söker efter billigaste sättet att uppnå detta. Det kan sägas vara ett mellanting mellan rättighets- och nyttobaserade kriterier.

Här använder vi oss av kostnadsnyttoanalys som en del av beslutsunderlaget. Ett värde på skadekostnaden tas fram genom att konsekvenserna av de två utfall som studeras – hundraårsnivå respektive dimensionerande nivå i de tre sjöarna – uppskattas och kostnadsbedöms. Eftersom det inte är hundra procent säkert att utfallet ska inträffa, viktas skadekostnaden med sannolikheten för att det inträffar, för att få det förväntade värdet av att förebygga skadorna, riskvärdet.

Det förväntade värdet av en investering som ska minska skadorna är dock inte detsamma som den förväntade nyttan (Solberger 2006). Den förväntade nyttan avspeglar inte bara riskvärdet utan också samhällets eller individens förhållande till risk. En riskavers person, eller riskogillare, föredrar en säkrare avkastning även om den är lägre, medan en riskgillare föredrar en högre risk om den ger möjlighet till högre avkastning. Riskaversion är den vanligaste inställningen, och antas därför ofta gälla även på samhällsnivå (Institut för miljövärdering 2006).

Riskaversion kan också hanteras genom att utesluta vissa risktaganden från kostnadsnyttoanalysen och istället använda sig av kostnadseffektivitetsanalys, dvs. fastställa att vissa risker måste

förebyggas och endast försöka fastställa det billigaste och effektivaste sättet att förebygga dem på.

Här har vi inte tagit hänsyn till riskaversion inom ramen för kostnadsnyttoanalysen, utan beräknar bara riskvärdet. Kostnadsnyttoanalysen är endast en del i beslutsunderlaget. Vid bedömningen är det viktigt att väga in både samhällets inställning till risk samt värdet av att invänta större kunskap och nyare teknologi. För ett par fall görs ingen kostnadsnyttoanalys, utan rättighetsbaserade kriterier tillämpas. Det gäller risken för ras och skred i Göta älv av ökad frekvens av höga flöden, samt risken för översvämning i centrala Stockholm med dess tunnelsystem och järnvägsspår, där konsekvenserna har ansetts så stora att det inte kan riskeras att de inträffar.

2.5 Behov av forskning och utveckling

Det finns ett starkt behov av att utveckla ny kunskap och ny metodik, både avseende hårda tekniska och mjuka icke-tekniska moment, för att främja arbetet med att minska översvämningsrisker i våra vattendrag och sjöar. Kunskapen måste ha en kvalificerad vetenskaplig bas som länkas till beprövad teknisk-naturvetenskaplig och annan för ämnesområdet väsentlig erfarenhet.

Planerade översvämningar av vissa markområden, t.ex. våtmarker, genom aktiva vattenbyggnadstekniska ingrepp av människan är en möjlighet som i vissa fall kan användas för att minska konsekvenserna av översvämningar. I Sverige saknas i stor utsträckning kunskap om och erfarenhet av sådan teknik. Forskning och utveckling samt samordning av kunskap inom olika discipliner såsom vattenbyggnadsteknik, meteorologiska och hydrologiska prognosmetoder kan i vissa fall öka möjligheterna till att använda en sådan teknik för förebyggande av översvämningskonsekvenser i framtiden.

Vattendomar utgör samlade avvägningar mellan olika samhällsintressen. Många av de idag gällande vattendomarna är många decennier gamla och har kommit till i en tid då samhället väsentligen såg annorlunda ut än idag och då andra prioriteringar gällde. Den vikt som idag läggs vid miljöaspekter är ett exempel där prioriteringarna idag ser annorlunda ut än då många av gällande vattendomar tillkom. I takt med klimatförändringarna kommer förändrade flöden i reglerade vattendrag att ändra förutsättningarna

för och risken för översvämningar. Mer kunskap, utvecklade och mer avancerade strategier för vattenreglering och vattenhushållning i våra vattensystem som bygger på en strävan att samordna dagens många olika samhällsintressen och som tar hänsyn till klimatförändringar behövs.

Med dagens, ganska grova, rikstäckande höjddatabas är det svårt att exakt beskriva hur en översvämning breder ut sig i landskapet. Lantmäteriverket planerar nu att ta fram en noggrannare höjddatabas. Flera kommuner och andra aktörer har tagit fram mer detaljerade höjddata för vissa begränsade områden. Det är väsentligt att nya bättre rikstäckande höjddata görs lätt tillgängliga för kommuner m.fl. som kan behöva dessa uppgifter för att förbättra sitt förebyggande arbete för att minska konsekvenserna av översvämningar.

Ökade risker för höga flöden och översvämningar och därmed förknippade öknings i sedimenttransport och erosion i ett förändrat klimat kan öka risker för ras och skred. Det är av vikt att kunskapen stärks om hur erosion, sedimenttransport, markvattenhalter mm kan ändras i ett förändrat klimat och hur detta kan påverka riskerna för ras och skred i olika delar av landet.

Referenser

- Andréasson, J., Bergström, S., och Lindström, G., (2006), *Känslighetsanalys av Flödeskommitténs riktlinjer i ett framtida klimat*, SMHI.
- Bergström, S., Hellström, S-S, Andréasson, J., (2006). *Nivåer och flöden i Vänerns och Mälarens vattensystem – Hydrologiskt underlag till Klimat- och sårbarhetsutredningen*, SMHI Reports Hydrology, RH20, Norrköping.
- Elforsk (2005), *Dimensionerande flöden för stora sjöar och små tillrinningsområden samt diskussion om klimatfrågan. Slutrapport från kommittén för komplettering av flödeskommitténs riktlinjer*. Elforsk rapport 05:17.
- Institut for miljövurdering (2006), *Risk and uncertainty in cost benefit analysis*. Köpenhamn.
- Mattsson, L. (2002), *Riskhantering vid skydd mot olyckor – problemlösning och beslutsfattande*. Räddningsverket, Borås.
- Yacoub Tahsin, Westman Ylwa, Sanner, Håkan, Samuelsson Bernth, (2005). *Detaljerad översvämningskarta för Eskilstunaån*.

Ett projekt inom KRIS-GIS. SMHI Rapportserie Hydrologi nr 98.

Solberger, M., (2006). *Samhällsekonomisk värdering vid potentiella katastrofer*. Institutionen för nationalekonomi och statistik. Karlstads universitet.

3 Mälaren och Hjälmaren

3.1 Beskrivning av området, verksamheter och tidigare översvämningar

3.1.1 Mälaren och Hjälmaren – geografi och klimat

Mälarens och Hjälmarens avrinningsområden

Mälaren och Hjälmaren är Sveriges tredje och fjärde största sjöar. Deras gemensamma avrinningsområde är ca 22 650 km² (inklusive själva sjöarna) och sträcker sig från Bergslagen i väster till Norrström i centrala Stockholm (se Figur 3.1 och Tabell 3.1). Via Mälaren avvattnas större delarna av Uppland, Västmanland, Närke samt södra delarna av Dalarna och de norra delarna av Södermanland. Hjälmarens avrinningsområde är ca 4 045 km². Avrinningen sker via Eskilstunaån, som är det näst största enskilda biflödet till Mälaren efter Arbogaån. Eskilstunaån är 37 km lång och passerar genom Torshälla och Eskilstuna före utloppet i Mälaren. Ån rinner genom ett relativt flackt landskap med en total fallhöjd av 20 meter. Hjälmaren regleras genom Hyndevadsdammen uppströms i ån. Det finns åtta dammar och ett antal broar och dessutom invallningar som ligger på båda sidor om ån på en sträcka uppströms Torshälla (Cederwall, 2006). Övriga viktigare vattendrag som rinner till Mälaren är Fyrisån och bergslagsåarna Arbogaån, Hedströmmen och Kolbäcksån. Det finns två åar som benämns Svartån, den ena mynnar i Hjälmaren i Örebro (Närkes Svartå), den andra i Mälaren i Västerås.

Mälaren avvattnas vid låga och normala vattenstånd via Norrström och Södertälje kanal (se vidare avsnitt 3.1.2 om gällande vattendom). Medelvattenföringen till havet från Mälaren är ca 162 m³/s varav ca 6 m³/s går via Södertälje kanal och resten via Norrström. Via avloppsreningsverk direkt till havet rinner ca 5 m³/s.

Figur 3.1 Mälarens och Hjälmarens avrinningsområde



Tabell 3.1 Grundläggande data om Mälaren

Avrinningsområde (inkl. sjöarna Hjälmaren och Mälaren)	22 650 km ²
Mälarens areal	1 120 km ²
Mälarens volym	14,3 km ³
Medeldjup	12,8 m
Mälarens största djup	66 m
Medelvattenstånd (perioden 1968–2004) ¹	0,33 m
Högsta uppmätta vattenstånd under reglerad tid (1941–2004) ¹	0,89 m (Dec. 2000)
Lägsta uppmätta nivå (1968–2004) ¹	-0,12 m, år 1976
<i>Sammanlagd medelvattenföring i utloppen</i>	<i>162 m³/s</i>

¹Nivåer i höjdsystemet RH 1900.

Källa: Bergström et al., 2006.

I Bergslagen finns en hel del vattenmagasin som används för produktion av vattenkraft. Deras sammanlagda volym är ca 550 miljoner m³, vilket motsvarar en regleringshöjd av ca 49 cm på Mälarens yta.

Tabell 3.2 Grundläggande data om Hjälmaren

Avrinningsområdet för Hjälmaren (inkl. sjön)	4 045 km ²
Hjälmarens areal	480 km ²
Hjälmarens volym	3 km ³
Medeldjup	6,2 m
Hjälmarens största djup	20 m
Medelvattenstånd ¹	21,84 m
Högsta uppmätta vattenstånd (1922–2000) ¹	22,48 m
Lägsta uppmätta vattenstånd (1922–2000) ¹	21,15 m
Dämningsgräns ¹	22,10 m
Sänkingsgräns ¹	21,62 m
Medelvattenföring i Eskilstunaån	24 m ³ /s

¹Nivåer i höjdsystemet RH 1900.

Källa: Bergström et al., 2006.

Vattenmagasin av betydelse i Hjälmarens avrinningsområde finns i Svartåns vattensystem. Den totala volymen av dessa uppgår till 80 miljoner m³, vilket motsvarar en regleringshöjd på ca 17 cm i Hjälmaren (Styrelsen för Hjälmarens och Kvismarens sjösänkingsbolag, 1977).

Mälaronrådets klimat

I Bergslagsområdet är vintrarna mer stabila och vårfloden mer utpräglad än i övriga delar av området. Årsnederbörden är ca 650 mm, avdunstningen ca 420 mm vilket ger en årsavrinning på ca 230 mm (SMHI, 2003). Figur 3.2 visar årsmedeltemperaturen i Örebro för perioden 1901–2005. Motsvarande nederbördsserie visas i Figur 3.3.

Figur 3.2 Årsmedeltemperaturen i Örebro för perioden 1901–2005, °C. De utjämnade kurvorna motsvarar 10-års löpande medelvärden

Figuren finns endast i den tryckta versionen.

Källa: Bergström et al., 2006.

Figur 3.3 Årsnederbörden i Örebro för perioden 1901–2005, mm/år. De utjämnade kurvorna motsvarar 10-års löpande medelvärden

Figuren finns endast i den tryckta versionen.

Källa: Bergström et al., 2006.

Temperaturen för Örebro visar en uppgång under början av 1900-talet, en nedgång från det varma 1930-talet och därefter en markant uppgång ungefär sedan 1980. Det vill säga, i stort sett samma ett mönster som för landet som helhet. För nederbörden kan man urskilja några mycket blöta år under mitten av 1900-talet samt det extrema året 2000, vilket ledde till problem med höga vattennivåer i Mälaren.

3.1.2 Mälaren och Hjälmaren – Höjdsystem, reglering och vattendomar

Olika höjdsystem

För att kunna beskriva variationer i vattenstånd i en sjö behövs en referensnivå. Oftast utgörs en sådan referensnivå av ett för sjön framräknat medelvattenstånd över havsytan. På grund av land-

höjningen kommer vad som är ett normalvattenstånd i de flesta svenska sjöar att förändras över tiden. Vanliga höjdsystem är dels det höjdsystem som togs i bruk i början av förra seklet kallat RH1900 eller RH00. 0-punkten för RH00 utgörs av medelvärdet av havsytans nivå i Stockholm år 1900. Ett annat vanligt höjdsystem är RH70. Detta höjdsystems nollpunkt motsvarar havsytans medelnivå år 1970 och med den landhöjning som ägt rum blir därför nollnivån i RH70 0,36 meter lägre än RH00. För Mälaren används förutom höjdsystemen RH00 och RH70 ofta ett annat höjdsystem kallat *Mälarens höjdsystem* som definieras av nivån på Västra slusströskeln vid Karl Johans Torg. Denna nivå ligger 3,84 meter under havsytans nivå enligt Rikets höjdsystem RH00 eller 3,48 meter under havsytans nivå enligt Rikets höjdsystem RH70.

Tabell 3.3 Olika höjdsystem som används för att beskriva Mälarens vattenyta – jämförelser i meter

	<i>RH 00</i>	<i>RH 70</i>	<i>Mälarens höjdsystem</i>
Höjd över havet i m	0	-0,36	-3,84
Höjd över havet i m	0,36	0	-3,48
Höjd över havet i m	3,84	3,48	0

Reglering av Mälaren

Trots att Mälaren endast har ett medelvattenstånd på ca 0,66 meter över havsytan blev sjön troligen avsnörd från havet redan på 1100-talet. Sjön har inte följt med i landhöjningen och erosion och olika byggnadsverk har påverkat utflödet. Efter att Mälaren reglerats har detta förhållande dock ändrats. Innan Mälaren reglerades rann vattnet fritt genom Norrströms båda grenar på ömse sidor om Helgeandsholmen (Riksbro- och Stallkanalen). Vid höga vattennivåer tappades dessutom vatten genom flodluckor vid Karl Johans torg där nuvarande Slussen ligger. Genom de gamla slussar som fanns vid Karl Johans torg och i Södertälje kunde tappning ej ske. Vissa begränsade tappningsmöjligheter hade dock skapats i Södertälje samt i Hammarby kanal. Totalt kunde ca 600 m³/s tappas vid högvatten. Höga vattenstånd i Mälaren gav problem för jordbruket kring sjön och låga vattenstånd ledde vid återkommande tillfällen till saltvatteninträngning och problem för sjöfarten (Ernfors, SMHI, 1968). För att motverka översvämningar av

jordbruksmark, men även för att gynna sjöfarten, genomfördes en reglering av Mälaren enligt en vattendom från år 1941. Denna reglering togs i bruk år 1943. Effekten av regleringen blev inte riktigt vad man tänkt sig. Avsänkningen av högvattenstånden blev ungefär de avsedda, men lågvattenstånden blev betydligt lägre än väntat. Därför ändrades regleringsbestämmelserna år 1968 (Ehlert, 1970). Sedan dess har de allra lägsta vattenstånden uteblivit och riktigt låga vattenstånd har minskat i omfattning. Den högsta möjliga tappningen anges nu till 826 m³/s.

Reglering av Hjälmaren

I jakten på ny odlingsbar mark genomfördes under 1880-talet i Hjälmaren den största sjösänkningen i Sveriges historia. Medelvattenytan sänktes med 1,3 meter. Samtidigt byggdes regleringsdammen vid Hyndevad och Täljeån kanaliseras (Kvismare kanal), varvid sjön Kvismaren nästan helt torrlades (Ehlert, 1970; Skoghäll, 1999). Enligt Waldén (1940) beräknades Hjälmarens yta före sänkningen till 495 km² vid lågvatten och under översvämningar vid högvatten till 653 km². Efter sänkningen varierar ytan inte så mycket och uppgår till ca 480 km². Sjösänkningen innebar att sammanlagt 18 000 ha mark blev tillgänglig för jordbruk. Avsikten var att de högsta vattenstånden skulle bli 1,9 m lägre (+22,22 m i RH00) och lägsta vattenståndet 0,9 m lägre (+21,62 m i RH00) och att en total regleringshöjd om 0,6 m skulle upprätthållas. I verkligheten har dock den högsta vattenståndsvariationen varit ca 1,3 m (Styrelsen för Hjälmarens och Kvismarens sjösänkingsbolag, 1977). Detta har medfört att man vid flera tillfällen haft fortsatta problem med översvämningar runt Hjälmaren, åren 1913, 1924, 1944, 1954, 1959, och 1966 har nivåerna uppnått eller överträffat +22,40 m. Vattendomen ändrades år 1988 så att större variationer tillåts.

Gällande vattendom för Mälaren

Mälarens nuvarande vattendom fastställdes år 1968. Vattendomen är förhållandevis detaljerad då det gäller avtappningens storlek vid olika nivåer. Vid vattennivåer under +4,10 m i Mälarens höjdsystem (eller under +0,26 m i RH00) ska samtliga utskov hållas

stängda. Vid vattenstånd mellan +4,10 m och +4,20 m (eller mellan +0,26 och +0,36 m i RH00) ska tappning ske genom Riksbro och Stallkanalen för att eftersträva vattenståndet +4,15 m (eller +0,31 m i RH00). Vid vattenstånd över +4,20 m eller +0,36 m i RH00 ska Riksbro- och Stallkanalsdammarna vara helt öppna. Vid vattenstånd över +4,25 m (eller +0,41 m i RH00) ska även avtappningskanalen vid Karl Johans torg och kulverten vid Skanstull vara öppna. Vid nivåer över +4,50 m eller +0,66 m i RH00 ska också Karl-Johans slussen vara öppen. Om så slutligen vattenståndet stiger över nivån +4,60 m (eller +0,76 i RH00) ska även 70m³/s tappas i vardera Södertälje och Hammarbyslussarna. Dessutom finns bestämmelser om hur mycket vatten som får användas för utspolning i hamnområdet och genom slussarna. De vattenmängder det rör sig om är dock tämligen marginella. Regleringsansvarig är Stockholms hamn AB. SMHI är kontrollant. Som kontrollant ska SMHI kontrollera att domen efterlevs. En särskild formulering i vattendomen ger också kontrollanten vissa möjligheter att, efter samråd med Stockholms Hamn och Sjöfartsverket, beordra ökad tappning utöver ovan nämnda nivåer när det finns risk för höga flöden.

Tabell 3.4 Avtappningskapacitet (m³/s) från Mälaren vid de olika avtappningsställena vid högvatten (ca +0,96 m i RH 00 vid ett läge med lågt vattenstånd -0,64 m (RH00) i havet

Riksbrodammen	255
Stallkanalen	126
Slussen vid Karl Johans torg	160
Avtappningskanalen vid Karl Johans slussen	129
Hammarby slussen	70
Södertälje sluss	70
Kulverten vid Skanstull	9
Lucka vid Sjöen Maren i Södertälje	7
<i>Totalt</i>	<i>826</i>

Källa: SMHI, 1968.

Vid högre vattenstånd i havet blir tappningarna lägre (jfr Tabell 3.15 i avsnitt 3.4.4).

Gällande vattendom för Hjälmaren

Enligt gällande vattendom är dämningsskärningen för Hjälmaren +22,10 m i RH00 överskridas under förutsättning att dammen vid Hyndeavad några km nedströms Hjälmarens utlopp, är helt öppen och den nedströms liggande Rosenholmsdammen är nedsänkt till nivån +21,10 m. Sänkningsgränsen +21,62 m i RH00 får också underskridas för att säkerställa ett minsta flöde om 3,0 m³/s i Eskilstunaån och 0,1 m³/s i Hjälmare kanal. Sänkningsgränsen får vidare underskridas vid tillfällena då vårfloden kan väntas bli så stor att det finns risk för högre nivåer än +22,10 m i RH00. Vid sådana tillfällen får vattenståndet sänkas till lägst +21,50 m i RH00.

3.1.3 Verksamheter som kan beröras av översvämningar i Mälaren och Hjälmaren

Bebyggelse

Stora bebyggelsekoncentrationer finns kring Mälaren. Såväl stora delar av Västerås som Stockholm med förorter ligger i anslutning till sjön och bebyggelse i anslutning till sjöarna utgörs såväl av tät stadsbebyggelse som glesare bostadsbebyggelse och andra lokaler. Flera något mindre men ändå betydande orter finns också på utsatta platser kring sjön. Däribland märks t.ex. Mariefred, Ekerö och Köping. Därtill kommer ett stort antal mindre samhällen och mer enskilt belägna småhus och fritidshus. Kring Hjälmaren finns ett stort antal fritidshus men inte så många stora samhällen med permanentbostäder. Örebro utgör förstås ett undantag men staden har inte byggts ut ända ner mot Hjälmarestranden.

Vägar

Delar av vägnäten i de större städerna har passager i nära anslutning till sjöarna. När det gäller hårt trafikerade lokala vägar och gator är det främst vägnäten i delar av centrala Stockholm (området Gamla Stan – Slussen, Tegelbacken) samt vissa vägar och gator i Västerås som ligger i farozonen. Därutöver finns ett antal andra allmänna vägar som passerar nära sjöarna.

Järnvägar och lokal spårbunden trafik

Järnvägsnätet vid Stockholms central och särskilt tunneln under Riddarholmen, den s.k. getingmidjan, är så belägen att översvämningar allvarligt kan påverka trafiken. Dessutom finns ett antal andra järnvägssträckor i närheten av sjöarna som i olika grad kan påverkas vid översvämning. Vidare är SL:s tunnelbanestation i Gamla Stan i riskzonen för översvämning.

Lantbruk

Stora jordbruksarealer finns kring Mälaren och Hjälmaren samt på Mäläröarna. Produktionen är inriktad på såväl spannmål som animalieproduktion. Jordbruksområdena i Kvismaredalen, som ligger en anseelig sträcka från själva Hjälmaren, är låglänta och utgörs i själva verket av gammal sjöbotten från tiden innan sänkningen av Hjälmaren. Invallningar, ofta av äldre datum och i många fall i dåligt skick syftar till att skydda betydande arealer jordbruksmark från översvämningar.

Industrier och förorenad mark

Kring Mälaren finns ett antal industriområden och industrier som kan påverkas av översvämningar. Hjälmarens stränder är i betydligt mindre omfattning exploaterade för industriändamål men längs Eskilstunaån finns en hel del industrier. Förorenade markområden finns på flera håll runt sjöarna, dels vid vissa av de existerande industrierna men också på mark där det inte bedrivs industri verksamhet.

El- och telenät samt el- och värmeproduktionsenheter

Stamnätet för elförsörjningen är i huvudsak inte beläget i sjöarnas omedelbara närhet. Lokala elnät och transformatorstationer, bl.a. för elförsörjningen av delar av Stockholms innerstad, finns i sådan närhet av sjöarna att de kan beröras av översvämningar. Telenäten inklusive kopplingsstationer kan också beröras. Större anläggningar i anslutning till sjöarna för el- och/eller värmeproduktion finns bl.a. i Västerås och i Stockholms närhet i Hässelby och Fittja.

Vatten- och avloppsanläggningar

Mälaren är av helt avgörande betydelse som vattentäkt för Stockholmsområdet. Hög råvattenkvalité bidrar till en internationellt sett erkänt hög kvalitet på dricksvattnet i området. Vattenverken i Norsborg, Görnväl, Lovö och Skytteholm försörjer över 1,5 miljoner brukare. Driften vid Norsborgsverket kan påverkas direkt av översvämning av Mälaren. Djupdal ombesörjer i huvudsak Södertäljes vattenförsörjning. Hyndevad är Eskilstunas vattenverk. Ett antal avloppsreningsverk finns i nära anslutning till sjöarna.

Fritid, rekreation och turism

Mälaren och Hjälmaren har båda stor betydelse för friluftslivet och för rekreation. Antalet fritidsbåtar med hemmahamn i sjöarna är mycket stort och ett ansevärt antal båtklubbar finns runt sjöarna. Såväl av kommunerna iordningsställda badplatser som privata sådana finns i stort antal. Vintertid är sjöarna omtyckta områden för bl.a. långfärdsskridsko. Det lokala sport- och fritidsfisket är betydande. För Hjälmaren har det allt bättre gösfisket i sjön inneburit ett ökat intresse från sportfiskare. Det förekommer även kräftfiskearrangemang runt Hjälmaren. Det finns drygt 20 campinganläggningar i anslutning till Mälaren och Hjälmaren, vissa med stuguthyrning. Dessutom finns ett antal hotell, vandrarhem, konferensanläggningar, restauranger och golfbanor i anslutning till sjöarna.

Fiskerinäringen

Fiskbestånden i de stora sjöarna utgör nationella resurser och sjöarna är klassade som riksintressen för yrkesfisket. I Mälaren finns knappt 40 yrkesfiskare som huvudsakligen fångar gös, ål, abborre och siklöja. I Hjälmaren fiskar drygt 30 yrkesfiskare. De fiskar främst efter ål och gös samt med kräftmjärdar.

Tabell 3.5 Förstahandsvärde (kronor) år 2005 för ekonomiskt viktiga arter för Mälaren och Hjälmaren

	Mälaren	Hjälmaren
Gös	7 281 407	6 713 497
Ål	2 845 817	1 210 924
Kräfta	-	3 268 240
Siklöja	524 946	-
varav Löjrom	370 024	-
Övriga arter	674 031	999 120

Källa. Fiskeriverket, 2006.

Sjöfart

Sjöfarten på Mälaren har långa traditioner. Redan på 1600-talet började grund att märkas ut och 1924 byggdes den nuvarande slussen i Södertälje. Trafiken genom Hammarby sluss är på grund av slussens begränsade storlek av marginell betydelse för godstransporter. Mellan åren 1992 och 2000 växte den totalt transporterade godsmängden ifrån 3,4 miljoner ton/år till närmare 4,7 miljoner ton/år, vilket motsvarar mer än 4 % årligen utslaget över hela tidsperioden. Cement, petroleumprodukter, massaved/flis och kalk/gips utgör de viktigaste varorna som transporteras in i Mälaren. Gödsel, spannmål, järn och stål samt styckegods utgör de viktigaste produkterna som transporteras ut (ref. Sjöfartsverket; Södertälje kanal och sluss, Förutsättningar för större fartyg, teknisk/ekonomisk studie 2001):

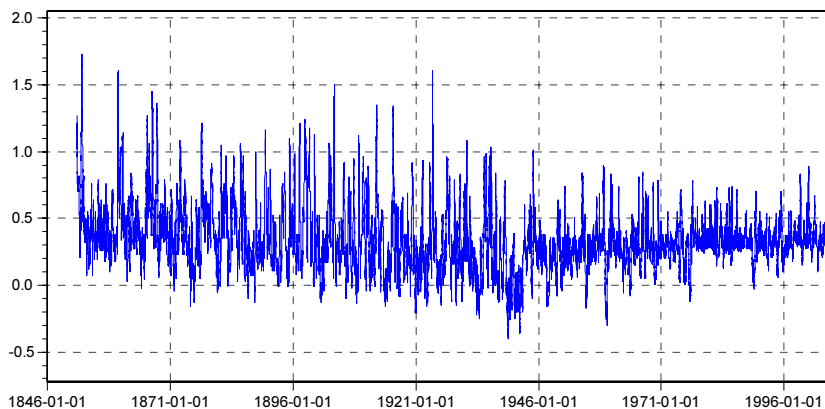
De helt dominerande hamnarna i Mälaren är Västerås och Köping med en godsomsättning år 2000 på 2,1 respektive 1,6 miljoner ton, vilket motsvarar ca 80 % av den totalt transporterade kvantiteten. Genom sammanslagningen av Västerås och Köpings hamnar till Mälarenhamnar AB år 2001 skapades Sveriges elfte största allmänna hamn (Slussrapport, SH-analys). Sjöfarten på Hjälmaren består i huvudsak av fritidsbåtstrafik.

3.1.4 Tidigare översvämningar

Översvämningar före år 2000

Innan regleringen av Mälaren varierade vattenstånden mer än idag vilket framgår av figur 1 nedan. Översvämningar såväl som riktigt låga vattenstånd har förekommit vid ett flertal tillfällen i historisk tid.

Figur 3.4 Variationer i Mälarens vattenstånd sedan mitten av 1800-talet



Källa: Bergström et al., 2006.

De allra högsta nivåerna i Mälaren kan hänföras till tiden före regleringen. Översvämningar drabbade Mälaren vid ett flertal tillfällen under artonhundratalet samt i början av 1900-talet. Ett av de värsta åren då betydande delar av t.ex. Gamla Stan ställdes under vatten var år 1924 (se bild 3.1). Även om konsekvenserna blev betydande bör det understrykas att på den tiden saknades mycket av den känsliga infrastruktur och de tunnelsystem som finns idag. Översvämningar av Hjälmaren har också varit vanligt förekommande. De högsta värdena sedan sjösänkningen i slutet av 1800 talet nåddes även i Hjälmaren år 1924 med +22,48 m, vilket motsvarar ett hundraårsflöde.

Bild 3.1 Mälarhamnen i Stockholm vid översvämningen våren 1924

Foto: S. Ernfors.

Översvämningarna i Mälaren hösten 2000

De kraftiga översvämningarna i Sverige under år 2000/2001 påverkade också Mälaren, även om de inte blev lika dramatiska som i Dalsland och Värmland. I Mälaren uppmättes i december 2000 det högsta vattenståndet under reglerad tid. Vattenståndet nådde då 89 cm i RH00 dvs. 56 cm över medelvattenståndet i Mälaren, men fortfarande 7 cm från nivån motsvarande ett hundraårsflöde. Vatten hotade flera viktiga funktioner och tappningen ur sjön ökades utöver av gällande vattendom fastställd gräns. Trots detta drabbades många fritidshus och stora arealer åkermark. Dessutom läckte vatten in under järnvägsspåren nära Gamla Stans tunnelbanestation och läns-pumpning fick tillgripas. Det var endast centimetrar från att vatten hade läckt in i tunnelbanans biljetthall och spårssystem. Situationen år 2000 i Mälaren visade att därmed att det finns säkerhetsproblem som bland annat kan komma att beröra centrala Stockholm.

Översvämningar i Hjälmaren hösten 2000

Höstfloden år 2000 kom att bli bekymmersam i Hjälmaren. I oktober föll ca 180 mm (normalt 60 mm) och november 215 mm (normalt 67 mm) i Örebro (Länsstyrelsen i Örebro län, 2006). Även under december fortsatte det att regna. Vattendomen för Hjälmaren skulle medgivit en mindre tappning under hösten men tack vare att sjön tappades av maximalt mellan sommar- och höstflödena kunde de värsta konsekvenserna och skadorna undvikas. Hjälmarens vattennivå kulminerade vid årsskiftet 2000/2001 på den högsta nivån sedan 1966. I samband med de höga vattennivåerna fick stadsdelen Rynninge i Örebro vallas in. Lantbruket fick också problem. Fyra invallningar med sammanlagt 450 ha blev genombrutna. Tre invallningar med sammanlagt 350 ha var nära genombrott och Rumboslättens invallningar med 500–1000 ha hade en mycket liten marginal till genombrott men klarade sig. Med översvämningarna drabbades vallar och nysådd höstspannmål samt problem uppstod att stallgödsel och höstplöja åkermarken vilket drabbade påföljande års odling. En mindre väg (vägen till Furunäs) som knyter samman 15 hushåll med omvärlden hamnade under vatten i samband med brott i invallningarna och blev farbar först efter två månader.

3.1.5 Rik naturmiljö och biologisk mångfald gynnas av vattenståndsvariationer

Mälarens naturmiljö idag och i ett ändrat klimat – komplexa samband

Inom ramen för utredningen har en översiktlig analys av naturmiljön i och kring Mälaren i dagsläget utförts av länsstyrelsen i Stockholms län och länsstyrelsen i Västmanlands län. De har också bedömt vilka effekter kommande klimatförändringar kan få. Naturmiljön är oerhört komplex och mer djuplodande och heltäckande analyser och forskning krävs för att dra säkrare slutsatser. Vi bedömer att en hel del av de samband som gäller för Mälaren också är aktuella för Hjälmaren.

Årliga översvämningar av stor betydelse för naturmiljön och biologisk mångfald

Sedan början av 1900-talet har minskad årsamplitud av vattenståndet lett till att stora arealer strandängar och s.k. blå bård (grunda vegetations- och artrika vattenområden mellan vass och strandäng) och andra öppna områden i strandzonen vuxit igen och homogena vassbälten har brett ut sig. Detta beror delvis på att den naturliga bekämpningen av busk- och vassvegetation i samband med islossning minskat kraftigt. En bidragande faktor är också att störning av den högväxande vegetationen genom varierande vattenstånd över året minskat. I och med minskade arealer av strandängar och blå bård hotas en redan idag sällsynt flora och fauna knutna till dessa miljöer. Inom stora arealer av naturreservat/natura 2000 områden i anslutning till Mälaren är skötseln av dessa områden på konstgjord väg (vassröjning m.m.) omfattande och kostnadskrävande.

Effekter av minskad vattenståndsamplitud

Sedan regleringen av Mälaren har vår- och höstöversvämningarna minskat i omfattning. Detta har medfört att det uppstått en brist på lämpliga rast- och födosökslokaler för många hotade fåglar varav flera arter är rödlistade. Likaså innebär detta försämrade lekmöjligheter och möjligheter till överlevnad i de unga stadierna för många av Mälarens fiskarter. De naturligt förekommande strandnära lövskogarna håller idag på många håll att växa igen med gran eftersom uteblivna våröversvämningar innebär en förlorad konkurrensfördel för lövträden.

Viktigast ur naturvårdssynpunkt är att Mälarens vattenstånd erhåller en amplitud med högre vattennivåer under en längre period under våren, dvs. från mitten av mars till mitten av maj.

Påverkan på naturmiljön vid fortsatta klimatförändringar

Med de förväntade klimatförändringar som beskrivs i kapitel 2 kommer Mälarens nivå oftare än idag att nå medelhöga och låga vattenstånd. Därmed kommer det att bli vanligare med större vattenståndsvariationer över året än vad som är fallet i dag, med oftare förekommande höga nivåer under höst- och vinter och de

lägsta nivåerna under sommaren. Vidare förväntas vårfloden komma tidigare på året och de mest extrema tillrinningarna under våren väntas minska.

Ändrade temperaturförhållanden kommer sannolikt att leda till ändrad artsammansättning både för flora och fauna med obalanser i ekosystemen.

Tidigare vårflod innebär att Mälarens naturliga avsänkning börjar tidigare. Detta medför att vegetationens växtsäsong kommer att bli längre vilket är gynnsamt för alla typer av vattenväxter. Effekten av en längre växtsäsong skulle också kunna bli att en viss eller vissa arter tar över och kommer att dominera, vilket i så fall inte är positivt för den biologiska mångfalden. Det är dock svårt att förutse hur dominansförhållanden påverkas av klimatförändringar.

Lägre vattennivåer under sommarhalvåret än vad vi har idag kommer att ge bättre förutsättningar för t.ex. vass och kaveldun att sprida sig till nya platser. Likaså kan vissa undervattenväxter, exempelvis vattenpest och hornsärv gynnas. Att undervattensvegetationen ökar är positivt för en stor del av den biologiska mångfalden eftersom mycket av vattenfaunan söker sig till dessa miljöer.

Samtidigt kommer effekterna av islyftning sannolikt att minska, dels p.g.a. minskad isförekomst dels genom att isläggningen oftare inträffar vid högt vattenstånd. Om vattennivån är fortsatt hög fram till islossningen medför detta att den naturliga islyftningen blir mindre eller uteblir. En nivåförändring om ca 50 cm eller mer behövs för att hämma tillväxten av vass och kaveldun. Idag är medelvariationen mellan hög och lågvatten ca 30 cm. Sannolikt kommer den sammantagna effekten av lägre vattenstånd på sommaren och utebliven islyftning att ha större influens på vass och kavelduns tillväxt än den ökade naturliga amplituden.

Som en följd av ett varmare klimat med snöfria isar, tidigare islossning eller obefintlig isläggning kommer växtplankton bli aktiva tidigare på året än hittills. Detta gynnar växtplanktons tillväxt vilket också medför att algblomning kan uppstå tidigare på året. Med en högre vattentemperatur ökar även risken för tillväxt av giftiga alger vilket kan påverka marina djur och växter. Med mer växtplankton kan också djurplankton öka i omfattning men om det finns gott om planktonätande fisk så ökar inte biomassan av djurplankton. Resultatet kan istället bli ett alggrumlat vatten med låga siktdjup.

En annan effekt av högre vattentemperatur är mindre vertikal-omblandning och större risk för syrebrist inom vissa bottenområden. Detta kan dock, åtminstone delvis, motverkas av minskat istäcke och om vinden ökar i ett förändrat klimat. Med varmare vatten som gynnar en högre produktion av organiskt material, som är syretärande när det bryts ned, kan syrebrist i större omfattning än hittills uppstå i de djupare delarna av Mälaren. Syrebrist är en viktig begränsande faktor för vissa djurarter, exempelvis sik och den i Mälaren sällsynta hornsimpa.

Temperatur och ljusförhållanden är centrala för fiskens levnadsförhållanden. Fisk som hör till kallvattenarterna som öring, hornsimpa och nors missgynnas av högre vattentemperaturer. Varmvattenarter som gös, gädda, abborre, mört och sutare gynnas. Fiskbeståndet i Mälaren består idag till största delen av varmvattenarter som leker på våren. Att de medelhöga vattennivåerna återkommer mer frekvent i ett ändrat klimat är en fördel för de vårlekande fiskarterna. Tillväxten i fiskens tidiga stadier gynnas av högre vattentemperaturer med ökad tillgång på växt- och djurplankton. Framför allt gös men även arter som ål och karpfiskar kommer att gynnas av en högre temperatur. Fiskarter som kommer att påverkas negativt genom ökad predation och sämre föryngring är förutom hornsimpa bland annat sik, siklöja, nors och lake.

För många fågelarter är årligen återkommande översvämningar en viktig förutsättning. På de översvämmade ytorna skapas grunda, öppna vattenområden med hög temperatur, gott om insekter och annat djur- och växtliv som blir till föda för fåglarna. Förändringen i klimatet med större variationer i vattenståndet kommer att gynna fågellivet. En viktig förutsättning för många fågelarter är också att det finns öppna områden utan högväxande vegetation (vass m.m.), gärna hävdade på något sätt.

För några få av de idag skyddade områden finns en hotbild genom att de ligger i anslutning till förorenade markområden vars föroreningar skulle kunna spridas till de värdefulla naturområdena vid en kraftigare översvämning. Vilken eventuell skadlig effekt detta skulle kunna ha har dock inte granskats mer ingående av utredningen.

Ökade avtappningsmöjligheter kan gynna en rik naturmiljö

Med en ökad avtappningsförmåga och en ändrad vattenregleringsregim finns förutsättningar att återskapa bättre förutsättningar för naturmiljön och den biologiska mångfalden och att delvis motverka negativa effekter av kommande klimatförändringar. Vattenståndet i Mälaren bör ur detta perspektiv variera rejält under året och framför allt bör nivån hållas hög under våren fram till mitten på maj. Därefter bör nivån sjunka till lägre nivåer, dock inte för lågt.

En avsänkning av vattennivån under sommaren och hösten och en höjning under senare delen av året fram till mitten på maj skulle ge sämre förutsättningar för sådan högväxande vattenvegetation som i övrigt kommer att gynnas av ett varmare klimat. En sådan vattenståndsvariation behöver sannolikt vara årligt återkommande och med en amplitud om ca 50 cm eller mer. För att minska utbredningen av de konkurrenskraftiga högväxande vattenväxterna bör sannolikt även de extremt låga vattennivåerna minimeras.

De flesta fiskarterna i Mälaren är varmvattenarter som generellt gynnas av återkommande höga vattennivåer under våren. Det viktiga för dessa fiskar är att vattennivåerna är så höga som möjligt från islossningen fram till mitten på maj. Med en mer kontinuerlig tappning från Mälaren skulle bättre förutsättningar för fiskvandring från Saltsjön till Mälaren ges.

De flesta fågelarter som lever i anslutning till stränderna runt Mälaren, exempelvis vadare och änder, gynnas av årligt återkommande vattenståndsvariationer. Vattennivåerna bör vara så höga som möjligt under våren och försommaren för att skapa de grunda öppna vattenytor som behövs för häckning och födosök.

3.2 Översvämningsrisker för Vätern och konsekvenser nu och i framtiden (förutsättningar och metod)

I beskrivningen av vad ett förändrat klimat kan innebära för översvämningsrisker i Mälaren har vi kunnat dra nytta av de studier som utförts av det s.k. SEAREG-projektet (Viehhauser et al., 2005) och det av länsförsäkringsbolagen finansierade projektet Framtidens översvämningsrisker. Metodik för analys av höga flöden har hämtats från de i kapitel 2.3.1 beskrivna projektet Känslighetsanalys av Flödeskommitténs riktlinjer i ett framtida förändrat klimat.

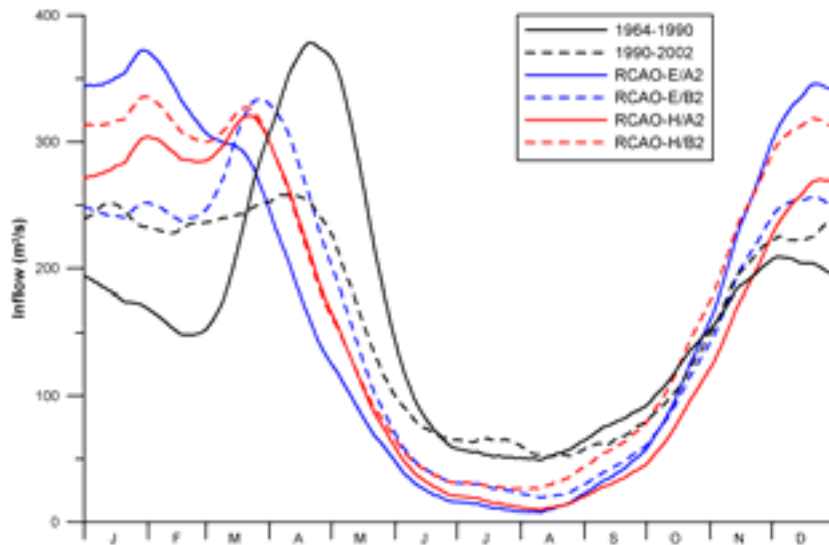
3.2.1 Mälaren i ett förändrat klimat

Vi har låtit studera fyra olika klimatscenarier för åren 2071–2100 och ett som kontinuerligt beskriver utvecklingen från dagens klimat fram till 2100. De hydrologiska konsekvenserna är beräknade med den s.k. HBV-modellen, se även kapitel 2.2.

Beräknad förändring av Mälarens tillrinning

Figur 3.5 visar hur tillrinningen till Mälaren i genomsnitt förändras om klimatet ändras i enlighet med klimatscenarierna. Klimatförändringarna väntas ge ett klimat som i genomsnitt för Sverige blir mellan ca 2,5 och 4 grader varmare än idag. Uppvärmningen beräknas ge mer instabila vintrar med minskat och kortvarigare snötäcke i Mälarenregionen. Detta ger en högre vintertillrinning men en lägre och tidigare vårflod. Tillrinningen sommartid väntas bli lägre än idag samtidigt som avdunstningen ökar. Som framgår av figuren liknar situationen under senare års vintrar den förväntade utvecklingen, medan sommartillrinningen ännu inte visat någon minskande tendens.

Figur 3.5 Genomsnittlig förändring av tillrinningen till Mälaren enligt fyra klimatscenarier för perioden 2071–2100. Som jämförelse har perioderna 1964–1990 och 1991–2002 lagts in

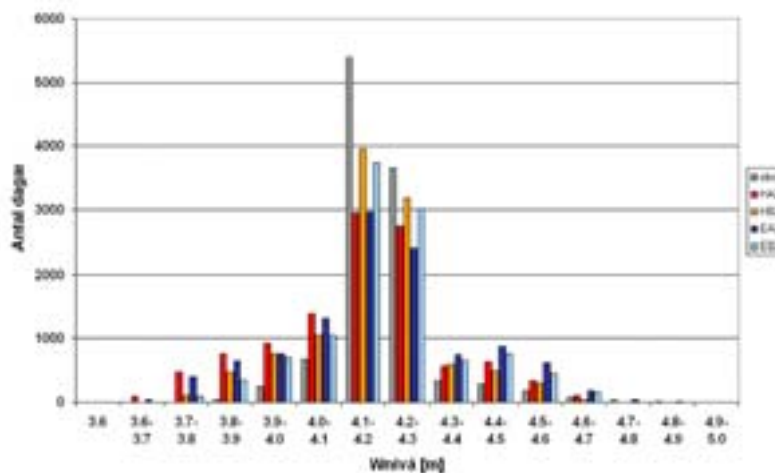


Källa: Bergström et al., 2006.

Beräknade förändringar av vattenstånd

Med en förenklad metod har vattenståndsutvecklingen för Mälaren beräknats för respektive klimatscenario. Resultaten av dessa beräkningar sammanfattas i Figur 3.6. Som framgår förväntas såväl de höga som de låga vattennivåerna blir vanligare enligt scenarierna medan antalet dagar vid mellannivåerna minskar. De höga nivåerna kommer företrädesvis att inträffa vintertid medan de lägsta nivåerna kan väntas under sommaren. De allra högsta nivåerna blir något lägre för tre av de fyra klimatscenierna. E/A2-scenariet ger en liten ökning av antalet dagar med de högsta nivåerna.

Figur 3.6 Beräknat antalet dagar under 30-årsperioden 2071–2100 med olika vattennivåer i Mälaren enligt fyra olika klimatscenarier jämfört med observationer under perioden 1961–1990

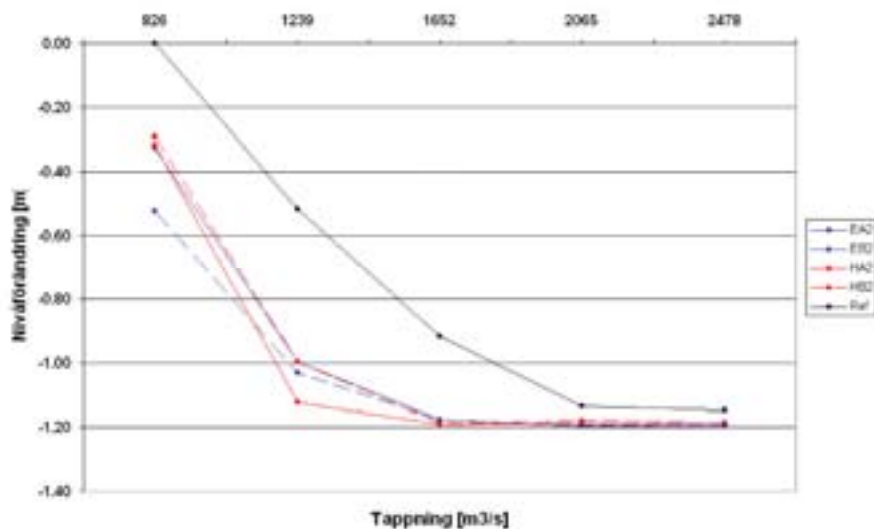


Källa: Bergström et al., 2006.

Förändringar av dimensionerande nivå i Mälaren

Vi har använt den beräkningsteknik som tagits fram inom projektet Känslighetsanalys av *Flödeskommitténs riktlinjer i ett framtida förändrat klimat*. (Elforsk, 2005). Vi har med denna teknik låtit beräkna de allra högsta vattenflödena i dagens klimat och för fyra framtidsscenarioer. Dessutom har vi låtit simulera en ökning av den maximala avtappningskapaciteten ur Mälaren med 50, 100, 150 och 200 % jämfört med dagens förhållanden. De ändringar av det maximala vattenståndet i Mälaren som blir resultaten av denna beräkning redovisas för respektive klimatscenario i Figur 3.7.

Figur 3.7 Ändringen av Mälarens högsta vattenstånd vid olika tappningskapacitet och ett dimensionerande flöde under dagens klimat och ett framtida klimat enligt de fyra scenarierna som använts för åren 2071–2100



Not: I dagsläget bedöms totala tappningskapaciteten vara ca 826 m/s.

Källa: Bergström et al., 2006.

Figur 3.7 visar att de dimensionerande nivåerna blir lägre enligt alla fyra klimatscenerier än för dagens klimatförhållanden. Det beror främst på att såväl det genomsnittliga som det största tänkbara snömagasinet inom avrinningsområdet blir mindre när klimatet blir varmare, men också på att avdunstningen beräknas öka.

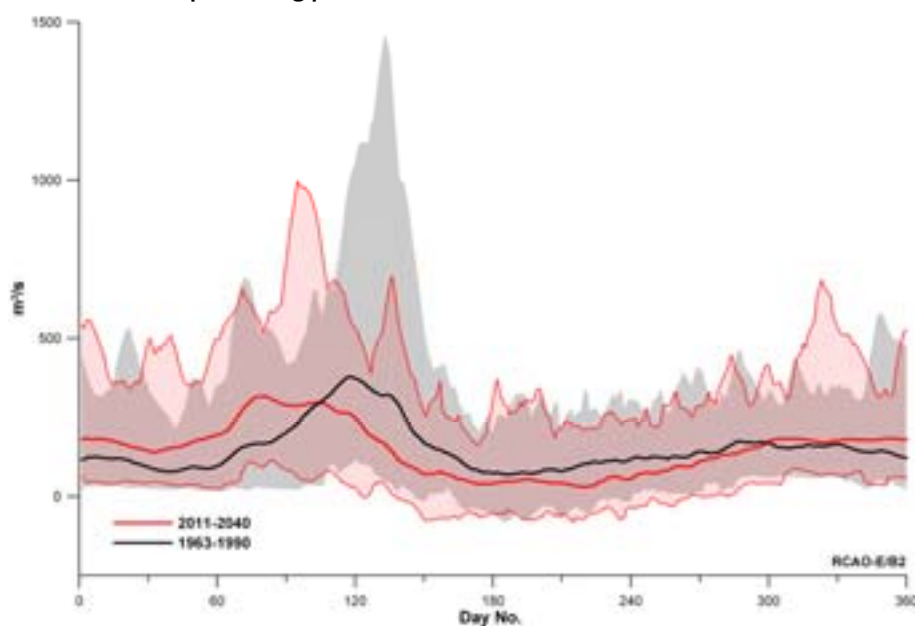
Kontinuerlig förändring av klimatet och flödesmönstren

Ser man till när i framtiden förändringarna i flöden och nivåer kan väntas inträffa så visar klimatsimuleringarna från SMHI att kontinuerliga förändringar i den årliga flödesdynamiken kan förväntas. Vårfloden beräknas komma allt tidigare samtidigt som flödestopparna under vårfloden minskar. Flödena beräknas också successivt stiga under höst och vinter medan de väntas minska under sommaren. Sammantaget tyder detta på att de mest extrema tillrinningarna kan komma att minska. Figur 3.8 visar hur den

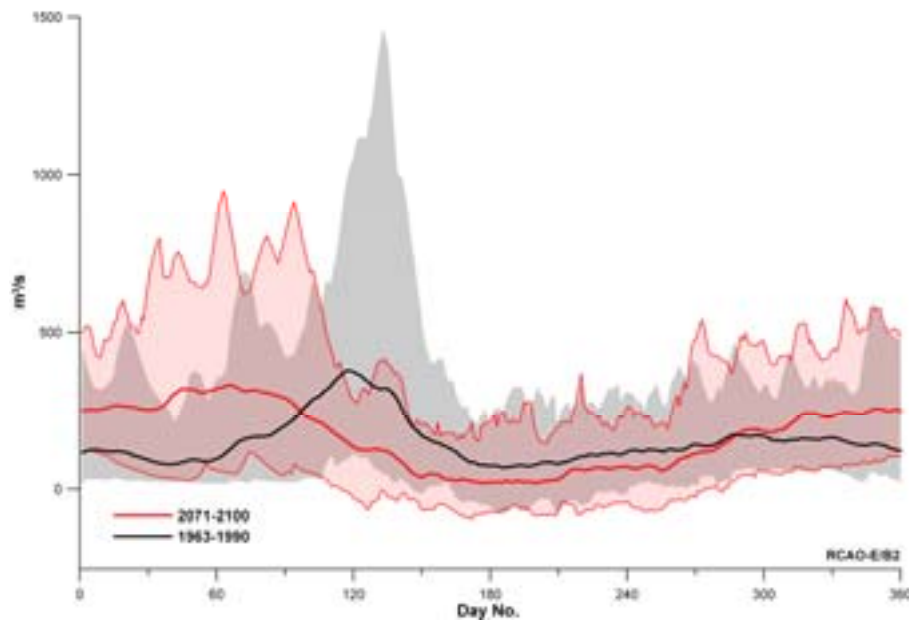
beräknade årsdynamiken i tillrinningen beräknas förändras efterhand som den globala uppvärmningen fortskrider.

Enligt beräkningarna kommer den maximala tillrinningen till Mälaren att vara ganska stabil under det kommande seklet. Det bör dock observeras att denna analys bara baseras på ett klimatscenario.

Figur 3.8 Beräknad förändring i årsdynamiken i tillrinning till Mälaren enligt E/B2-scenariot. Sammanfattning för de två tidsperioderna 2011–2040 respektive 2071–2100 i jämförelse med 1963–1990. De yttre begränsningarna avser det högsta och lägsta värdet för respektive dag på året¹



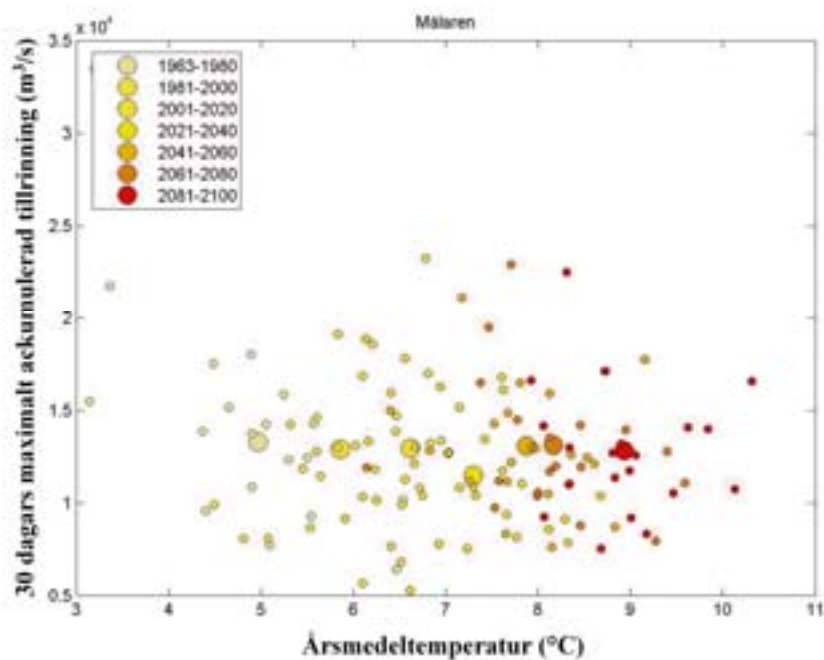
¹ Året har antagits ha 360 dagar i beräkningarna i Figur 3.8 för att dessa skall passa till data från klimatscenerierna.



Källa: Bergström et al., 2006.

I Figur 3.9 visas hur förloppet, uttryckt i maximal tillrinning, under en period av 30 dagar, vilket kan vara relevant för översvämningensriskerna, väntas utvecklas efterhand som klimatet förändras. De större cirklarna är medelvärden för olika 20-års perioder och de mindre avser enskilda år.

Figur 3.9 Kontinuerliga förändringar av den maximala tillrinningen, under 30 dagar, till Mälaren under olika 20-års perioder baserad på E/B2-scenariot. De större cirklarna är medelvärden för de angivna 20-års perioderna och de mindre avser enskilda år. På x-axeln anges årsmedeltemperaturen



Källa: Bergström et al., 2006

3.2.2 Hjälmaren i ett förändrat klimat

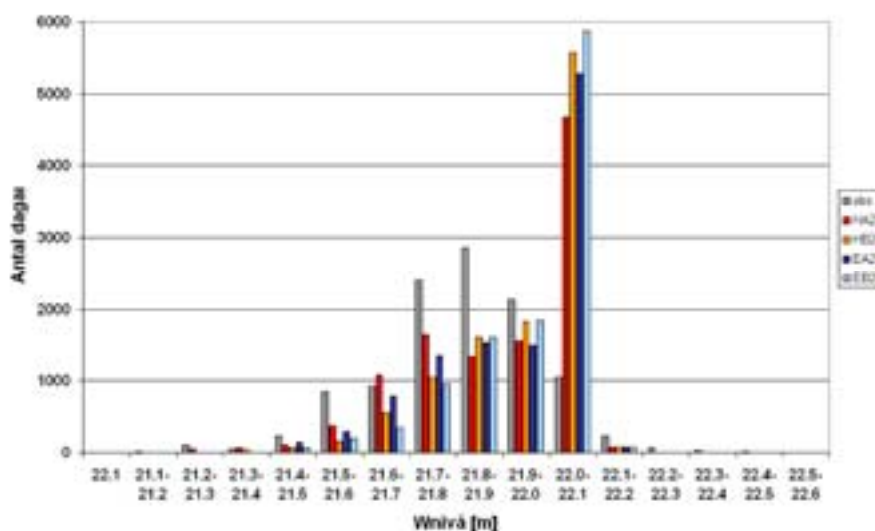
Även för Hjälmaren har vi låtit SMHI analysera samma fyra klimat-scenarier för åren 2071–2100 och ett scenario som kontinuerligt beskriver utvecklingen från dagens klimat fram till år 2100. De hydrologiska konsekvenserna är liksom för Mälaren beräknade med HBV-modellen, se även kapitel 2.2.

Beräknade förändringar av vattenstånden i Hjälmaren

Ett förändrat klimat enligt de fyra olika scenarierna skulle enligt beräkningarna leda till betydande förändringar i den årliga cykeln för tillrinning och vattenstånd i Hjälmaren, se figur 3.10. P.g.a. en ökning av den genomsnittliga nederbörden skulle de idag vanligast

förekommande vattenstånd kring +21,70–21,80 m förskjutas något uppåt. Därmed skulle framförallt vattenstånd i intervallet +22,0–22,1 m bli vanligare. Genom att snömängderna förväntas minska beräknas den genomsnittliga vårfloden bli mindre. De allra högsta nivåerna skulle främst p.g.a. detta bli mer sällsynta. De lägsta nivåerna bedöms också bli sällsyntare, då ökad avdunstning förväntas uppvägas av ett nederbördsrikare klimat i Hjälmarens avrinningsområde.

Figur 3.10 Beräknat antal dagar under 30-årsperioden 2071–2100 med olika vattennivåer i Hjälmaren enligt dagens förhållanden och fyra klimatscenarier



Källa: Bergström et al., 2006.

Beräknad förändring av dimensionerande nivå i Hjälmaren

Förändringarna av de allra högsta nivåerna i Hjälmaren väntas bli ganska små. Beräkningarna, som liksom för Mälaren grundar sig på teknik som tagit fram inom projekten *Känslighetsanalys av Flödeskommitténs riktlinjer i ett framtida förändrat klimat* och *Framtidens översvämningsrisker* visar på lika höga eller någon dm högre nivåer än i dagens klimat. se Tabell 3.6.

Tabell 3.6 Förändringen av Hjälmarens beräknade högsta vattenstånd vid ett dimensionerande flöde enligt Flödeskommitténs riktlinjer, i ett framtida klimat i relation till dagens klimat, enligt fyra klimatscenarier

Klimatscenarier	Vattenståndsförändring (m)
H/A2	+0,2
H/B2	±0
E/A2	+0,1
E/B2	+0,1

Källa: Bergström et al., 2006.

3.2.3 Översvämningsnivåer som studeras

Vi studerar en hundraårsnivå och en dimensionerande nivå

Vi har valt att studera två olika nivåer på översvämningsnivåer dels en nivå som kan förväntas återkomma med ca 100 års intervall (100 års återkomsttid). Det är här värt att påpeka att en återkomsttid på 100 år för en viss nivå innebär att sannolikheten för att nivån ska överskridas under de närmaste 100 åren är 63 %. Sannolikheten för att nivån överskrids under de närmaste 50 åren är 39 %. Vi har också valt att studera en "dimensionerande nivå" och då särskilt analyserat vilka effekter en sådan nivå har på samhällsviktiga funktioner, t.ex. viss infrastruktur som riksvägar och spårvägar, tät bebyggelse, viktigare samhällsservice och industrier. Denna nivå motsvarar ett s.k. dimensionerande flöde (se kapitel 2) som rent statistiskt kan förväntas inträffa mer sällan än ca vart 10 000:e år.

SMHI:s studier (Bergström et al., 2006) visar att de dimensionerande nivåerna i Mälaren och Hjälmaren inte bedöms förändras med mer än någon dm jämfört med situationen i dagens klimat. Inte heller 100-årsnivåerna förväntas ändras speciellt mycket. Detta har förenklat övervägandena om vilka nivåer som bör studeras.

Sjöarnas storlek gör att de är tröga system. När ett högt vattenstånd inträtt kommer det därför att dröja åtskilliga veckor, kanske månader, innan vattenståndet sjunkit väsentligt. Det är därför ganska sannolikt att det under någon period under en högvattenepisod kan uppstå en betydande vindpåverkan som snedställer sjöytan och lokalt höjer vattenståndet ytterligare. För såväl Mälaren som Hjälmaren bedöms vindpåverkan framför allt kunna bli betydande vid stark ostlig eller västlig vind. Därtill

kommer att särskilt utsatta platser också kan utsättas för vågpåverkan.

För Mälaren bedöms vindpåverkan kunna ge en snedställning av sjöytan med som mest 2–3 dm. För Hjälmaren bedöms stark vind i Storhjälmarens längdriktning (västlig och östlig) kunna ge upp till 5 dm extra höjning av vattenytan i västra eller östra änden medan andra vindriktningar bedöms kunna ge ca 3 dm (SMHI, pers kommunikation Bergström och Sanner). Vi har valt att generellt inkludera effekterna av en snedställning av sjöytan vid analysen av vilka skador som kan uppstå.

Vågornas inverkan går inte att generalisera för vare sig Mälarens eller Hjälmarens stränder eftersom deras effekt varierar starkt beroende av strandavsnittets utsatthet och bottentopografi. Påverkan från vågor innebär också tidsmässigt kortvariga förlopp och olika typer av objekt kan vara olika känsliga för vågpåverkan. Vi har generellt inte kunnat ta hänsyn till den eventuella påverkan som vågor ger.

De nivåer som vi valt att studera är för Mälaren en nivå som ungefär motsvarar ett hundraårsflöde såväl i dagens som i ett framtida klimat med hänsyn taget till vindpåverkan som kan uppgå till ca 30 cm. Denna nivå sätts till +1,30 m i RH00, vilket motsvarar +1,66 m i RH 70 och +5,15 m i Mälarens eget höjdsystem. En dimensionerande vattennivå i Mälaren som ungefär motsvarar ett dimensionerande flöde för klass 1 dammar, se kapitel 2.2, inklusive vindpåverkan är +2,30 m i RH00, +2,66 m i RH 70 eller +6,14 m i Mälarens eget höjdsystem.

För Hjälmaren har nivån motsvarande ett hundraårsflöde enligt samma mönster satts till +22,54 m i RH00 vilket motsvarar +22,90 m i RH 70. Denna nivå har också använts vid tidigare översiktlig översvämningskartering och skiljer sig bara marginellt från högsta uppmätta nivå under perioden 1922–2000 som var +22,48 m i RH 00. Med vindpåverkan kan nivån bli 30 till 50 cm högre. Vi har inkluderat en genomsnittlig maximal vindpåverkan (ca 40 cm) och sökt belysa en nivå omkring +22,90 m i RH00 där skador kan uppstå även vid kortvarig översvämning. En högre nivå som ungefär motsvarar ett s.k. dimensionerande flöde i såväl dagens som ett framtida klimat är för Hjälmaren +23,30 m i RH00 vilket motsvarar +23,66 m i RH 70. Vi har på samma sätt som för 100-årsnivån sökt beakta en genomsnittlig effekt av maximal vindpåverkan genom analys av en nivå kring +23,70 m i RH00.

3.2.4 Konsekvenser för sjöfart, hamnar, vägar och järnvägar

Konsekvenser för vägar vid en hundraårsnivå

En översvämning motsvarande hundraårsnivån skulle innebära stora problem för kommunala vägar i kommunerna kring Mälaren. I Stockholm skulle delar av Tegelbacken i centrala Stockholm översvämmas med konsekvenser för bl.a. vägtrafiken i området och flera busslinjer. Områden i Gamla Stan och på Riddarholmen kan också drabbas. Solvallaområdet kan också få vissa problem. Ekerö kommun skulle sannolikt drabbas av avskurna lokalvägar och fastigheter. I Köpings kommun är det främst vägen till bostads- och fritidshusområdet Malmön som drabbas. Vägen var delvis översvämmad i samband med översvämningarna år 2000. I Västerås kommer broförbindelsen till Björnön, med restaurang, konferens- och motionsanläggningar samt cirka 10 bostadshus och 100 fritidshus, att översvämmas men förbindelsen bedöms kunna upprätthållas med tillfälliga åtgärder. En väg (Lindövägen) till ett område med ca 370 permanentbostäder kan delvis svämmas över. I Kungsörs kommun bedömer man att en kortare sträcka av E20 vid samhället Svarthäll ligger i farozonen (vägen var översvämmad en kortare tid 1977). Om Eskilstunaån svämmas över kommer E20, norr om Eskilstuna tätort, att drabbas av flödet men den kommer sannolikt inte att stå under vatten. Dock blir Västerleden mot Torshälla under E20 helt översvämmad. Även i övrigt kan vissa allmänna vägar kring sjöarna påverkas. Många cykelvägar, gångvägar och småbåtshamnar drabbas också hårt redan vid denna nivå.

Konsekvenser för vägar vid en dimensionerande nivå

Inga allmänna vägar utanför det kommunala vägnätet ser ut att svämma över i Stockholms län. I Uppsala län påverkas två länsvägar (263 och 544) med omledning av trafiken på upp till 12 km. Därutöver kan en konferensanläggning, Arnö och bebyggelse i närheten av Enköping och Örsundsbro isoleras eftersom omledningsmöjligheter saknas. I Västmanlands län riskerar två avsnitt av riksväg 53 att översvämmas. Bebyggelse på Fullerö, Tidö-Lindö och Ängsö i närheten av Västerås riskerar att isoleras.

Bild 3.2 Bro och vägbank till Ängsö i Västmanland översvämmas vid högvatten



Källa: Vägverket Region öst, 2006.

I Södermanlands län finns risk för översvämning på E20 vid Läggesta samt tre länsvägar i närheten av Mälaren. Omledning av trafiken på E20 ger vägförlängning på 65 km.

Kring Hjälmaren finns risk för att en riksväg (Riksväg 56 vid Hjälmaresund) och tre länsvägar svämmas över. Delar av Torshälla och en del annan mer spridd bebyggelse kan isoleras. I Örebro län finns risk för översvämning på en länsväg där en 3 km lång omledning kan utnyttjas. Därutöver kan ett par mindre samhällen isoleras bl.a. Vinön i Hjälmaren där färjelägena får problem, se bild 3.3 nedan.

Bild 3.3 Färjeläget på Vinön

Källa: Vägverket Region öst, 2006.

En översvämning motsvarande en dimensionerande nivå skulle innebära mycket stora problem för gatu- och vägnätet i Stockholm. Fyra viktiga genomfartsgator, Vasagatan/Tegelbacken, Munkbroleden, Klarastrandsleden samt Södermälarsstrand, kan drabbas med stora negativa konsekvenser för trafiken i hela innerstaden. Översvämningar av Guldfjärdsplan på Södermalm skulle innebära stora svårigheter för all busstrafik mot Nacka och Värmdö. Dessutom skulle ett stort antal promenadstråk längs vattnet svämmas över. Solvallaområdet skulle också få stora problem. I Botkyrka drabbas båthamnar, Ekeröfärjan samt vissa vägvsnitt. Ekerö kommuns vägnät skulle få allvarliga problem och vissa delar av öarna i kommunen skulle troligen isoleras. I Huddinge kommun skulle framförallt viss busstrafik drabbas. I Nykvarns kommun är det främst en tillfartsväg till området Stora Härnö som kan drabbas. I Upplands Bro kan lokal busstrafik komma att drabbas då lokala vägar svämmas över. Ett flertal väg- och gatuavsnitt berörs eller sätts under vatten, bl.a. Hamngatan i centrala Västerås och

Kungsängsgatan, en starkt trafikerad lokal trafikled. Såväl Östra som Västra hamnen påverkas i betydande omfattning.

Vid Hjälmaren och längs Eskilstunaån hamnar E20 samt Folkestaleden i Eskilstuna under vatten. I Örebro kan kollektivtrafiken komma att påverkas men detta bedöms kunna hanteras genom att trafiken leds om till andra vägar. (Vägverket 2006).

Påverkan på spårburen trafik och flyg

Vid en hundraårsnivå klarar sig själva tunnelbanetråget vid gamla stan efter de förstärkningar som SL utfört. Biljetthallen översvämmas dock om inte förebyggande åtgärder kan vidtas (SL, 2006). Riddarholmstunneln, den s.k. "getingmidjan" riskerar enligt Banverket att bli översvämmad redan vid hundraårsnivån och all tågtrafik Söderut från Stockholm måste då stoppas. Pumpning kan eventuellt upprätthålla trafiken om begränsade mängder vatten strömmar in. I övrigt bedöms järnvägsnätet i Mälardalen påverkas genom tågstopp i Sundbyberg, Västerås och Köping samt genom ett antal hasighetsnedsättningar. I Västerås kommer flygplatsen att utsättas för vattennivåer nära en kritisk gräns.

Konsekvenserna vid översvämningar av Hjälmaren begränsar sig vid hundraårsnivån till att man eventuellt måste sätta ned hastigheten på en järnvägssträcka.

Vid en dimensionerande nivå skulle även spårområdet norr om Centralstationen, utefter Klarastrandsleden, påverkas och central-tunneln skulle sannolikt översvämmas. Tunnelbanan i Gamla Stan skulle vara översvämmad och tunnelbanetrafik skulle inte kunna bedrivas i centrala staden. Inga ytterligare konsekvenser väntas kring Hjälmaren (Banverket, 2006). I Västerås kommer flygplatsen att drabbas i betydande omfattning. Begränsningar i flygtrafiken uppstår då delar av landningsbanan och trafikledningssystemet berörs.

Påverkan på Sjöfarten

Mälarsjöfarten kommer efter den uppgradering av slussen i Södertälje som delvis inletts att klara en 100-årsnivå med ett par dm marginal. Hamnarna runt Mälaren skulle i huvudsak klara av ett vattenstånd motsvarande en hundraårsnivå utan störningar i

verksamheten. Vid en dimensionerande nivå kan ingen sjöfart bedrivas på Mälaren. Södertälje sluss skulle brädda och stora flöden skulle göra farleden mellan Södertälje sluss och Östersjön obrukbar. Vissa hamnar skulle tekniskt sett fortsatt kunna fungera. I huvudsak torde berörda redare sett till att få ut sina fartyg ur Mälaren innan Södertälje kanal blev obrukbar till följd av högt vattenstånd. Sjöfartsverket kan inte bedöma hur lång tid det skulle ta att få igång Södertälje sluss att säkerställa farledsdjup i Södertälje kanal efter en sådan händelse. (Sjöfartsverket, 2006).

3.2.5 Konsekvenser av översvämningar i Mälaren och Hjälmaren – Bebyggelse och offentlig verksamhet

Konsekvenser för bostäder och fritidshus vid hundraårsnivå i Mälaren

Vid en hundraårsnivå uppstår betydande skador på bostäder, kontor och service i flera städer och andra samhällen runt Mälaren och i något mindre utsträckning kring Hjälmaren. Även hus på landsbygden drabbas. Med nya översiktliga översvämningsskarteringar över de aktuella nivåerna som bas har vi låtit Räddningsverket med hjälp av fastighetskartor från Lantmäteriverket bedöma vilka byggytor som drabbas. Om en fastighet bara drabbats delvis har hela byggytan inkluderats. Räddningsverket uppger att detta kan ge några procents överskattning av den totala ytan. Enligt dessa beräkningar drabbas Stockholm värst med nära 190 000 m² i kategorin bostäder och fritidshus. Därefter följer Västerås med drygt 75 000 m². Även Ekerö drabbas förhållandevis hårt i förhållande till kommunens storlek. Därtill kommer stora ytor av annan bebyggelse som också drabbas. Totalt bedöms runt Mälaren bostadshus och fritidshus med en byggyta motsvarande drygt 360 000 m² drabbas vid en översvämning motsvarande en hundraårsnivå. Vidare uppskattas drygt 480 000 m² annan bebyggelse som industrilokaler och uthus, ställas helt eller delvis under vatten.

Enligt Stockholms stads egen inventering för utredningen (Stockholms Stad, 2006) är effekterna inte så allvarliga vid en 100-årsnivå men lokalt kan betydande konsekvenser uppstå. Sammantaget bedöms några områden med flerbostadshus, främst Liljeholmskajen, Lilla Essingen och Huvudsta Strand drabbas samt ett par villor. I Ekerö kommun grundas bedömningarna på en tidigare utredning inom samarbetet SEAREG (Viehauser et. al. 2005) där

de nivåer som studerades var 2–3 dm lägre än de vi valt att fokusera på. Ekerö kommun bedömer att cirka 200 fastigheter kan komma att drabbas vid denna nivå. Ett antal fritidshus kan skadas. I Köpings kommun kan ett antal fastigheter på Malmön drabbas. Tät fritidshusbebyggelse finns också på andra håll i kommunen längs Mälarens stränder. I Västerås kommun kommer enligt kommunens egen bedömning sammanlagt ca 500 fastigheter att drabbas, i vilken omfattning är dock oklart. I Hallstahammars kommun drabbas enligt kommunens egna bedömningar ca 5 bostadshus. I Kungsör bedömer kommunen att bara begränsade skador uppstår. Framförallt är det en del äldre fritidshus öster om Kungsör som kommer drabbas. I Uppsala län hotas totalt knappt 80 fastigheter. De flesta är småhus och lantbruk. Flertalet är belägna i Enköpings kommun. Eskilstuna kommun har en omfattande strandlinje längs både Hjälmaren och Mälaren, men även i Eskilstunaån som förbinder sjöarna. Vid analys av en översvämnings effekter har en detaljerad översvämningskartering över Eskilstunaån använts. Längs Eskilstunaåns stränder blir cirka 4,5 km² bebyggd mark, både bostäder och industriområden, översvämmade. Ca 115 bostadsbyggnader drabbas av flödet, en majoritet fritidshus. Vid Mälarens stränder berörs totalt 90 byggnader. Eskilstuna kommun planerar investeringar i förbättring av invallningar längs Eskilstunaån. Två miljoner kronor kommer att satsas under 2007 och 2,5 miljoner under 2008.

Konsekvenser för bostäder och fritidshus vid hundraårsnivå i Hjälmaren

Vid en hundraårsnivå i Hjälmaren bedöms, utifrån översiktliga översvämningskarteringar och fastighetskartor, en byggyta om totalt knappt 100 000 m² i kategorin bostäder, kontor och service drabbas. Vidare uppskattas drygt 100 000 m² annan bebyggelse som industrilokaler och uthus ställas helt eller delvis under vatten. I Örebro län bedöms totalt ca 26,5 km² mark hamna under vatten vid denna nivå. Ett trettiotal villor och fritidshus drabbas. Inom Örebro tätort påverkas framförallt stadsdelen Rynninge, där ett flertal villor kan komma att påverkas vid en översvämnings. För att undvika detta har kommunen vallat in området efter översvämningsarna år 2000/2001. Dessutom drabbas spridda fritidshus utanför Örebro tätort. Inom Örebro kommun är man restriktiv till

nybyggnation i översvämningshotade områden (Länsstyrelsen Örebro län, pers. kommunikation). Enligt Eskilstuna kommuns bedömningar berör en 100-årsnivå vid Hjälmaréns stränder cirka 130 byggnader i kommunen. I övriga kommuner med strand mot Hjälmarén är det främst bebyggelse i Arboga som får problem. I Katrineholm och Vingåker bedöms bara några enstaka hus påverkas.

Konsekvenser för offentliga verksamheter mm vid hundraårsnivå

Enligt Stockholms stads bedömningar berörs Riksdagshuset i de sydöstra delarna i ringa omfattning. I Solna ligger Riksskatteverket, Rymdbolaget och Statens Strålskyddsinstitut i farozonen. Det är dock oklart i vilken omfattning dessa drabbas. I Sigtuna bedömer kommunen att en översvämning kommer att påverka bl.a. kulturella värden. Dessutom kommer ett stort antal båthus, klubbhus eller liknade byggnader drabbas. I Stockholm är det lokaler belägna utefter Ulvsundasjön, Alvik strand, Södra Ängby, Grimsta, Sättra, Hägerstenshamnen, Stora Essingen, Gröndal, Årstaviken, Långholmen samt vid Rålambshovsparken som drabbas. Likaså kommer en del uthus, friggebodar på ett mindre antal strandnära fastigheter på olika plaster i staden att påverkas negativt.

Konsekvenser för bostäder kontor och service vid dimensionerande nivå

Vid en dimensionerande nivå ökar skadorna på bostäder och fritidshus och längs Mälarens stränder bedöms, utifrån översiktliga översvämningsskarteringar och fastighetskartor, en byggyta om totalt drygt 730 000 m² för kategorin bostäder, kontor och service drabbas. Vidare uppskattas knappt 900 000 m² annan bebyggelse som industrilokaler, lager, uthus, båthus m.m. ställas helt eller delvis under vatten. I Stockholmsområdet bedöms enligt stadens egna bedömningar tre kvarter i Gamla stan med både bostäder och annan verksamhet att helt eller delvis svämmas över. Vidare översvämmas minst ett 20-tal flerbostadshus i bl.a. Gröndal och Traneberg och några områden med flerbostadshus på Liljeholmskajen och Lilla Essingen. Cirka 25 villor i Mälarhöjden, på Stora Essingen, i Ängby och Ålsten drabbas också. Även i övrigt drabbas

bostäder och fritidshus runt om Mälaren. I Botkyrka kommun kommer viss radhus- och villabebyggelse samt en moské att drabbas. Ekerö kommun bedömer att cirka 350 fastigheter kan drabbas. En del fastigheter har dessutom tillkommit sedan beräkningarna gjorde. Solna kommun bedömer att bostadsfastigheter i området Huvudsta Strand, Sofiehem samt Furuberg kommer att drabbas. Upplands Bro bedömer att ett antal bostadshus kommer att drabbas. Huddinge kommun bedömer att fyra bostadsfastigheter kommer att drabbas. Nykvarns kommun bedömer att man inte kommer drabbas i någon större utsträckning. Sundbybergs kommun gränsar till ett av Mälarens inflöden men bedömer att översvämningar i Mälaren inte kan påverka dem. Upplands-Väsby menar att översvämningar sannolikt kommer att leda till konsekvenser. I Södertälje kan översvämningar enligt de nivåer som presenterats leda till konsekvenser. Dessa har dock inte kunnat kvantifieras av kommunen. I Järfälla har kommunen inte kommit in med någon lägesrapport men bedömer att stränderna mot Mälaren är så höga att konsekvenserna inte kommer att bli så omfattande. Övriga kommuner inom Stockholms län har inte lämnat några mer detaljerade redogörelser.

I Köpings kommun bedömer man att många fastigheter och bostadshus kommer att drabbas. Bostadsområdet Malmön riskerar att bli helt isolerat, då inga vägar kommer att vara framkomliga. I Västerås kommun bedömer man att ett stort antal fastigheter kommer drabbas, bl.a. upp till 800 lägenheter i ett nybyggt område vid Östra hamnen. Dessutom kan det antas att Svartåns vattenföring samtidigt ökar, vilket kan komma att påverka fler områden i stadens centrala delar. I Kungsör kommun bedömer man att betydande problem kan uppstå för fastigheter och för anläggningar av olika slag främst utefter Arbogaåns södra sida i de lägst liggande områdena, men några närmare analyser har inte gjorts. I Eskilstuna skulle sammanlagt 611 byggnader läggas under vatten. I Strängnäs stad bedöms endast centrala delar av stadskärnan runt hamnen kunna drabbas. Från övriga kommuner runt Mälaren saknas detaljerade uppgifter.

Längs Hjälmarens stränder bedöms 275 000 m² bostäder, kontor och service drabbas medan 348 000 m² annan bebyggelse svämvas över helt eller delvis baserat på översiktliga översvämningsskarteringar och fastighetskartor. De kommuner som enligt dessa uppgifter drabbas värst är Örebro följt av Arboga och Eskilstuna med effekterna i Vingåker och Katrineholm är begränsade. Arboga

kommun förutser dock inga problem med översvämningar i Hjälmaren, men däremot menar man att en översvämning av Arbogaån skulle ge betydande skador. Strandlinjen mot Hjälmaren i Vingåkers kommun är i regel förhållandevis brant. Undantaget är främst området kring Julitta-Ramsnäs där flera flackare partier finns. En campingplats och några fritidsfastigheter kan ligga i farozonen. Hjalmarkusten inom Katrineholms kommun är också den ganska brant. Effekterna av även kraftiga vattenståndshöjningar skulle därför bli relativt små enligt kommunen. Det är endast ett fåtal fastigheter som kan beröras och då främst i form av skador på uthus, båthus och brygganordningar. Några samhällsviktiga funktioner finns inte inom de områden som kan hotas av översvämning.

Offentliga byggnader vid en dimensionerande nivå

I Stockholm kommer Riksdagens ledamotshus att beröras. Området runt Tegelbacken och samtliga byggnader och verksamheter längs med Vasagatan mellan Tegelbacken och Centralstationen kan komma att drabbas, inklusive flera av departementen. Vid Kungsholms Strand påverkas Tekniska nämndhuset med en totalt påverkad yta på ca 500 m². I stort sett samtliga båthus, klubbhus mm kring Mälaren skulle också drabbas. I Kristineberg påverkas en tennis/rackethall på 4 000 m². I Uppsala län bedöms att en vårdbyggnad i Håbo kommun drabbas. I Eskilstuna skulle ett antal offentliga byggnader runt Rademachersmedjorna, vilka har ett kulturhistoriskt intresse, samt Sporthallen och delar av museibygnaderna på Faktoriholmarna att drabbas.

Inga serviceanläggningar eller offentliga inrättningar runt Hjälmaren tycks drabbas.

Övrig påverkan

Eventuella översvämningar har självklart även en hel del övrig påverkan förutom direkt påverkan på själva bebyggelsen. Översvämmad mark kan leda till sättningar, ras, skred etc. som i sin tur kan skada själva bebyggelsen. Även om själva fastigheten klarar sig kan en översvämmad industritomt leda till att anslutningar till fastigheterna försvåras eller helt förhindras. Detta kan i sin tur leda

till negativa konsekvenser för verksamheten. En eventuell översvämning skulle även leda till att dagvattenbrunnar och avlopp översvämmas, vilket resulterar i ytterliggare skador på fastigheter, mark och infrastruktur.

3.2.6 Påverkan på industrier

Konsekvenser vid en 100-års nivå

Ett drygt tiotal industriverksamheter runt Mälaren har identifierats som kan drabbas av skador. I regel bedömer de berörda företagen själva att skadorna vid denna nivå blir begränsade men undantag finns. Vid en översvämning motsvarande en hundraårsnivå är det i Stockholm främst verksamheter kring Ulvsundasjön som drabbas, till följd av vatteninträngning på industritomterna. Hässelby Värmeverk berörs delvis, men det är oklart i vilken omfattning driften kan påverkas. I Köpings kommun är det framför allt industriområdet vid hamnen, främst söder om Köpingsån som kan drabbas vid översvämning. I Hallstahammars kommun drabbas ett rökeri.

Konsekvenser vid en dimensionerande nivå

Vid en översvämning motsvarande en dimensionerande nivå ökar skadorna väsentligt på de industrianläggningar som berörs av översvämningar. SWECO VBB har på utredningens uppdrag försökt kartlägga kostnaderna för skador och bedömer de samlade skadorna till drygt 2 miljarder kronor på denna nivå runt Mälaren baserat på skador hos 12 olika verksamheter. Vi bedömer att siffran kan vara en betydande underskattning med hänsyn till de många övriga verksamheter som identifierats av kommunerna. Stockholms stad bedömer att utöver de områden som drabbas vid en 100-årsnivå så drabbas 2 050 m² kontor, 5 800 m² industri, 500 m² lager/industri, 2 500 m² handel/lager, 10 400 m² handel samt 200 m² övrig verksamhet i Ulvsunda industriområde. Ett stort antal andra områden med industriverksamhet och kontor kan också drabbas, men mer precisa uppgifter om dessa saknas. I Botkyrka kommun skulle industrier vid Albyvägen drabbas. Ekerös vägnät skulle drabbas på många olika ställen vilket skulle kunna leda till betydande produktionsbortfall för näringslivet. Ett varv på Norra

Färingsö riskerar att delvis ställas under vatten. I Huddinge kommun skulle flera industrifastigheter med förorenad mark delvis svämmas över, med risk för utlakning av miljöfarliga ämnen. I Solna stad bedöms ett antal byggnader, vilka inrymmer ett antal tjänsteföretag, ligga i farozonen. En industrifastighet samt ett snickeri vid Huvudsta Strand kan också drabbas. I Köpings kommun kan delar av industriområdena sydväst och nordost om Köpingsån komma att svämmas över. Ett särskilt problem i området är att byggnadernas undergrund ofta består av lera och att sättningar redan skett. Dessa kan förvärras och nya sättningar kan ske vid en översvämning. Industriområdet nordost om Arbogaån riskerar att bli helt isolerat, då inga vägar kommer att vara framkomliga vid ett dimensionerande flöde. I centrala Strängnäs riskerar en bank att översvämmas. I Strängnäs kommun skulle problem uppstå på Tosterön, där det finns en stor lokal och ett hotell som kan drabbas. I Västerås kommun kommer Arosbygdens hamnanläggning, silo, försäljnings-, kontors- och service-, lagerlokaler att drabbas.

Längs Hjälmarens stränder är det bara en verksamhet som identifierats av SWECO VBB och inga uppgifter från kommunerna runt sjön tyder på att fler verksamheter skulle beröras. Däremot skulle industrier längs Eskilstunaån drabbas vid höga flöden i ån som kan antas uppstå vid dessa översvämningsnivåer.

3.2.7 Konsekvenser för energi-, vatten- och avloppsförsörjning

Konsekvenserna för energi-, vatten och avloppsförsörjning blir betydande vid översvämningar. Nedan beskrivs konsekvenser som kunnat beläggas på ett eller annat sätt.

Konsekvenser för avloppshantering och reningsverk vid 100-årsnivå

Avloppsreningsverken runt Mälaren skulle vid en hundraårsnivå behöva hantera mycket kraftiga flöden, med sämre rening som följd och bräddning till Saltsjön (Avloppsreningsverken Henriksdal och SYVAB) och till Mälaren (Avloppsreningsverken Bromma och SYVAB). Driftskostnaderna skulle öka. Problem skulle också

uppstå i Västerås, Uppsala och Hallstahammar antingen i själva avloppsreningsverken eller i näten.

Örebro kommuns reningsverk (Skebäcksverket) riskerar brädning, förhöjda utsläppsvärden samt att utloppskanalen översvämmas. Driften bedöms dock kunna upprätthållas vid en 100-årsnivå.

Konsekvenser för vattenförsörjningsanläggningar vid 100-årsnivå

Vid en översvämning, motsvarande en 100-årsnivå skulle vattenförsörjningen kunna drabbas av en ökad halt av organiska ämnen. Förmågan att med nuvarande fällningsprocess reducera ökande halter organiskt material är begränsad. Humus kan agera som transportör av kemiska föroreningar såsom miljögifter samt inverka negativt på vattenverkens desinfektionsprocesser. Detta kan öka risken för att hälsofarliga mikroorganismer kan passera över till dricksvattnet.

Orenat avloppsvatten innebär också komplikationer för vattenverken. Sannolikt klarar verken att leverera vatten som kan användas. Vattnet kan dock ha estetiska anmärkningar eller så måste det beläggas med vissa restriktioner t.ex. kokning. Vattenverken planerar fortsatta studier av risker med påverkan på vattenkvaliteten.

Råvatten som förorenats mikrobiellt, av kemikalier eller luktstörande ämnen eller av en kombination av dessa föroreningar innebär de allvarigaste komplikationerna för vattenverken. I området kring Mälaren och Hjälmaren finns ett mycket stort antal potentiella föroreningskällor. Olja är mycket svårt att hantera. Vissa luktstörande ämnen kan också vara svåra att hantera för de biologiska processerna. De vattenverk som använder åsar som naturliga reningsverk (bl.a. Södertälje) skulle mer eller mindre bli helt utslagna om man drabbas av starkt förorenat vatten. Krisberedskapsmyndigheten och Livsmedelverket utreder f.n. med hjälp av Stockholm Vatten och Norrvatten möjligheterna för vattenverk att hantera starkt kemiskt förorenat råvatten (klart december 2006).

Avbrott i elförsörjningen kan även innebära vissa komplikationer för vattenverken. Elavbrott kan leda till risk för inläckage av avloppsförorenat markvatten. Det är då viktigt att man har tillgång till mobil kloreringsutrustning samt kan dosera hypoklorit i tillräcklig mängd för att eliminera virus, protozoer etc.

Enligt en rapport av SWECO ”Konsekvensbedömning för skyddszoner för vattenverken vid Lovö, Norsberg, Görvål samt Skytteholm”, vilka tillsammans har cirka 1,6 miljoner anslutna brukare i Storstockholmområdet, bedöms Lovöverket ha ett relativt skyddat läge medan Norsborgsverket och Görvålverket anses vara mer sårbara för föroreningspåverkan. Det finns vissa möjligheter att vid behov kraftigt öka dosen av fällningskemikalie och/eller klor, men det finns ett tak för hur kraftig dos man kan använda. Starkt förorenat råvatten kan därmed hota vattenförsörjningen. Förmågan att hantera svåra föroreningar hänger på det aktuella vattenverkets reningsteknik. Görvålverket har till en kostnad av ca 100 miljoner kronor investerat i kolfiltrering. Uppförandet av kolfiltersteget tog dock ca 2 år. Att införa kolfiltrering vid övriga Vattenverk (Lovö, Norsborg, Västerås, Eskilstuna och Södertälje) är möjligt. Kostnaderna är dock betydande. Även en enklare, mindre effektiv rening, tar veckor att bygga upp i ett akut läge och kräver avsevärda investeringskostnader.

Det finns viss reservvattenkapacitet att tillgå om råvattenförsörjningen drabbas under en tid men det är osäkert om den är tillräcklig vid ett längre avbrott till följd av föroreningsutbredning vid översvämning. (Stockholm Vatten, 2006, Norrvatten, 2006).

Konsekvenser för energiförsörjningsanläggningar vid 100-årsnivå

Påverkan på kabelskåp och nätstationer sker om vatten når upp till kabelavsluten (ändan av kabeln) inne i skåpet eller nätstationer. Kabelskåp och nätstationer kopplas ur vid vattenpåverkan och det område som matas blir spänningslöst. Skador kan även uppkomma när vattnet sjunker undan. Kabelskåp och nätstationer kan påverkas av sättningar och kablar kan få sämre isolationsförmåga, vilket kan leda till följdskador på kort eller längre sikt.

Vid en hundraårsnivå skulle Fortums nätstation Munkbron i Stockholm översvämmas, med konsekvensen att delar av Gamla stan blir strömlöst. Den elektriska infrastrukturen kommer även att påverkas i övrigt genom att kabelskåp slås ut med ytterligare strömavbrott som följd. SYVAB Nät AB skulle få en nätstation i Strängnäs utslagen med strömavbrott som följd. Eskilstuna Energi&Miljö bedömer att man kommer vara relativt förskonade från allvarligare konsekvenser och att endast ett fåtal nätstationer kommer att bli utslagna. Vattenfall Eldistribution AB är ägare av

både region- och lokalnät i områdena kring Mälaren och Hjälmaren. Ledningsnäten bedöms kunna motstå översvämningarna med mycket begränsade skador som följd. Man bedömer att regionnätet inte kommer att bli utslaget utan kommer att kunna hållas intakt eftersom god redundans möjliggör omkopplingar och driftsömläggningar. Vattenfalls lokala elnät riskerar dock att drabbas av elavbrott.

I Solna kan Norrenergis Fjärrvärmeverk drabbas, men det är oklart i vilken omfattning. Hässelby Värmeverk berörs delvis, dock oklart i vilken omfattning. I Örebro bedömer man att fjärrvärmeverket Åbyverken vid Svartån, 5 km uppströms utflödet i Hjälmaren, inte direkt skulle påverkas av höga nivåer i Hjälmaren. Däremot är verken känsliga för höga nivåer i Svartån som svarar för ca 50 procent av Hjälmarens tillflöde. Vid ett hundraårsflöde i ån bedömer Eon att en mindre vatteninträngning kan ske vilket kan skada anläggningen men inte stoppa produktionen.

Konsekvenser för energi, vatten och avlopp samt förorenad mark vid en dimensionerande nivå

Vid en dimensionerande nivå skulle avloppsverkens rening kraftigt försämrats och samtliga avloppsreningsverk skulle drabbas av kraftig bräddning av avloppsvatten. Exempelvis riskerar Järvatunneln att fyllas med sjövattnet, vilket får som konsekvens att avloppet från Sundbyberg, Järfälla och cirka halva västra Stockholm (sammanlagt cirka 150 000–200 000 personer) orenat rinner ut i Mälaren. I Köping riskerar bostadsområdet Malmöns avlopp att helt slås ut. Driftskostnaderna för avloppsverken kommer att i den mån de fortfarande är funktionsdugliga att kraftigt öka. Strängnäs reningsverk skulle få problem, dock osäkert i vilken omfattning. I Örebro skulle stora delar av avloppsreningsverket Skebäckverket att översvämmas med upp till 0,7 m.

En översvämning motsvarande en dimensionerande nivå skulle innebära att de problem som uppstår med vattenförsörjningen vid en 100-årsnivå kraftigt accentueras. Djupdal, Eskilstuna och Enköping skulle svämmas över, medan Lovö samt Görvälverket förväntas klara sig utan direkta skador. Norsborgsverket skulle delvis ställas under vatten. Om översvämningarna medför betydande förorening av råvattnet skulle samtliga vattenverk få mycket stora problem.

En översvämning motsvarande en dimensionerande nivå skulle allvarligt påverka elförsörjningen i centrala Stockholm. Fortums nätstationer Kornhamstorg samt Vasagatan 1 skulle översvämmas, med konsekvensen att delar av södra Norrmalm och östra Kungsholmen samt ytterligare delar av Gamla stan blir strömlösa. Delar av Tegelbacken skulle översvämmas vilket bl.a. skulle drabba en telestation, med konsekvenser för el- och telekommunikationer för delar av innerstaden. SYVAB Nät AB skulle få sju nätstationer i Strängnäs vilket innebär strömavbrott. Telge Nät skulle få två nätstationer utslagna i Södertälje, men man bedömer att eldistributionen endast skulle påverkas marginellt. Eskilstuna Energi&Miljö bedömer att man kommer vara relativt förskonade från allvarligare konsekvenser och att endast ett fåtal nätstationer kommer att bli utslagna även vid denna nivå

Fittja Värmeverks verksamhet skulle allvarligt påverkas. I Örebro skulle ett dimensionerande flöde till Hjälmaren, där också Svartån är kraftigt översvämmad, i värsta fall innebära att Åbyverken (fjärrvärme) inte kan bränsleförsörjas och måste stängas, varpå fjärrkyleleveranserna till Örebro sjukhus stoppas. Inga åtgärder är idag vidtagna för att hejda översvämning i Svartån vid dess passage av Åbyverken.

Systemet med försörjningstunnlar under Stockholm

Systemet med försörjningstunnlar för bl.a. vatten, el, värme tele- och datakommunikation under Stockholm påverkas sannolikt allvarligt vid översvämning. Tunnlarna är sammanlänkade med varandra vid ett flertal punkter och risken är stor att vatten som vid översvämning tränger in i en tunnel sprider sig till de andra. I samband med översvämningarna år 2000 kunde vatteninträngning undvikas med akuta insatser. Det har inte kunnat klarläggas exakt vid vilken nivå vatteninträngning kan ske och hur många olika punkter som är i farozonen (Zettergren H., Liljendahl L-G, pers. kommunikation). Vi bedömer att risken är betydande för vatteninträngning i detta system redan vid en hundraårsnivå och att konsekvenserna kan bli omfattande. Vi har inte närmare kunnat bedöma vidden av konsekvenser vid vatteninträngning eller huruvida förebyggande skyddsåtgärder är möjliga att vidta till rimliga kostnader. Konsekvenserna för vitala funktioner i Stockholms innerstad kan emellertid bli allvarliga. Genom tunnel-

systemet sker bl.a. el- och dataöverföring till banker, Stockholms fondbörs, offentliga verksamheter, m.fl.

3.2.8 Areella näringar

Konsekvenser för lantbruk vid en hundraårsnivå

Totalt bedöms för Hjälmarens del ca 4 000 ha ställas under vatten vid en 100-årsnivå om befintliga skyddsvallar inte håller. För Mälarens del rör det sig om knappt 1 800 ha. Utöver detta kommer sannolikt ansenliga arealer betesmark även hamna under vatten. Därtill kommer att de invallningar som idag existerar till stor del kommer att förstöras redan vid en 100-årsnivå. Det är också sannolikt att stora problem uppstår på områden som ligger strax upp till knappt en meter över dessa nivåer p.g.a. att marken blir vattenmättad (Rolf Larsson, Statens Jorbruksverk, 2006 pers. kommunikation). Problem kommer sannolikt även att uppstå med transporter av jordbruksprodukter och insatsvaror mm till och från många gårdar. Avbrott i elförsörjningen kan leda till ytterligare problem.

Konsekvenser för lantbruk vid en dimensionerande nivå

Vid en dimensionerande nivå ökar den areal som ställs under vatten till ca 11 000 ha för Hjälmaren och drygt 5 000 ha runt Mälaren under förutsättning att skyddsvallarna inte håller. På dessa arealer kan man räkna med stora skördebortfall i samband med översvämningen. Andra konsekvenser för lantbruksnäringen kring sjöarna är skador på vägar, dränering och skyddsvallar. Dessa skador bedöms bli stora med följd effekter för transporter, djurbesättningar och lager. Flertalet skyddsvallar bedöms brista.

Konsekvenser för fisket

Fisket kommer att påverkas redan vid en hundraårsnivå. Vid en dimensionerande nivå riskerar fisket att drabbas av ett långvarigt uppehåll, sannolikt många månader. Fiskbestånden och fisket kan också komma att påverkas genom påverkan från föreningar av olika slag. Fiskets infrastruktur kan komma att till stora delar slås ut.

Konsekvenser för skogsbruket

Totalt bedöms ca 2 000 ha påverkas vid en hundraårsnivå i Mälaren och ca 4 000 ha runt Hjälmaren. Vid en dimensionerande nivå ökar arealerna till drygt 4 000 ha runt Mälaren och drygt 7 000 ha runt Hjälmaren. För skogens del är två faktorer avgörande, under vilken del av säsongen som översvämningen inträffar och hur långvarig den blir. Det är värre om den inträffar under vegetationsperioden än sent på hösten eller vintern och det är sämre om den inträffar under en varm och torr del av vegetationsperioden än under en fuktig och kall. Erfarenheter ifrån verkliga översvämningar är att gran dör tidigare än löv och tall. Normalt klarar skog att översvämmas under någon vecka utan någon märkbar effekt. Om översvämningen sker under vegetationsperioden och kvarstår i några veckor kan man anta att skadeeffekten på rötterna och därmed på tillväxten blir betydande. Om översvämningen kvarstår under flera månader kommer skogen att skadas allvarligt eller dö. För skogens del handlar de direkta skadekostnaderna främst om förlorad skogsproduktion. Vid en hundraårsnivå blir sannolikt skadorna begränsade. Vid en dimensionerande nivå kan man anta att åtminstone den mark som ligger under hundraårsnivån kommer att ligga under vatten så länge att skogen dör. Markvärdet kan eventuellt också sänkas i viss mån till följd av den påvisade risken för översvämning. Till samhällets kostnad kan man också lägga förlusten av vidareförädlingsvärde (skogs- och träindustri, energiproduktion, etc.) och förlorade arbetstillfällen.

3.2.9 Konsekvenser av låga vattenstånd i Mälaren och Hjälmaren*Vanligare med låga vattenstånd i Mälaren i framtiden*

De klimatscenarier vi studerat inom utredningen visar på minskad sommarnederbörd och större avdunstning. Sammantaget leder detta till att risken för riktigt låga vattenstånd ökar i Mälaren samtidigt som frekvensen av vattenstånd kring havets medelvattenstånd väntas öka väsentligt, se Tabell 3.7 nedan.

Tabell 3.7 Antal dagar under en trettioårsperiod med låga vattennivåer i Mälaren i dagens klimat och enligt fyra klimatscenarier för perioden 2071–2100 (nivåer i Mälarens höjdsystem där 3,84 m motsvarar 0 m i RH00)

	Obs	HA2	HB2	EA2	EB2
<3,6	0	0	0	0	0
3,6–3,7	0	84	0	37	0
3,7–3,8	0	475	101	399	89
3,8–3,9	41	758	478	638	347
3,9–4,0	248	924	762	761	694

Mälarsjöfarten kan drabbas

Flera verksamheter kring Mälaren är känsliga för låga vattenstånd. Mälarsjöfarten är starkt beroende av ett tillräckligt djup i farlederna för att inte inskränkningar i yrkessjöfarten, i form av t.ex. begränsningar i last, ska behöva införas. Största djupgående för fartyg är i dag 6,8 m, dock får fartyg med särskild dispens ha ett djupgående på 7,0 meter. Utvecklingen går generellt mot längre och bredare fartyg, men dagens bredd på Södertälje sluss utgör här en begränsning. Djupgåendet på dessa större och modernare fartyg är dock inte nämnvärt större. Det är främst transporter av container och olika bränslen, både fossila och biobränslen, som förväntas öka (Mälarhus, PM, 2006). Om låga vattenstånd tidvis slår ut sjöfarten leder detta till problem för ett antal verksamheter. Flera energiförsörjningsanläggningar runt Mälaren är starkt beroende av sjötransporter. Alternativet är främst transporter med lastbil. Även för transporter av oljeprodukter och styckegods är vägtransporter det enda realistiska alternativet i den händelse låga vattenstånd uppstår i Mälaren. Flera företag runt Mälaren är beroende av sjötransporter, t.ex. Gyproc i Bålsta. För detta företag sker hela inleveransen av råvara för produktion med hjälp av sjötransporter och företaget kan inte bedriva sin verksamhet om inte dessa fungerar. Effekterna av begränsningar i sjötransporterna blir fördyringar för berörda företag och alternativet med långa landtransporter innebär en påfrestning på miljön och att trafiksäkerheten försämras. Skall lastförmågan för ett normalfartyg på Mälaren om ca 3 500 ton ersättas med lastbil åtgår ca 140 fordon i denna ersättningstrafik. Redan vid 20–30 cm

sänkning av vattenståndet under medelvattenstånd (dvs. till nivån 3,87–3,97 m i Mälarens höjdsystem) uppstår problem för sjöfarten om denna situation varar mer än ca 1 vecka. (Gunnar Barkman, 2006, pers. kommunikation). Sjöfartsverket har bedömt att en generell sänkning av Mälarens vattenstånd med två decimeter beräknas kräva muddring motsvarande 5,2 miljoner kubikmeter. Muddring i denna omfattning kan ge stor miljöpåverkan i den känsliga recipient som Mälaren utgör. Det är osäkert om tillstånd skulle ges till en sådan omfattande muddring. En sänkning av vattenståndet med en till två decimeter kräver dessutom omfattande stabiliseringsarbeten för kajerna i Västerås och Köping. Hur stora muddringar som kan bli nödvändiga för att säkerställa sjöfarten i framtiden beror, förutom på eventuella förändringar i Mälarens reglering, av hur klimatet kommer att ändras och hur frekventa och långvariga de lägsta vattenstånden blir.

Vattenförsörjningen svårare vid låga nivåer i Mälaren

Vattenförsörjningen till delar av Mälardalen kan påverkas vid ett kraftigare inflöde av havsvatten i Mälaren. Norsborgsverket och Lovön är de vattenverk som ligger närmast Mälarens utlopp i havet och är sannolikt de verk som är mest utsatta vid ett saltvatteninflöde. Ändringar i vattendomen 1968 minskade riskerna för saltvattenuppträngning. Exempel från tiden innan dess visar dock att saltvatten strömmat efter botten ända upp mot Stäketsundet och därmed även påverkat Görvälnsverket. Vid detta tillfälle påverkades det tyngre salta vattnet också av föroreningar från centrala Stockholm innan det fyllde ut Görvälns djupaste delar (ca 50 meter). Först efter en lägre tid fördes vattnet via omblandning upp till råvattenintaget på 22 m djup. P.g.a. den kraftiga utspädningen blev effekterna på vattenkvaliteten begränsade. En viss höjning av kloridhalten och föroreningshalten skedde dock och effekten varade i flera år (Per Ericsson, Norrvatten 2006, pers. kommunikation). Vid ett förändrat klimat med lägre lägsta vattenstånd skulle effekterna på vattenförsörjningen för Stockholmsområdet därför kunna bli betydande. Även andra anläggningar och verksamheter som friluftsbad och fiske påverkas negativt vid låga vattenstånd. Hamnar och bryggor för Mälartrafiken och för fritidsbåtar kan också bli svåra att angöra.

En framtida ökad utskovskapacitet tillsammans med ytterligare åtgärder för att täta utskoven skulle bidra till att minska risken för de lägsta vattenstånden. Därmed skulle riskerna minska för saltvatteninträngning samt för avbrott eller inskränkningar i fartygs- och småbåtstrafik samt för problem för hamnar, fiske och friluftsbad mm.

Låga vattenstånd i Hjälmaren mindre problem i framtiden enligt klimatscenerierna

I Hjälmaren väntas högre nederbörd totalt under året i avrinningsområdet leda till att de idag förekommande lägsta vattennivåerna inte kommer att inträffa i framtiden. Frekvensen av låga vattenstånd väntas också minska, se Tabell 3.8.

Tabell 3.8 Beräknat antalet dagar under en trettioårsperiod med låga vattennivåer i Hjälmaren enligt dagens förhållanden och enligt fyra klimatscenerier för perioden 2071–2100 (värden i RH00)

	Obs	HA2	HB2	EA2	EB2
<21,1	0	0	0	0	0
21,1–21,2	7	0	0	0	0
21,2–21,3	98	48	0	0	0
21,3–21,4	47	60	42	0	0
21,4–21,5	229	97	69	139	65
21,5–21,6	852	368	156	298	192

Den begränsade kommersiella sjötrafiken på Hjälmaren kommer därför snarast få förbättrade villkor. Med minskande frekvens låga vattenstånd kan den positiva effekt som stora vattenståndsamplituder har på den naturmiljön försämrats. Tillsammans med ökad närsaltsbelastning kan detta ge ökad tillväxt av vass mm i strandzonen medan andra ur biologisk synpunkt viktigare arter kan missgynnas.

3.2.10 Samlade konsekvenser och kostnader för översvämningar och låga vattenstånd i Mälaren och Hjälmaren

Översvämningar av Mälaren och Hjälmaren medför huvudsakligen materiella skador. Vattnet stiger långsamt och det finns inga områden med överhängande risk för ras och skred. De materiella skadorna kan emellertid bli tämligen stora. De största ekonomiska effekterna består av översvämning av byggnader, påverkan på industrier och störningar för enskilda och företag på grund av att infrastruktur (el, tele, vägar, järnväg) drabbas.

Konsekvenserna runt Mälaren skulle bli betydande redan vid en hundraårsnivå. Bland annat drabbas:

- Ett stort antal fastigheter
- Trafikinfrakturen, bl.a. ”getingmidjan”, Riddarholms-tunneln i centrala Stockholm vilket stoppar all tågtrafik söderut
- Avloppsnet och reningsverk översvämmas, vilket ger skador på fastigheter och infrastruktur
- Elförsörjningsanläggningar
- Vattenförsörjningen i stora delar av Stockholm
- Systemet med försörjningstunnlar i centrala Stockholm
- Stora jordbruksmarksarealer, främst kring Hjälmaren.

Vid en dimensionerande nivå blir skadorna troligen omfattande. Här nämns endast några av de viktigaste skador som kan uppkomma utöver de som inträffar redan vid en hundraårsnivå.

- Ytterligare påfrestningar och avbrott i järnvägstrafiken leder till stora problem på såväl lokal, regional som nationell nivå.
- Stora områden i Gamla Stan och på Riddarholmen kan drabbas.
- Tunnelbanetraffiken genom centrala Stockholms stoppas och busstrafik hindras eller stoppas helt.
- El- och telekommunikationen i delar av innerstaden slås ut
- Delar av E18/E20 drabbas
- I samtliga kommuner drabbas ett större antal byggnader, bostadshus, kontor, affärs- och industrilokaler.
- Industrifastigheter, förorenade områden och jordbruksmark svämmas över med ökad risk för utlakning av miljöfarliga ämnen och påverkan på vattenkvaliteten i Mälaren.

I detta avsnitt beräknas kostnader för de konsekvenser som beräknas uppstå om man inte vidtar några åtgärder för att skydda

sig mot de höga vattennivåerna, s.k. skadekostnader. I avsnitt 3.5.1 beräknas kostnaderna för sådana skyddsåtgärder. Skadekostnaderna kan bestå av antingen värdet av det som skadas eller kostnaden för att återställa det skadade, beroende på vilket som är mest relevant att beräkna.

De kostnader som beräknas här omfattar endast en del av de skador som bedöms uppkomma. Utredningen har inte haft möjlighet att göra detaljerade bedömningar av alla skador som kan förväntas uppkomma och därmed förknippade kostnader. Beräkningarna har gjorts med schablonkostnader och uppskattningar av kvantiteter. Sådana uppgifter har inte kunnat tas fram för alla konsekvenser som bedömts kunna uppstå. Vidare ingår endast materiella skador. Välfärd förluster, t.ex. olägenheter vid översvämning av bostaden och störningar i elsystem och kommunikationer, påverkan på närmiljön, det personliga värdet av materiella förluster etc. är betydelsefulla faktorer som bara i mycket begränsad utsträckning är medräknade i kostnadsräkningen. Eventuella hälsorisker och därmed förknippade kostnader till följd av läckage av föroreningar till dricksvattentäkter har inte kunnat kvantifieras på grund av för stora osäkerheter. Driftsstörningar för näringslivet p.g.a. avbrott i kommunikationssystemen och för handeln i form av utebliven försäljning har inte heller kunnat uppskattas.

Sjöfart

Sjöfartsverket bedömer att Södertälje sluss klarar ett vattenstånd på 50 cm över normalvattenståndet och efter pågående ombyggnad klarar man en hundraårsnivå. Hamnarna runt Mälaren bedöms också klara en hundraårsnivå. Vid dimensionerande nivå bedöms ingen sjöfart kunna bedrivas på Mälaren. Kostnaderna för att lägga om delar av sjötransporterna till lastbil eller järnväg innefattar såväl företagets kostnader som samhällsekonomiska kostnader för ökade utsläpp och trängsel. Dessa kostnader har emellertid inte kunnat beräknas.

Vägar

Vid en 100-årsnivå bedöms endast riks- och länsvägar i Södermanlands län drabbas (Vägverket, Håkan Ohlson, pers. kommunikation, 2006). Dock drabbas också vissa kommunala vägar och gator. Kostnaderna för omledning av godstrafik uppgår till 52 miljoner kronor per år, och för personbilstrafik till 29 miljoner kronor per år. Översvämningarna kan beräknas vara olika länge beroende på vid vilken vattennivå vägvsnitten hamnar under vatten. I snitt kan en omledning antas vara i två månader inklusive tid för återställande av vägen. Det ger en kostnad på ca 14 miljoner kronor. Till detta kommer återställandekostnader. För 6 vägvsnitt på 50 meter med 10 meters bredd blir detta 3 miljoner kronor.

Problemet orsakade av ett vattenstånd på dimensionerande nivå uppstår enligt Vägverkets inventering (Vägverket, 2006) på 27 platser i länen kring Mälaren och Hjälmarén. I flera fall krävs långa omledningar av trafiken. Betydande kostnader uppstår:

- Kostnader för godstransporter på grund av vägförlängningar och tidsförluster, orsakade av omledning runt översvämmade områden: 145 miljoner kronor/år
- Kostnader för personbilsresor på grund av vägförlängningar och tidsförluster, orsakade av omledning runt översvämmade områden: 453 miljoner kronor/år

Totalt blir kostnaden för godstransporter och personbilsresor ca 600 miljoner kronor/år. Vid dimensionerande nivå tar det längre tid för vattnet att sjunka undan än vid hundraårsnivån, och skadorna på vägarna kan förväntas vara mer omfattande. Beräknat på en period av tre månader blir då kostnaderna 150 miljoner kronor. I denna uppskattning ingår endast effekter på statliga vägar, inte på kommunala vägar och gator.

Till detta kommer kostnader för återställning av översvämmade vägvsnitt. Längden för avsnitt som behöver repareras är svår att bedöma utan mer detaljerad utredning, men antas till en snittlängd på 50 meter. Med en antagen och bedömd genomsnittlig vägbredd på 10 meter per m² på mellan 800 och 1 000 kronor blir totalkostnaden för 27 platser med 50 meters längd 14 miljoner kronor om samtliga platser behöver repareras. (Vägverket, Håkan Ohlson, pers. kommunikation, 2006).

Järnvägar

Riddarholmstunneln bedöms kunna svämma över redan vid hundraårsnivån. Konsekvenserna för den nationella såväl som den lokala tågtrafiken blir då stora och kostnaderna för avbrott i gods och persontrafik blir betydande. Dessa har inte kunnat kostnadsberäknas. Banverket bedömer att ca 20 platser kan drabbas (Banverket, 2006). Konsekvenserna handlar mest om besiktningsarbeten och hastighetsnedsättningar. Kostnaden för återuppbyggnaden uppgår till ca 20 000 kronor per spårmeter och det kan röra sig om ca 50–100 meter per plats, vilket betyder att kostnaden i värsta fall kan uppgå till 40 miljoner kronor. Om förändringarna i vattennivåerna sker hastigt kan järnvägens underbyggnad spolats bort. Detta lär emellertid inte ske på grund av översvämningar i Mälaren och Hjälmaren eftersom de är stora och vattenståndsförändringar sker relativt långsamt. Vid höga flöden i tillrinnande vattendrag kan dock betydande konsekvenser uppstå, men detta beaktas inte här.

Byggnader

Kring Mälaren ligger flera städer, medan området kring Hjälmaren med undantag av Örebro domineras av mindre samhällen, fritidshus och jordbruksfastigheter. I Tabell 3.9 redovisas beräkningar av kostnader för skador på översvämmade byggnader med hjälp av, översiktliga översvämningsskarteringar, fastighetskartor och erfarenhetsmässiga data om kostnader i bebyggelse från Länsförsäkringar. Använd metodik redovisas i bilaga 3. Kostnaderna för olika typer av byggnader vid olika vattennivåer visas i tabellen nedan. I kostnaderna ingår att återställa till befintligt skick. Kostnader för eventuella sättningskador mm. ingår inte. (Länsförsäkringar, 2006).

Tabell 3.9 Kostnader för återställande av byggnader (kronor/m²)

Vattennivå	Hundraårsnivå	Dimensionerande nivå
Villor	4 950	5 750
Fritidshus	2 850	3 550
Flerbostadhus	3 500	4 300
Industri lokal	1 000	2 200

Källa: Länsförsäkringar, 2006.

I det kartmaterial vi haft tillgång till är inte bostäder uppdelade på villor, fritidshus och flerbostadshus. Därför har ett median värde på 3 500 kronor respektive 4 300 kronor använts.

De uppskattade kostnaderna gäller för en översvämning som varar relativt kort tid. Vid översvämningar under längre tid blir kostnaderna betydligt större eftersom återställande då inte är möjligt utan byggnaderna måste rivs och byggas upp på nytt. Till kostnaderna för detta tillkommer då också det kulturhistoriska och känslomässiga värdet av den bebyggelse som gått förlorad. Summorna i tabellen kan därför ses som en försiktig uppskattning av de kostnader som kan uppstå.

Tabell 3.10 Översvämmade ytor samt kostnader för översvämningar av byggnader

	Mälaren		Hjälmaren	
	Yta, m ²	Kostnad, mnkr	Yta, m ²	Kostnad, mnkr
<i>Hundraårsnivå</i>				
Bostäder, kontor, service	360 670	1 200	97 440	350
Industrilokaler, uthus	481 930	500	105 280	100
<i>Summa</i>	<i>842 600</i>	<i>1 700</i>	<i>202 720</i>	<i>450</i>
<i>Dimensionerande nivå</i>				
Bostäder, kontor, service	732 870	2 800	274 820	1 000
Industrilokaler, uthus	892 500	1 500	348 430	500
<i>Summa</i>	<i>1 625 370</i>	<i>4 300</i>	<i>623 250</i>	<i>1 500</i>

Källa: Utredningens beräkningar med data från Räddningsverket, Lantmäteriet och Länsförsäkringar, se bilaga 3.

Dessa siffror gäller enbart skador på byggnaderna. Vi utgår ifrån att lösöre i allmänhet hinner flyttas undan.

Ej prissatta konsekvenser vid översvämning av byggnader:

- Skador på utemiljön
- Skador på kulturhistoriskt intressanta objekt
- Trauma och oro vid översvämningar
- Kostnader för omflyttning och förlorad inkomst
- Lagerförluster för handeln
- Saneringskostnader, och kostnader för räddningstjänst
- Förlorat välbefinnande och ökad oro hos icke direkt berörda medborgare
- Påverkan på offentlig verksamhet

Industrier

Kostnader för företagen innefattar skador på maskinparker, skador på undermarksinstallationer (framförallt el- och ledningsnät), varulager, produktionsstopp och avbrott i försäljning. En uppskattning av de sammanlagda kostnaderna för företag runt Mälaren och Hjälmaren redovisas i Tabell 3.11.

Tabell 3.11 Skadekostnader (miljoner kr) för företag runt Mälaren och Hjälmaren vid de olika beräkningsfallen

	Mälaren	Hjälmaren
100-årsnivå	2 000	5
Dimensionerande nivå	2 300	50

Källa: SWECO, 2006.

Uppgifterna bygger på en enkät till berörda industrier i de områden som riskerar att översvämmas vid Mälaren och Hjälmaren. För de industrier där underlag saknas har uppskattningar gjorts på grundval av de kostnader som uppgetts av andra industrier inom samma bransch. I många fall uppstår den större delen av kostnaderna redan då vatten är i nivå med markplan, dvs. marginalskanan till följd av ökat vattenstånd är inte dominerande för skadebilden. En av SWECO bedömd snittkostnad för mellanstor tillverkningsindustri är 5 respektive 50 miljoner kronor för 100-års respektive dimensionerande nivå. För flera större tillverkningsindustrier kan kostnaderna bli betydligt större än så, uppåt 0,5–1 miljarder kronor. En genomsnittlig skadekostnad för en bensinstation bedöms vara 7–8 miljoner kronor, per station, vid en situation då inte varulagret förstörs eller anläggningen måste byggas upp på nytt och marksanering utföras.

Energiförsörjning

Konsekvenserna för energiförsörjningen i Stockholm kan bli relativt stora. El- och telekommunikationen kan slås ut för delar av innerstaden. Systemet med försörjningstunnlar för bl.a. el-, data- och teletrafik kan påverkas. Även i övriga områden runt Mälaren beräknas följderna bli relativt omfattande.

Kostnaderna för att återställa nätstationerna uppgår till minst 20 miljoner kronor i Stockholm, 95–125 miljoner kronor i övriga områden kring Mälaren och 20–25 miljoner kronor vid Hjälmaren. Produktionsbortfallet vid översvämmade nätstationer i Stockholm bedöms kosta 4 respektive 9 miljoner kronor per dygn vid 100-årsnivån respektive den dimensionerande nivå. Hur länge elavbrotten kan tänkas fortgå är svårt att uppskatta. Vattennivåerna kan beräknas ligga kvar ganska länge på, eller några dm under, de aktuella nivåerna och den avgörande faktorn är då hur snabbt man kan få in reservkraft. Vi räknar här försiktigtvis med avbrott på en vecka, vilket i Stockholm ger kostnader på 30 miljoner kronor vid en 100-årsnivån och 60 miljoner kronor vid en dimensionerande nivå. Det kan dock röra sig om längre tidsspann än så. Vid Mälaren i övrigt berörs 20 nätstationer vid hundraårsnivån och 30 vid den dimensionerande nivån, och vid Hjälmaren 5 respektive 8 stationer. Produktionsbortfallet kan skattas med medianvärdet från Stockholm, ca 1 miljon kronor.

Totalt blir kostnaderna ca 290 respektive 410 miljoner kronor vid Mälaren vid respektive vattennivå, samt 55 respektive 80 miljoner kronor vid Hjälmaren.

Vidare drabbas många verksamheter vid elavbrott, bl.a. vattenverk, industrier och verksamheter i centrala Stockholm. Kostnaderna för detta har inte kunnat beräknas.

Tillförsel av bränslen till värmeverken kan hotas om sjöfarten upphör (se ovan). Om fjärrvärmeverken förlorar bränsleförsörjningen kan stora skador på fjärrvärmenäten uppstå. Vidare finns risk för översvämning av en större värmepumpsanläggning. Återställandekostnaden för dessa skador kan bli betydande, men har inte kunnat bedömas.

Avlopp

Avloppsreningsverken skulle vid ett hundraårsflöde behöva hantera mycket kraftiga flöden, med sämre rening som följd. Följden blir påverkan på vattenkvaliteten och miljön i Mälaren, kostnader för återställande samt kostnader för utsläpp av föroreningar. Vid en dimensionerande nivå kommer driftskostnaderna att kraftigt öka för avloppsreningsverken, i den mån de fortfarande är funktionsdugliga.

Avloppsreningsverken Bromma, Henriksdal och SYVAB bedöms få ökade driftskostnader på upp till 7 miljoner kronor vid en 100-årsnivå, och upp till 20 miljoner kronor vid dimensionerande nivå. Eskilstuna drabbas ej av 100-årsnivån men av kostnader på ca 15 miljoner kronor vid dimensionerande nivå (invallning, läns-pumpning, sanering och reparationer). Håbo beräknar sina kostnader vid en översvämning till 10–15 miljoner kronor. Avloppsreningsverk vid Köping, Uppsala, Västerås och Strängnäs riskeras slås ut vid dimensionerande nivå.

Både vid 100-års- och dimensionerande nivå kommer avloppsledningsnäten dämmas upp och källare svämmas över. Kostnaderna för renovering av översvämmade källare bedöms uppgå till 30–150 miljoner kronor vid 100-årsnivån och 70–300 miljoner kronor vid dimensionerande nivå. Om de nedre gränserna för intervallen används så uppgår den totala kostnaden för avloppsverken och avlopps nätet vid hundraårsnivån till ca 40 miljoner kronor och vid dimensionerande nivå till ca 170 miljoner kronor (Stockholm Vatten, 2006). Kostnader för bräddning av vatten från avloppssystem och de skador detta kan ge upphov till i miljön ingår inte i denna summa.

Vattenverk

Vid en översvämning motsvarande en 100-årsnivå skulle vattenförsörjningen drabbas av en ökad halt av organiska ämnen. Örenat avloppsvatten medför att vattenverken får ökade kostnader för att rena vattnet. Kostnaden för Lovö- och Görvälnverket vid begränsade humusproblem bedöms vara ca 1 miljon kronor/år för hundraårsnivån och 3 miljoner/år för dimensionerande nivå. Vid allvarlig kemisk förorening ökar kostnaden vid Görvälnverket till 2–3 miljoner kronor per månad. Om dessa kostnader antas gälla alla vattenverk, så blir kostnaden för Mälaren ca 5–15 miljoner kronor/månad. Har vattenverken inte tillgång till ett aktivt kolfiltreringssteg blir kostnaderna mycket högre. Det tar också tid att installera sådan teknik. Varaktigheten av en störning kan sannolikt bli lång, upp till ett år i vissa Mälarbassänger, varvid kostnaden totalt kan uppgå till mer än 100 miljoner kronor.

En översvämning motsvarande en dimensionerande nivå skulle innebära att de problem som uppstår med vattenförsörjningen vid en 100-årsnivå kraftigt accentueras. Om översvämningarna medför

betydande förorening av råvattnet skulle samtliga vattenverk få mycket stora problem.

Trots akuta reningsinsatser finns en risk för att vissa föroreningar kan passera över till utgående dricksvatten. Dessa kvalitetsbrister kan i sin tur orsaka betydande indirekta kostnader för olika samhällsfunktioner bl.a. för sjukhus, äldre- och barnomsorg, livsmedelsindustri m.m. Kostnader för detta har inte kunnat beräknas.

Vid dimensionerande nivå finns stor risk för skador på vattenledningsnätet. Kostnaden kan uppgå till 30–40 miljoner kronor. (Stockholm Vatten, 2006).

Jordbruk

Översvämning av jordbruksmark orsakar skördebortfall. Jordbruksmarken runt Mälaren och Hjälmaren utnyttjas framförallt till att odla höstvet, vårkorn och havre och till slätter- och betesvall. Cirka en tiondel av marken ligger i träda.

Uppgifter för areal översvämmad åker har beräknats enligt Bilaga 3. Skörden påverkas även åren efter p.g.a. förtätning i jordprofilen. Översvämning av betesmark och vall gör att utfordring av mjölkkor kan bli omöjlig. Under översvämningen av Vänern 2001 fanns det bönder som var tvungna att sälja sin mjölkkor på grund av detta (LRF, 2002). Med stöd av exempel från översvämningen av Vänern år 2001 har vi beräknat ett skördebortfall på 60 % andra året och 10 % tredje året.

I Tabell 3.12 visas värdet av skördebortfall för de arealer som beräknas översvämmas helt. Tabellen baserar sig på den genomsnittliga andelen för olika grödor i länen runt respektive sjö.

Tabell 3.12 Värden av skördebortfall kring Mälaren och Hjälmaren, miljoner kr

	Mälaren		Hjälmaren	
Vattennivå	1,25	2,30	22,90	23,70
Översvämmad yta, ha	3 826	5 125	11 343	15 391
Höstvete	3	4	9	13
Vårvete	1	1	2	3
Vårkorn	2	3	5	7
Havre	3	3	7	10
Slätter- och betesvall	4	6	15	20
Övrigt	2	2	5	7
<i>Summa</i>	<i>14</i>	<i>19</i>	<i>44</i>	<i>60</i>
Inkl. bortfall 60 % andra året och 10 % tredje året	25	33	75	101

Källor: Statistiska Centralbyrån (2003). Räddningsverket (2006). LRF, (2002), Bilaga 3.

Vid Hjälmaren finns stora besättningar av nöt. Det finns också mindre besättningar av får och gris. Vid Mälaren finns framförallt besättningar av gris, men även nöt, får och höns. Ca 65 procent av nötkreatursbesättningen är mjölkkor, resten är för köttproduktion Statistiska Centralbyrån (2006). Inkomstbortfallet per mjölkko ligger kring 10 000 kronor per år (Hushållningssällskapet, 2002). För slaktdjuren kan en översvämning betyda att man får sälja djuren vid en ogynnsam tidpunkt och därmed förlorar intäkter.

Den potentiella förlusten för mjölkproducerande gårdar är mellan 5,4 och 7,5 miljoner kronor för gårdar vid Mälaren och mellan 14 och 26 miljoner kronor för gårdar vid Hjälmaren vid inkomstförluster under ett år. Det är dock svårt att fastställa hur stort bortfallet verkligen skulle bli. Dessa siffror är därför inte medräknade i sammanställningen av kostnaderna sist i avsnittet.

Utöver skördebortfallet drabbas också gårdar med djurhållning. Kostnaderna för förlorad animalieproduktion kan bli betydande, dels beroende på att betesmark och vall står översvämmade, dels på grund av att vägar och byggnader blir översvämmade.

Skogsbruk

Kortvariga översvämningar av skogsmark beräknas inte ge några nämnvärda skador på skogen. Längre eller återkommande perioder av högt vattenstånd kan dock ge upphov till vattensjuk mark och

syrebrist vilket påverkar skogstillväxten eller i värsta fall leder till att skogen dör.

Skogsstyrelsen bedömer att kostnaden för en temporär översvämning på ett par till några veckor under vegetationsperioden uppgår till ca 250 kronor per hektar (Skogsstyrelsen, 2006). Vid hundraårsnivån översvämmas ca 2 280 hektar vid Mälaren, vilket ger en total kostnad på 0,6 miljoner kronor. Vid Hjälmaren översvämmas 3 315 ha till en kostnad av 0,8 miljoner.

Om sjöarna har haft ett vattenstånd på en dimensionerande nivå är det sannolikt att en lägre men fortfarande förhöjd vattennivå kvarstår under längre tid, vilket kan orsaka stora skador om den inträffar under vegetationsperioden. Vid ett värsta scenario beräknar Skogsstyrelsen därför kostnaden för skogsdöd på en tredjedel av arealen som översvämmas vid hundraårsnivån och tillväxtförlust på resten av arealen. För Mälaren blir detta 250 kronor * 1 600 ha + 10 000 kronor * 680 ha = 7 miljoner kronor, och för Hjälmaren 250 kronor * 2 320 ha + 10 000 kronor * 995 ha = 11 miljoner kronor.

Till samhällets kostnad kan man också lägga förlusten av vidareförädlingsvärde (skogs- och träindustri, energiproduktion, etc.) och arbetstillfällena.

Fiske

Ålfisket kan påverkas vid både högt och lågt vattenstånd. Vid ett värsta scenario bedöms inkomstbortfallet kunna bli 20 %. År 2005 var ålfiskets värde ca 2,8 miljoner kronor, vilket ger ett bortfall på ca 0,6 miljoner kronor. Siklöjefisket påverkas endast av tillgängligheten av hamnar och bryggor. Bortfallet beräknas kunna gå upp till 50 % då säsongen är kort, vilket skulle betyda ett bortfall på 50 000 kronor. Kräftbeståndet i Hjälmaren kan påverkas vid både högt och lågt vattenstånd. 10 % av fisket kan bortfalla (totala värdet 3,3 miljoner kronor år 2005) även vid korta perioder av lågt vattenstånd.

Sammanlagt kan fångstbortfallet av dessa arter bli ca 1,5 miljoner kronor. Till detta kommer husbehovsfisket, som påverkas på samma sätt som yrkesfisket.

Sammanlagda skadekostnader

De sammanlagda skadekostnaderna vid olika vattenstånd i Mälaren och Hjälmaren som varit möjliga att kvantifiera visas i Tabell 3.13. I denna sammanställning dominerar kostnaderna för översvämmade byggnader. Det är dock viktigt att hålla i minnet att det endast är en liten del av de skadekostnader som skulle uppstå som kunnat beräknas. Potentiellt stora kostnadsposter som inte kunnat fastställas är konsekvenser för:

- sjöfarten och därav beroende verksamheter, såsom värmeverken
- miljökonsekvenser av bl.a. bräddning av avloppsreningsverken och översvämning av jordbruksmark
- kommunala väg- och gatunät, avbrott i järnvägstrafiken
- tunnel- och tunnelbanesystemet i Stockholms innerstad, vilka påverkar viktiga samhällsfunktioner
- välfärdsbortfall för enskilda
- handeln
- företag och offentlig verksamhet på grund av att el- och telekommunikationer ligger nere eller på grund av att anställda inte kan ta sig till arbetet.

Alla kostnader ovan är angivna exklusive moms. Summan av dem, som visas i tabell Y, representerar värdet av skadorna om de skulle ske imorgon. Nuvärdet av skadorna varierar beroende på när de inträffar, beroende på tillväxten i ekonomin samt att vi vanligen värderar händelser som sker längre fram i tiden lägre än det som sker i en nära framtid. Diskonteringsräntan har satts till 4 %, vilket vanligen rekommenderas (EU-kommissionen 2002, SIKÄ 2002, Naturvårdsverket 2003). Skadorna viktas med sannolikheten för att de inträffar under den tidsperiod man studerar, vilket ger ett s.k. väntevärde. I Tabell 3.13 presenteras beräkningar på 50 och 100 års sikt. Känslighetsanalyser med 2 procents diskonteringsränta samt olika antaganden om när skadorna uppkommer redovisas i Bilaga 2.

Sannolikheten för att en hundraårsnivå ska uppstå ett givet år är 1 procent. Vi antar här att den dimensionerande nivån har en återkomsttid på 10 000 år. Sannolikheten för att det ska uppstå ett givet år är således endast en tiondels promille, och över en hundraårsperiod är sannolikheten 1 procent att det inträffar. Viktat med dessa sannolikheter blir således väntevärdet för kostnaderna

för dimensionerande nivå inte så mycket högre än kostnaderna för hundraårsnivån, vilket avspeglas i Tabell 3.13.

Tabell 3.13 Skadekostnader för Mälaren och Hjälmaren. Diskonterat nuvärde (kalkylränta 4 %) på 50 och 100 års sikt, viktat med sannolikheterna för respektive nivå, miljoner kr

	Mälaren		Hjälmaren	
Vattenstånd	1,25	2,30	22,90	23,70
Vägar	8	150	9	15
Byggnader	1 700	4 300	450	1 500
Industrier	2 000	2 300	5	50
Fiskenäringen	0,5	1,0	0,1	0,3
Elverk	290	410	55	80
Avloppsverk	40	170	-	15
Vattenverk	5	45		
Jordbruk	25	33	75	101
Skogsbruk	0,6	7	0,8	11
Summa	4 070	7 416	596	1 775
<i>50 års sikt</i>				
Diskonterat väntevärde	870	875	128	130
<i>100 års sikt</i>				
Diskonterat väntevärde	990	1 000	146	149

Källor: SWECO, (2006), Flowsprojektet, 2006.

3.3 Myndighetsarbete och samarbete i frågor rörande översvämningar kring Mälaren och Hjälmaren, ansvars- och beredskapsfrågor

Roller och ansvar för översvämningar runt Mälaren och Hjälmaren

Stockholms stad är genom vattendomar ansvarig för regleringen av Mälarens nivå och avtappning. Detta gäller de olika utskoven i Stockholm, men Stockholms stad styr genom beslut i vattendomen även avtappningen genom Södertälje kanal. Sjöfartsverket är ägare till kanalen och slussen i Södertälje.

Regleringsansvarig är Stockholms hamn AB. SMHI är kontrollant. Som kontrollant ska SMHI kontrollera att domen efterlevs. En särskild formulering i vattendomen ger också kontrollanten vissa möjligheter att, efter samråd med Stockholms Hamn och

Sjöfartsverket, beordra ökad tappning utöver ovan nämnda nivåer när det finns risk för höga flöden.

Hjälmarens nivå regleras bl.a. genom en vattendom från år 1988. Genom beslut år 1991 övertog Hjälmarens vattenförbund regleringsansvaret. I Hjälmarens vattenförbund ingår kommunerna, jordbruksintressenter och kraftverksintressenter. SMHI är tillsynsmyndighet för regleringen.

Länsstyrelsen är tillsynsmyndighet för verksamheter som berör vatten dvs. dammar, åtgärder för att avvattna mark eller tappa vattenområden. Bestämmelser för vattenverksamhet regleras i miljöbalken.

Ett flertal statliga verk, Räddningsverket, Naturvårdsverket, Svenska Kraftnät, Boverket m.fl. har ett tillsyns- eller uppföljningsansvar enligt de olika lagar som kan vara tillämpliga vid översvämningar. Regeringen följer händelseförloppet och kan t.ex. besluta att en länsstyrelse skall ha ansvaret för räddningsinsatser som berör flera län.

Krishanteringssystemets ansvarsprincip innebär att den som bär ansvar för en verksamhet under normala förhållanden även gör det i en krissituation. Detta innebär att det normalt är den kommunala räddningstjänsten som har det operativa ansvaret vid en översvämning. Länsstyrelsen roll ligger främst i att stödja berörda kommuner samt i att underlätta samverkan mellan olika aktörer. En viktig roll för länsstyrelsen är att kontinuerligt under ett händelseförlopp informera regeringen och centrala verk genom lägesredovisningar och vid besök samt att initiera en egen uppföljning och delta i centrala verks m.fl. olika uppföljningsstudier.

Mälardalens översvämningssgrupp

Mälardalens översvämningssgrupp bildades år 2000 och arbetar från ett räddnings- och säkerhetsperspektiv med att förebygga och hantera allvarliga översvämningar i Mälardalen. I översvämningssgruppen ingår länsstyrelserna i de fem länen runt Mälaren och Hjälmaren samt ett 40-tal centrala, regionala och lokala organ. Mälardalens översvämningssgrupp ingår tillsammans med Arbetsgruppen för riskhänsyn i samhällsutvecklingen, Arbetsgruppen för el- och telefrågor samt Övningsamordningsgruppen i ett länsövergripande samarbete mellan Mälardalslänen kallat Ö-SAM.

Med utgångspunkt från ett räddnings- och säkerhetsperspektiv är gruppens uppgift att förebygga allvarliga översvämningar. Om dessa ändå inträffar skall gruppen verka för att begränsa skador på människor, egendom och miljö. Konkreta frågor som avhandlas rör exempelvis klimatförändringens konsekvenser för försäkringsbranschen, vattennivåer, EU:s vattendirektiv, vattendomar och ansvar och markanvändning i översvämningshotade områden.

De fem landshövdingarna i Mälar-/Hjälmarlänerna skrev i oktober 2002 till regeringen med konkreta förslag om hur avtappningskapaciteten skulle kunna öka väsentligt vid slussarna i Stockholm och Södertälje. Skrivelsen innehöll bl.a. önskemål om att statsbidrag skulle utgå för förbättringarna. Delar av gruppen utnyttjades med framgång vid de höga flödena under hösten och vintern 2000/01. Gruppens kompetens har successivt förbättrats genom de årliga konferenserna och genom den stora översvämningsövning som genomfördes hösten 2001.

Nyligen har också en älvsamordningsgrupp för Mälaren bildats.

3.4 Möjliga åtgärder i Mälaren och Hjälmaren

3.4.1 Åtgärder uppströms Mälaren och Hjälmaren

Teoretiskt finns möjligheten att dämpa översvämningar i Mälaren och Hjälmaren genom att hålla en permanent lägre nivå i de vattenmagasin som finns uppströms och att skapa en funktion som möjliggör att ett samlat beslut fattas vid ett visst läge inför en hotande översvämning om att nyttiggöra sig av denna magasinvolym. I praktiken möter emellertid en sådan lösning en rad praktiska problem

Lägre nivåer i vattenmagasin eller kontrollerade översvämningsytor tänkbara uppströmsåtgärder

Möjligheten till magasinering av vatten uppströms Mälaren och Hjälmaren beror av vilka magasinvolymerna som finns eller kan tillskapas på ett någorlunda enkelt sätt. Dels kan man tänka sig att använda sig av traditionella vattenmagasin, dels skulle vatten åtminstone teoretiskt kunna magasineras på sådana ytor som normalt inte är täckta av vatten och där konsekvenserna av att de

läggs under vatten en kortare tid är små, t.ex. skogsmark och våtmarker och eventuellt jordbruksmark.

Vattenmagasinen är små i förhållande till Mälaren och Hjälmaren

Bortsett från Hjälmaren finns uppströms Mälaren en hel del andra vattenmagasin som används för produktion av vattenkraft. Dessa är belägna i Hedströmmen, Gisslarboån, Kolbäckån, Arbogaån och Svartån. Magasinens sammanlagda volym är ca 550 miljoner m³ (Bergström et al., 2006). Detta motsvarar en regleringshöjd på ca 49 cm omräknat till hela Mälarens yta.

Vattenmagasin av betydelse i Hjälmarens avrinningsområde finns i Svartån. Den totala volymen av dessa uppgår till 80 miljoner m³, vilket motsvarar en regleringshöjd på ca 17 cm i Hjälmaren (Styrelsen för Hjälmarens och Kvismarens sjösänkingsbolag, 1977).

Praktiska problem vid utnyttjande av vattenmagasin

För att utnyttja en del av regleringsvolymen krävs att magasinen permanent hålls på en låg nivå eller att dammkrönen höjs utan att den regleringsvolym som därmed tillkommer utnyttjas och vattenkraftsproduktion och regleringsmöjligheter går därmed till spillo.

Hjälmaren utgör i sig en viktig flödesdämpning för flödet till Mälaren. Beräknad högsta tillrinning (dimensionerande flöde) till Hjälmaren enligt Flödeskommitténs riktlinjer för riskklass-I dammar är ca 2000 m³/s. Detta är väsentligt större än motsvarande värde på högsta beräknade flöde i Eskilstunaån som är ca 200 m³/s (Cederwall, 2006). Av Mälarens totala tillflöde kommer emellertid bara ca 20 % via Eskilstunaån från Hjälmaren. För att i någon betydande utsträckning bidra till ett skydd mot höga vattenstånd i Mälaren skulle alltså möjligheter till flödesdämpning även behövas i många andra vattendrag uppströms Mälaren. Många av vattenmagasinen som finns uppströms Mälaren är emellertid kantade av bebyggelse och används flitigt av de boende och andra för rekreatiösa ändamål som bad och fiske. Om man skulle hålla en permanent lägre nivå i dessa sjöar skulle det i betydande omfattning kunna inkräkta på dessa aktiviteter. Det skulle också minska vattenkraftsproduktionen och minska möjligheterna att använda

berörda vattenkraftsverk för utjämning av produktionen inom elsystemet mellan dag och natt (s.k. korttidsreglering) samt mellan olika årstider. Skulle dammkrönen höjas drabbas omkringliggande samhällen av översvämningar vid utnyttjande av den därmed utökade regleringsvolymen. Vidare skulle ändringar i detta avseende kräva att ett stort antal vattendomar omprövades. Volymen i magasinen uppströms Hjälmaren är närmast försumbar i förhållande till Hjälmarens yta.

Kontrollerade översvämningar av markytor kräver enorma arealer

Att utnyttja mark som normalt inte är täckt av vatten för aktiv flödesdämpning är en möjlighet som används längs flera Europeiska floder. Översvämningar i dessa floder är mer kortvariga än vad som är fallet i t.ex. Mälaren. Utnyttjande av våtmarker på detta sätt kan minska läckage av näringsämnen till vattendrag nedströms och havet. För att planera sådana åtgärder skulle det krävas generell tillgång till bättre höjddata. Med sådana data som grund kan man genomföra nya detaljerade översvämningsskarteringar för att klarlägga vilka ytor som skulle kunna tas i anspråk samt vilka volymer detta motsvarar. För att möjliggöra ett planerat utnyttjande av dessa ytor i samband med en annalkande översvämning av Mälaren och Hjälmaren skulle omfattande markarbeten med invallningar behöva utföras. Dessutom skulle fungerande möjligheter till kontrollerad avledning av vatten vid mycket höga vattennivåer i tillflöden behöva komma till stånd. Med hänsyn till sjöarnas storlek skulle enorma arealer behöva tas i anspråk för att mer än ytterst marginellt minska översvämningensrisken i Mälaren och Hjälmaren.

Sammantaget små möjligheter

Sammantaget får därför möjligheterna, att med åtgärder uppströms åstadkomma mer än marginell påverkan på de högsta vattenstånden, anses som små. En framtida utveckling av hydrologisk prognostisering och modellering skulle dock kunna bidra till möjligheterna att utveckla en mer sofistikerad vattenhushållningsstrategi där prognoser om framtida tillrinning skulle kunna utnyttjas för att minimera vattenhållningen i vattenmagasinen

tidigt under en översvämningsepisod i syfte att lindra effekterna av översvämningar. Detta kräver dock en operativ organisation som kontinuerligt samordnar regleringen. Dessutom krävs ändringar i en rad vattendomar.

3.4.2 Invallningar och andra skyddsåtgärder

Invallningar är ett sätt att skydda områden från att översvämmas. Generellt finns två typer av vallar; tillfälliga invallningar som kan sättas upp som en nödåtgärd vid en högflödessituation eller permanenta invallningar som ger ett mer bestående skydd.

Permanent invallning av industrier tekniskt möjligt

En uppskattning har gjorts av SWECO VBB AB på uppdrag av utredningen av den totala längd invallning som krävs för att skydda berörda industrifastigheter runt Mälaren och Hjälmaren vid en 100 års nivå respektive en dimensionerande nivå. Den totala längden invallning har uppskattats till 12 respektive 16 km för Mälaren. För Hjälmaren är sträckan betydligt kortare, ca 300 m för båda fallen. Den erforderliga höjden på de invallningar som är aktuella baseras på grova uppskattningar då underlaget endast utgörs av översvämningarnas utbredning enligt en översiktlig översvämningsskartering. För 100-årssituationen har vattendjupet på de översvämmade industrifastigheterna bedömts uppgå till 0–0,5 m. För den dimensionerande nivån har vattendjupet på de industrifastigheter som översvämmas vid 100-årssituationen bedömts uppgå till 1–1,5 m. SWECO har utgått från att vallarna utförs som jordvall med en krönbredd på 3 m och med slänter i lutning 1:2. På uppströmsslänten förses vällen med ett erosionsskydd av ca 0,4 meters tjocklek och på nedströmssidan förses vällen med en lämplig växtbädd som gräsbesås. Skyddsvallarnas krönnivå väljs utifrån uppskattade vattennivåer vid en 100-årsnivå respektive en dimensionerande nivå. Hänsyn ska också tas till våguppspolning. Grundläggningsförhållandena kan antas variera från sand- och grusmaterial till lera. Vid grundläggning på lera krävs ofta mer omfattande grundläggningsarbeten. Då grunden består av sedimentärt lagrade sand- och grusmaterial kan läckage under skyddsvallarna och genom undergrunden uppstå. För att

samla upp läckaget genom/under skyddsvallarna bör dränagediken anläggas nedströms vallarna. Läckagevattnet kan sedan samlas upp i ett lämpligt antal pumpgropar/brunnar med möjlighet att pumpa tillbaka vattnet till sjön. Om vattenytan skulle stiga och till slut överströmma vallarna skulle detta med största sannolikhet leda till brott i vallarna. Vid ett sådant scenario bör man, på grund av den uppdämda vattennivån, beakta risken vid ett hastigt händelseförlopp. En överslagsmässig kostnadsberäkning ger totalkostnaden för invallning av berörda industrifastigheter vid Mälaren uppgår till ca 34 miljoner kronor om man ska klara en 100-års-situationen och ca 110 miljoner kronor vid dimensionerande nivå. Totalkostnaden för invallning av berörda industrifastigheter vid Hjälmaren uppgår till ca 0,5 miljoner kronor vid både 100-års- och dimensionerande nivå. Underhållskostnaderna bedöms kunna uppgå till ca 25 000 kronor/km och år dvs. totalt för Mälaren till 300 000 respektive 400 000 kronor/år. Efter en högflödessituation behöver invallningar inspekteras och säkerligen renoveras i vissa avsnitt. Kostnaden för denna insats är svår att uppskatta.

Omfattande invallning av bebyggelse krävs för skydd mot höga nivåer

Stockholms Stad bedömer att en sträcka om ca 2 mil inom kommunens gränser i olika grad kan drabbas vid översvämning av Mälaren. En inträffad översvämning kan komma att kräva stora mängder invallningsutrustning. I Räddningsverkets depåer finns sammanlagt barriärer och sandsäckar till 8–9 km invallning. Det blir då fråga om prioriteringar, där alla områden inte är lika känsliga.

Permanent invallning av dessa sträckor skulle antagligen vara tekniskt möjligt men i praktiken är det sannolikt otänkbart bl.a. ur estetisk synpunkt med långsträckta invallningar åtminstone i de delar av centrala Stockholm som kan hotas vid översvämning. Att skydda bostäder mot en 100-årsnivå är möjligt men skulle inbjuda till vidare exploatering och med tanke på de hastiga översvämningförlopp som kan uppstå om vallen brister skulle det vara förenligt med betydande risker för människoliv.

Den totala byggnadsyta som enligt fastighetskartor finns i områden som hotas vid en dimensionerande nivå nära Mälaren har jämförts med den totala byggnadsyta som finns i motsvarande områden runt Väneren. Med ledning av den uppskattning vi gjort

för behoven av invallning av större samhällen i Vänern (se avsnitt 4.4.4) har vi gjort en grov beräkning av behoven kring Mälaren och Hjälmaren. Det totala behovet av invallning av bostäder kring Mälaren har på detta sätt grovt beräknats till ca 55–70 km. För Hjälmaren bedöms behovet med samma metod till ca 20–25 km. Kostnaden blir, med samma kostnadsuppskattningar per km vall som Karlstad kommun gjort, då ca 600–750 miljoner kring Mälaren och ca 200–300 miljoner kring Hjälmaren. Det bör dock noteras att delar av bebyggelsen kring Hjälmaren redan är skyddad genom nyuppförda invallningar och i viss mån av jordbrukets invallningar av äldre datum. Dessutom finns relativt sett fler större samhällen kring Mälaren och Vänern än kring Hjälmaren. Uppgifterna för behoven kring Hjälmaren kan därför vara en överskattning.

Vidare bör det understrykas att invallningar av annan bebyggelse än bostäder i större samhällen skulle kräva betydande ytterligare insatser.

Invallningar och andra skyddsåtgärder för andra verksamheter och objekt är genomförbara vid Hjälmaren men knappast vid Mälaren

Om man huvudsakligen skulle satsa på invallningar för att lösa Mälarens problem finns också ett behov av att säkra vägar och järnvägar mm mot översvämning. Eventuellt kan det då bli fråga om att valla in områden också för att skydda dessa men det kan också bli fråga om att höja upp väg och järnvägsavsnitt eller i vissa fall ändra sträckningen. Någon heltäckande beräkning för i vilken omfattning sådana åtgärder skulle behöva vidtas har inte kunnat göras men Vägverkets beräkningar visar att 27 platser kring Mälaren och Hjälmaren av allmänna vägar påverkas vid en dimensionerande nivå, de flesta kring Mälaren. Till detta kommer enskilda vägar och de delar av det kommunala vägnätet som inte redan skulle skyddas av de invallningar som vi här förutsätter görs vid utsatta större samhällen. Att åtgärda alla dessa skulle kräva omfattande och kostsamma arbeten (se vidare avsnitt 3.4.5). Bedömningar av Banverket tyder på att ett 20-tal järnvägssträckor behöver åtgärdas för att helt undvika problem. Alla utom en finns kring Mälaren. Åtgärder för att eliminera risken för påverkan från översvämning på järnvägarna i centrala Stockholm är sannolikt kostsammare men beräkningar saknas. Vidare behövs ytterligare skyddsåtgärder för tunnelbanan samt för systemet för försörjnings-tunnlar under Stockholm.

Invallningar skulle kunna skydda vatten- och avloppsförsörjningens byggnader och pumpstationer men stora problem skulle ändå uppstå p.g.a. att näten såväl som flertalet reningsverk och många vattenverk samt ledningsnät och pumpstationer är lågt belägna.

Inom jordbruket finns ett flertal invallningsföretag såväl runt Mälaren som runt Hjälmarén. Dessa skulle sannolikt behöva förstärkas och höjas i de flesta fall för att klara en hundraårsnivå. Invallningar enbart för att skydda jordbruksmark mot en dimensionerande nivå är knappast försvarbart. Statusen för de befintliga skyddsvallar är tämligen oklar.

Invallningar löser självfallet inte problemen för sjöfarten i Mälaren som inte alls bedöms kunna bedrivas vid ett vattenstånd som når ett par decimeter över 100-årsnivåerna. Sannolikt gäller detta även för fisket.

Behoven av invallningar eller andra åtgärder kring Hjälmarén är inte så uttalade som kring Mälaren. Vid sidan av behoven för att säkra jordbruksmark och bebyggelse är det främst ett antal vägavsnitt, ett avloppsreningsverk i Örebro och Vinöfärjans färjelägen som kräver åtgärder för skydd mot de här aktuella översvämningarnivåerna. Behoven av åtgärder då det gäller industrier, järnvägar mm bedöms vara små.

Tillfälliga invallningar

Utöver de beräkningar som Stockholms stad gjort har vi inte närmare studerat möjligheterna att uppföra tillfälliga invallningar eller vidta andra åtgärder av tillfällig natur för att undvika skador av en översvämning upp till en hundraårsnivå respektive en dimensionerande nivå i Mälaren respektive Hjälmarén. Tillgången till material för invallning är dock en starkt begränsande faktor. Även tillgång till personal och arbetsmaskiner kan vid en omfattande översvämning bli begränsande för möjligheterna.

3.4.3 Ändrad vattenregleringsstrategi för Mälaren

SMHI har på utredningens och Stockholms stads uppdrag studerat möjligheterna att dämpa de högsta förekommande vattenstånden i Mälaren genom att öka tappningen vid lägre vattennivåer genom

befintliga utskov. Man har också analyserat hur de lägsta vattenstånden påverkas av olika vattenregleringsstrategier och ett förändrat klimat.

SMHI:s beräkningsmetodik

SMHI:s beräkningar av hur vattenstånden i Mälaren påverkas av olika vattenregleringsstrategier baseras på observationer av vattenståndet i sjön under drygt 100 år, från 1900-talets början till en bit in på 2000-talet. Eftersom Mälaren reglerats under perioden har en rekonstruktion gjorts av vad vattenstånden skulle blivit om regleringen funnits hela den studerade tidsperioden. SMHI har studerat hur ett antal andra tappningsstrategier än de av vattendomen föreskrivna skulle påverkat vattenstånden under denna period. Inga av de undersökta strategierna innebar att tappningen ökades vid vattenstånd under +4,20 m i Mälarens höjdsystem eftersom det skulle sänka de lägsta vattenstånden och därmed leda till risk för påverkan på vattenkvalitet, saltvatteninträngning och problem för sjöfarten.

Små möjligheter dämpa höga vattenstånd genom tidigarelagd tappning

SMHI har studerat effekterna av full tappning genom Mälarens samtliga utskov vid ett lägre vattenstånd än idag (SMHI, 2006). Enligt denna undersökning kan de högsta vattenstånden minskas med ca 7–8 cm dvs. ungefär lika mycket som den minskning som åstadkoms år 2000 genom att vattendomen frångicks så att tappningen genom Södertälje och Hammarby slussar ökades utöver föreskrivna nivåer. De riktigt låga vattenstånden förändras inte så länge tappningen ökas först vid nivåer över +4,20 m i Mälarens höjdsystem, men perioder med låg tappning och låga vattenstånd blir längre. Resultaten bekräftar vad en tidigare undersökning av SMHI kom fram till (SMHI, 2003). I denna undersökning studerades full tappning i alla utskov från nivån +4,40 m i Mälarens höjdsystem. Enligt denna undersökning kan de högsta vattenstånden minskas med ca 10 cm jämfört med tappning enligt dagens vattendom där fortfarande Karl-Johansslussen, Södertälje sluss och Hammarbyslussen ska hållas stängda vid nivån +4,40 i Mälarens höjdsystem.

Risk för ännu lägre lägsta vattenstånd i framtiden

Förväntade klimatförändringar för regionen, se vidare avsnitt 2.1.2 och 3.2.1, visar att frekvensen av låga vattenstånd kommer att öka i Mälaren. De lägsta vattenstånden väntas också bli lägre. Detta sammantaget gör att problemen med låga vattenstånd kan öka i framtiden. SMHI har beräknat hur förekomsten och vattenstånden i Mälaren kommer att förändras under perioden 2071–2100 jämfört med perioden 1961–1990. Beräkningarna visar också att åtgärder för att minska läckaget av vatten vid luckor och slussar samt genom mark har stor betydelse för möjligheterna att undvika de lägsta vattenstånden. Resultaten framgår av nedanstående tabell.

Tabell 3.14 Förändringar i frekvens och nivå på låga vattenstånd i Mälaren

	1961-1990	2071-2100
Lägsta vattenstånd (i Mälarens höjdsystem)	3,81	3,66
Antal dagar med vattenstånd < 4.00 m (under 30 år)	441	2 138
Antal år med vattenstånd < 4,00 m	5	24

Källa: Bergström, et al., 2006.

Enligt IPCC:s tredje utvärderingsrapport kommer den globala havsyttehöjningen att vara mellan 11–88 cm fram till år 2100. SMHI har för utredningens räkning tittat på vad effekterna kan bli i Östersjön med hänsyn till landhöjning och förändrade tryck-, och vindförhållanden. Resultaten visar stor spridning. Det kan i Stockholmsområdet bli fråga om allt från att havsytan sänks med ytterligare 4–5 dm till en höjning med ungefär lika mycket, (SMHI 2006). Mälarens vattenyta kan alltså komma att ligga högre över havsytan i slutet av seklet vilket kan underlätta avbördningen av vatten från Mälaren. Risker finns dock också att problemen med de lägre minimivattenstånden i Mälaren som klimatscenerierna beskriver kan komma att förvärras av en högre havsytta.

Väsentligt tidigarelagd tappning riskerar sänka de lägsta vattenstånden

SMHI har i tidigare beräkningar (SMHI, 2003) visat att ökad tappning jämfört med dagens regleringsregim inte nämnvärt påverkar de lägsta vattenstånden. Ser man till hela perioden 1900–2002 hade

en öppning av samtliga utskov, inklusive slussarna, redan från nivån +4,40 m i Mälarens höjdsystem som mest sänkt de lägsta vattenstånden med 0,6 cm. I beräkningarna ser man att en mer påtaglig påverkan på de lägsta vattenstånden uppstår först om full tappning påbörjas redan under nivåer kring +4,15–+4,20. Å andra sidan skulle en förhöjd tappning sannolikt behöva inledas redan vid dessa nivåer för att påtagligt sänka de högsta vattenstånden.

Tidigare tappning kan skada slusskonstruktioner

Erfarenheterna från de höga vattenstånden under senhösten år 2000 visar att tappning genom slusskonstruktioner kan skada själva slussarna såväl som områdena nedströms. Enligt vattendomen får genom Södertälje sluss respektive genom Hammarby sluss tappas maximalt 70 m³/s vardera. Under 12 dagar senhösten 2000 frångick man vattendomen och flödena uppgick till 120 m³/s mer än den enligt vattendomen fastställda tappningen. Skador uppstod förutom på själva slusskonstruktionerna på bl.a. brofundament nedströms. Upprepad tappning av vatten genom slussar riskerar, särskilt om större strömhastigheter uppstår, leda till mer omfattande skador. Förstärkningsåtgärder är inte alltid möjliga.

3.4.4 Ökad avbördningsförmåga från Mälaren och Hjälmaren

Nuvarande avbördningsförmåga av vatten i de sex olika utsläppspunkterna

Mälarens avbördningsförmåga sker i sex utsläppspunkter. Tabell 3.15 nedan visar vilka dessa är och vilken maximal avbördningskapacitet de olika punkterna har vid en situation med högvatten (+4,70 m i Mälarens höjdsystem) och medelvattenstånd i havet. Vid högre havsvattenstånd men även vid lägre vattenstånd i Mälaren är avbördningskapaciteterna lägre. Förutom dessa utskov finns en kulvert vid Södertälje samt en vid Hammarby sluss, vardera med en kapacitet om drygt 5 m³/s.

Tabell 3.15 Mälarens utskov och avbördningskapacitet vid en hög vattennivå i Mälaren och oaktat bestämmelserna i gällande vattendom och erosionsrisker

Plats	Avbördningskapacitet (m ³ /s)
Norrström/Riksbron	245
Stallkanalen	125
Söderström Avtappningskanal	125
Södertälje sluss och kanal	95
Söderström-Karl Johanslussen	150
Hammarbyslussen	65
<i>Totalt</i>	<i>805</i>

Källa: Cederwall, 2006.

Avbördningen genom *Norrström* regleras vid den s.k. Riksbrodammen via en s.k. segmentlucka. Avbördningshydrauliken är relativt komplicerad. Avbördningen genom *Stallkanalen* regleras på liknande sätt av en uppströms segmentlucka. Båda dessa luck- och regleringsanordningar är nyligen renoverade och ombyggda.

Avbördningen i Söderström sker dels genom *Karl Johanslussen* och i avtappningskanalen under Karl Johans Torg (fd. Nils Ericsons sluss). Karl Johanslussen är utförd med kanalväggar av stålspont beklädda med natursten. Slussen öppnas och stängs med höj- och sänkbara slussportar. *Avtappningskanalen under Karl Johans Torg* är till övervägande del utförd med kanalväggar av murad blocksten och den stängs med horisontella sättbalkar. Tappning genom *Hammarbyslussen* kan ske genom slussen genom att öppna slussportarna men avbördningsmöjligheterna begränsas för närvarande av erosionsrisker som visat sig uppstå vid tappningar överskridande ca 70 m³/s. *Södertälje kanal* är ca 5 km lång mellan Linasundet vid Mälaren i norr och Igelstaviken i söder. Kanalslänterna är ofta branta och rasbenägna. Kanalslänterna är delvis erosionskyddade.

Generella förutsättningar för bedömning av möjligheter till ökad avbördning

Vi har utgått från att hydraulisk design och utformning av nya system för avbördning av vatten från Mälaren i de känsliga lägen som det här är fråga om måste vara lokalt anpassade och utformade med ett antal villkor bl. a. med hänsyn till krav på försiktig restaurering av teknikhistoriskt värdefulla anläggningar. Vidare har vi valt att enbart studera alternativ som medger bevarande av byggnader mm av nationellt intresse med höga kulturhistoriska värden som Riksdagshuset, Slottet, Rosenbad och broar i centrala staden.

Begränsade möjligheter öka avtappning i Norrström och Stallkanalen

Här råder komplicerade strömningsförhållanden. Utflödet begränsas idag antingen av Norrbro eller Riksbron eller av båda beroende av strömningsförhållandena och öppningsluckornas inställning. Vid höga vattenstånd (över +4,20 m) är sannolikt Norrbro begränsande för utflödet. Att öka utflödet vid Norrström är möjligt och det bedöms även tekniskt möjligt att bevara Norrbro (som är den äldsta bron i centrala Stockholm och en bro med mycket stora estetiska värden) genom muddring och fördjupning av genomströmningssektionerna i de två brovalven. Detta skulle kunna ske i samband med förstärkning av brons grundläggning vilket sannolikt är en viktig åtgärd under alla omständigheter, alltså oberoende av avbördningsökande åtgärder. Åtgärder vid Riksbron, t.ex. sänkning av lucktröskeln fordras för att de samlade åtgärderna i Norrström ska ge en kapacitetsökning. Sannolikt kan dock bara en marginell effekt uppnås, som högst i storleksordningen 150 m³/s (Cederwall, 2006). Stallkanalen flyter mellan Riksdagshuset och Slottet och här kräver kapacitetsökningar omfattande förändringar. Ska någon nämnvärd flödesökning åstadkommas krävs betydande ingrepp i en kulturhistoriskt mycket känslig miljö.

Ombyggnad vid Söderström (Slussen) ger möjlighet att öka avbördningsförmågan väsentligt

Trafikanläggningarna vid Slussen är efter snart 70 års användning till större delen tekniskt uttjänta och måste ersättas. En formgivningstävling som avgjordes våren 2004 resulterade i att förslaget

”Strömmar” som innebär en större ombyggnad av Slussenområdet och ökade möjligheter till avtappning från Mälaren vann. Stockholms stads kommunfullmäktige har beslutat att inleda planarbete för detta förslag men även för en utformning som i högre grad bevarar nuvarande karaktär ”Nybyggt bevarande”. En ombyggnad av Slussenområdet innebär ett mycket omfattande byggarbete som dessutom ska ske i en känslig miljö med stora resandeströmmar. Därtill bör arbetena så långt som möjligt samordnas med andra i området planerade projekt. Bedömningar, av i projektplaneringen insatta personer, gör gällande att en ombyggnad av Slussen kan stå färdig först om upp till ca 15 år (*Anders Roman, Markkontoret, pers. kommunikation, 2006*).

Möjligheterna att avbörda vatten inom ramen för de två olika förslagen till utformning av den nya Slussen har studerats. Inom förslaget ”Nybyggt bevarande” kan den befintliga Karl Johansslussen och avtappningskanalen under Karl Johans Torg (fd Nils Ericsons sluss) bibehållas i sina respektive lägen. Tre nya kanaler kan öppnas parallellt med slussrännan på ömse sidor om denna, två söder om slussen och en ny kanal på norra sidan mellan befintliga avtappnings- och slusskanal. I förslaget ”Strömmar” kan två eller tre nya kanaler öppnas. Med fyra kanaler kan en avbördningskapacitet om totalt knappt 1 000 m³/s uppnås vid en högvattennivå på +4,70 (Mälarens höjdsystem). För en sådan volym bedöms inte några särskilda erosionsskydd behövas. Om man ändrar utformningen något och dessutom fördjupar avtappningskanalerna kan en femte kanal pressas in och då ökar avbördningskapaciteten till ca 1 100 m³/s vilket dock sannolikt innebär större behov av erosionsskydd. I alternativet ”Nybyggt bevarande” med fem kanaler kan avbördningen beräknas bli maximalt knappt 1 100 m³/s vid i övrigt samma förhållanden och beräkningsmetodik. Det kan vara möjligt att ytterligare öka avtappningskapaciteten i Söderström med något hundratal m³/s genom ytterligare fördjupningar av avtappningskanalerna. Detta kan dock medföra behov av grundförstärkningar och ytterligare erosionsskydd. Kostnaderna för detta har inte beräknats men kan bli betydande. Erosionsriskerna uppstår framför allt nedströms pga. högre vattenhastigheter där. Mer detaljerade studier av erosionsriskerna med numerisk simulering och tidigare erfarenheter av erosion i området behövs för att kunna utforma och dimensionera erosionsskydd. (Stockholms stads markkontor, 2006, Cederwall, 2006).

Ökad tappning genom Södertälje Sluss möjlig vid ombyggnad med erosionsskydd

Södertälje kanal byggdes redan i början av 1800-talet och är ca 5 km lång. Sjöfartsverket har i samarbete med berörda kommuner utrett förutsättningarna för en ombyggnad av Slussen för att kunna trafikera hamnarna i Mälaren med de moderna, bredare och längre fartyg som utvecklingen generellt går mot och som skulle kunna stärka sjöfartens konkurrenskraft i Mälaronrådet. Åtgärder krävs både i kanalen och i själva slussen för att möjliggöra detta. Tre olika utformningar av Slussen har analyserats. WSP Sverige AB har på uppdrag av Sjöfartsverket utrett konsekvenserna av en ökad tappning från Mälaren genom Södertälje sluss och kanal i samband med höga flöden. Dagens högsta tillåtna flöde enligt vattendom är 70 m³/s men tappningen kan rent tekniskt uppgå till ca 95 m³/s. Tappningen skulle kunna öka till ca 400 m³/s men detta kräver omfattande erosionsskydd genom spontning utefter nästan hela kanalen. Därtill kommer ett behov av underhållsmuddring för att bl.a. motverka landhöjning och inverkan på strömningsförhållanden av fartygstafrik. Något beslut om utbyggnad har inte fattats då Sjöfartsverket är av uppfattningen att särskilda medel behöver tillskjutas för att utbyggnaden ska kunna bli av. Vissa renoveringsarbeten behöver dock utföras under alla omständigheter och Sjöfartsverket har nyligen bytt ut en slusslucka och planerar för att byta ytterligare luckor och för ökat erosionsskydd. Med dessa åtgärder bedöms avtappningskapaciteten kunna ökas med ca 300 m³/s. En ombyggnad av Södertälje sluss skulle kunna genomföras inom ca 4 år. (Cederwall, 2006, Tage Edvardsson, Sjöfartsverket, pers. kommunikation, 2006).

Liten vinst vid ökat flöde genom Hammarby Sluss

Hammarbyslussen är något mindre än nuvarande Södertälje sluss och kanal. Maximal tappning är idag ca 65 m³/s enligt vattendomen. Slussområdet är känsligt för erosionspåverkan och sammanhängande skador på samma sätt som i Södertälje – sannolikt väsentligt mer här. En genom erosionsskyddsinsatser maximal tappning genom Hammarbyslussen vid högvatten i Mälaren som ökar kapaciteten till ungefär det dubbla av nuvarande kapacitet kan vara möjlig men med tanke på den förhållandevis långa och smala

kanalen nedströms slussen som är kantad av bebyggelse behövs sannolikt förhållandevis omfattande erosionsskyddande åtgärder i en känslig miljö. Stockholms hamn bedömer att det kan bli fråga om att erosionsskydda ca 200 m för att skydda grundläggningen av slusskonstruktionen, ledverken nedströms slussen och brofundamenten för Skansbron. Kostnaderna för dessa åtgärder bedöms av Stockholms hamn till ca 20 miljoner kronor (Kjell Karlsson, Stockholms hamn, pers. kommunikation 2006).

Samlad bedömning av nya avtappningsmöjligheter

Totalt skulle upp till ca 1500 m³/s tappas ur Mälaren genom att nya utskov byggs så att Söderström utnyttjas maximalt. SMHI beräknar att ett sådant utskov från Mälaren skulle kunna minska med ca 75 cm. För högre avtappning behöver andra avbördningsmöjligheter tas i anspråk. De största möjligheterna förutom i Söderström finns i Södertälje sluss. Om också Södertälje sluss nyttjas maximalt kan upp avtappningen ökas till ca 1 800 m³/s. SMHI beräknar att den dimensionerande nivån med ett sådant utskov från Mälaren skulle kunna minska med ca 1m (Bergström et al. 2006. I ett framtida klimat skulle sänkningen av de högsta nivåerna bli ännu lite större. Att enbart genomföra en utbyggnad av Södertälje kanal bedöms sänka de högsta nivåerna med mellan 40 och 50 cm.

Möjligheter till ökad avtappning från Hjälmarén

Det finns risker för översvämningar i Eskilstunaån vid höga nivåer i Hjälmarén (och Mälaren). Åns flöde genom Torshälla är särskilt problematiskt eftersom ett belastningsbortfall för kraftstationen i Torshälla som kan inträffa vid ett strömavbrott till följd av andra orsaker innebär att den totala avbördningskapaciteten i ån minskas. Andra problem kan sannolikt också uppstå men huvudproblemet är att kompensera för en sådan situation vid kraftstationen i Torshälla. Parallellt med huvudfåran genom Torshälla finns två ågrenar – Nybyån och Torshälla kanal. I Nybyån finns en mindre vattenkraftstation. Avbördningskapaciteten här är så stor att det bedöms gå att klara inverkan på den lokala avbördningsförmågan

vid ett belastningsbortfall. Torshälla kanal är en grävd kanal med tre slussar. En möjlighet är att i ett kritiskt flödesläge avbörda genom kanal och slussar så att den totala erforderliga avbördningsförmågan i Eskilstunaån kan upprätthållas. Det kräver att särskilda åtgärder vidtas vid slusspartiet för att kunna öppna och avbörda genom slussluckorna i en högvattensituation. Dessutom måste man överblicka konsekvenser nedströms slussarna vid en sådan flödetappning. En möjlighet är att göra som planeras vid Södertälje kanal där uppströmsslussens övre slussport byggs om till en segmentlucka/segmentport som har sina fästen i slusskammarens sidor. Vid helt nedfällt läge inkränktar segmentluckan inte på slusskammaren och flödeskapaciteten bestäms då av slussens huvudgeometri. Kostnaden för att ersätta en befintlig uppströmport med en segmentport bestäms av slusstorleken men blir även för en liten sluss som i fallet Torshälla kanal relativt stor.

Under utredningens slutskede har möjligheten att utnyttja "Gamla Hjälmare kanal" som löper parallellt med den befintliga "nya kanalen" mellan Kvarnsjön i Hjälmaren och Arbogaån kommit upp. Gamla Hjälmare kanal är Sveriges äldsta konstgjorda vattenväg, 13 km lång, med 9 slussar som hanterar en samlad vattenståndsdifferens mellan Hjälmaren och Mälaren på ca 22 m. För att åstadkomma en ökad tappningskapacitet för Hjälmaren med ca 200 m³/s behöver åtgärder vidtas i kanalen. En för detta ändamål anpassad förbiledning eller avbördningdamm och vattenregleringsanordning behövs vid en befintlig kraftstation i kanalen. Dessutom erfordras vissa rensningar och erosionskydd längs kanalen. En väsentlig fråga att klarlägga i sammanhanget är vilka tappningar till Arbogaån som är möjliga i känsliga situationer då även Arbogaån, som är förhållandevis hårt drabbad vid översvämningar, kan antas ha höga flöden i en översvämningssituation.

3.4.5 Kostnader för undvikandeåtgärder

För att undvika översvämningar i Mälaren och Hjälmaren med åtföljande skador kan fyra typer av åtgärder göras: dels en ökad utskovskapacitet, så att vattennivån snabbt kan sänkas vid höga nivåer, dels åtgärder uppströms, dels att sänka vattennivån så att det finns större säkerhetsmarginaler, och slutligen att skydda utsatta områden med skyddsinvallning och andra åtgärder.

Åtgärder uppströms behandlas inte här då vi i enlighet med 4.4.1 inte finner dem rimliga.

Vi bedömer det rimligt att öka utskovskapaciteten både vid Södertälje sluss och i Söderström vid Slussen i Stockholm. En generell sänkning av vattennivån kräver att farlederna och vissa hamnar muddras för att oförändrad sjöfart ska kunna upprätthållas.

Ombyggnad av Slussen (Söderström) i Stockholm

Utskovet genom Söderström skulle kunna ökas till 1 100 m³/s. Totalt skulle upp till ca 1 500 m³/s tappas ur Mälaren genom att nya utskov byggs så att Söderström utnyttjas maximalt. SMHI beräknar att ett de allra högsta vattenstånden (en dimensionerande nivå) med ett sådant utskov från Mälaren skulle kunna minska med ca 75 cm. Denna utbyggnad av Slussen skulle innebära att totalt 5 nya kanaler skapas, till en kostnad av ca 500 miljoner kronor (Stockholms stads Markkontor, Anders Roman, pers. kommunikation, 2006). Eventuellt tillkommer kostnader för erosionskydd.

Utbyggnad av Södertälje kanal och sluss

Den ombyggnad av Södertälje kanal och sluss som presenterats i avsnitt 3.4.4 bedöms öka avtappningskapaciteten med ca 300 m³/s och sänka de högsta nivåerna i Mälaren med mellan 40 och 50 cm.

En ombyggnad av slussen planeras till 2007/2008. Om slussportarna då ersätts av sektorsportar skulle avtappningsmöjligheterna förbättras, så att slussen tekniskt sett klarar en 100-årsnivå. Sjöfartsverket bedömer att en ökad tappningsmöjlighet med 300 m³/s skulle kunna genomföras till en extra kostnad av 50 miljoner kronor. För att kunna öka flödet krävs även åtgärder för att skydda mot erosion, vilket skulle kosta ca 100 miljoner kronor för erosionskydd (Sjöfartsverket 2003). En utbyggnad av slussen för att förbättra förutsättningarna och minska kostnaderna för näringslivets transporter i regionen har också diskuterats. Om en ombyggnad genomförs skulle en del av den erforderliga ökningen av tappningskapaciteten kunna tillgodoses utan ökade kostnader. Merkostnaden för ökad avtappningskapacitet skulle

därmed understiga 100 miljoner kronor, den exakta summan är dock inte känd.

Ändrad tappningsstrategi och behov av muddring

Sjöfartverket bedömer att en sänkning av Mälarens vattenstånd med två decimeter beräknas kräva muddring motsvarande 5,2 miljoner m³ för att upprätthålla dagens sjöfart. Massorna bedöms fördela sig lika mellan mjuka och hårda massor och ett genomsnittspris för muddring uppskattas till 300 kronor per kubikmeter. Sjöfartsverket har angivit kostnaden för muddring med 1 dm till 300 miljoner kronor och för muddring med 2 dm till 1,5 miljarder kronor (Sjöfartsverket, 2006). Storskalig muddring i Mälaren kan också ge omfattande miljökonsekvenser.

Följande ej prissatta kostnader tillkommer för att upprätthålla sjöfarten:

- Omläggning av rör och kablar
- Stabilisering av kajer i Västerås och Köping
- Muddring i fritidsbåtshamnar

Vid en avsänkning av Mälaren kan också saltvatteninträngning bli vanligare med ökade kostnader för vattenförsörjningen. Dessa har inte kunnat beräknas.

Skydd mot översvämningar

Om inga ökade avtappningsmöjligheter skapas fordras omfattande invallningar av Mälaren för att skydda bebyggelse, industrier och infrastruktur. Vid Hjälmaren är invallningsbehoven inte lika stora.

I Tabell 3.16 visas kostnaderna för den invallning som krävs för att skydda industrianläggningar kring Mälaren och Hjälmaren.

Tabell 3.16 Kostnader för skyddsvallar kring industrier. Mälaren och Hjälmaren, miljoner kronor

	Mälaren		Hjälmaren	
	Hundraårsnivå	Dim. nivå	Hundraårsnivå	Dim. nivå
Material skyddsvall höjd 0,5 m	23,5	1,9	0,6	-
Material skyddsvall höjd 1,5 m	-	72,0	-	1,4
Oförutsett, diverse arbete/mängder	5,9	18,4	0,1	0,4
Projektering, byggadministration	,4,4	13,9	0,1	0,3
<i>Summa</i>	<i>34</i>	<i>106</i>	<i>0,8</i>	<i>2,1</i>

Källa: SWECO VBB, 2006.

Med ledning av de uppgifter som tagits fram inom utredningen av drabbad bebyggelse runt Vänern, Mälaren och Hjälmaren, samt uppgifter från Karlstad kommun om invallningsbehov, har behoven av invallning kring Mälaren och Hjälmaren uppskattats. Totalt berörs drygt 700 000 m² bostäder samt lokaler för kontor och service runt Mälaren och knappt 300 000 km² runt Hjälmaren. Den invallning som vi bedömt behövs för Vänern motsvarar en sträcka om 110–140 km för ca 1,4 miljoner m² byggyta och bedöms kosta 1,4–1,9 miljarder kronor. Den totala längden invallningar skulle med dessa uppgifter som utgångspunkt bli ca 55–70 km i Mälaren och 20–25 km i Hjälmaren. Totalkostnaden skulle då bli ca 0,7–1 miljard kronor i Mälaren och ca 0,3 miljarder i Hjälmaren. Det bör dock noteras att delar av bebyggelsen kring Hjälmaren redan är invallad. Invallningar av annan bebyggelse skulle kräva betydande ytterligare insatser.

Vägar och järnvägsvallar måste i flera fall byggas om. Vid en hundraårsnivå bedöms kostnaderna uppgå till 72 miljoner kronor (Vägverket, Håkan Ohlson, 2006), Siffrorna avser endast det regionala vägnätet och omfattar följaktligen inte kommunala vägar och gator.

Den väglängd som behöver åtgärdas för att klara en dimensionerande nivå bedöms till 1 000 meter per plats om vägen ska få erforderlig standard. En genomsnittlig vägbredd på 10 meter har antagits. För 27 platser med längden 1 000 meter och bredden 10 meter blir ytan som ska byggas om 270 000 m². Byggnadskostnaden per m² är ca 1 500 kronor vilket ger en totalkostnad på ca 400 miljoner kronor (Håkan Ohlson, Vägverket, pers. komm. 2006).

Kostnader för att skydda Munkbroleden, Tegelbacken m.fl centrala platser i Stockholms city ingår ej i kalkylen.

Kostnaderna för att säkra järnvägar inklusive Ridderholms-tunneln med de aktuella översvänningsriskerna har inte kunnat beräknas och ingår ej här.

Kostnaden för skydd mot en hundraårsnivå för vatten- och avloppsverken vid Hjälmaren och Mälaren ligger på mellan 220 och 350 miljoner kronor. Till detta kommer en ökad årlig driftskostnad på 16 miljoner kronor vilket motsvarar en kostnad på 350 miljoner kronor över 50 år. Totalkostnaden hamnar mellan 570 och 700 miljoner kronor.

För att skydda avloppsreningsverken runt Mälaren mot dimensionerande nivå måste två avloppsreningsverk flyttas helt. Kostnaden blir 1550–1750 miljoner kronor, plus samma ökade driftskostnad som för hundraårsnivån på 170 mnkr. Kostnaden för att installera avancerad reningsteknik till skydd mot föroreningar i vattenverken bedöms uppgå till 420 miljoner kronor för samtliga verk. Totalt blir kostnaden 2 100–2 300 miljoner kronor.

Kostnaden för att skydda nätstationer, kabelskåp m.m. vid Mälaren ligger på ca 40–42 miljoner kronor, och vid Hjälmaren ca 17–20 miljoner kronor vid en hundraårsnivå. Vid dimensionerande nivå blir kostnaderna för elverk vid Mälaren ca 43–45 miljoner kronor och vid Hjälmaren 34–42 miljoner kronor. Dessa uppskattningar baseras på enkätsvar från ett antal elbolag till utredningen.

Kostnaderna för att skydda värmeverk och kraftvärmeverk är inte kända. Vidare ingår inte kostnaderna för att skydda systemet med försörjningstunnlar i Stockholm, där elkablar, fjärrvärme telekommunikationer m.m. kan påverkas. Det är således stora kostnadsposter som saknas.

Sammanlagt uppgår de beräknade kostnaderna till 1,9–4,1 miljarder kronor vid hundraårs- respektive dimensionerande nivå.

3.5 Samlade bedömningar och överväganden av åtgärder i Mälaren/Hjälmaren

3.5.1 Kostnadsnyttoanalys för Mälaren och Hjälmaren

I detta avsnitt görs en kostnadsnyttoanalys av de åtgärder som bedömts vara möjliga att genomföra. För att få en uppfattning om den samhällsekonomiska nyttan med dessa åtgärder jämförs kostnaderna för åtgärderna, som beräknades i avsnitt 3.4.5 med skadekostnaderna i avsnitt 3.2.10.

För att kunna jämföra intäkter och kostnader som uppstår vid olika tidpunkter diskonteras framtida kostnader och intäkter till ett nuvärde.

Diskonteringsräntan kan sägas bestå av två delar. En del av räntan beror på vår negativa tidspreferens, dvs. att människor föredrar att få något idag framför att få det vid en senare tidpunkt. Den andra delen av räntan speglar alternativkostnaden, dvs. givet att vi har tillväxt i ekonomin ger investerade pengar en avkastning, så att en viss summa pengar idag måste motsvaras av en större summa pengar om tio år för att de ska vara likvärdiga.

Intäkterna, eller nyttan, med åtgärderna är i det här fallet värdet av de skador man på detta sätt undviker. Investeringskostnaden för åtgärderna antas med viss förenkling tas idag. För att kunna diskontera driftskostnaderna och intäkterna till ett nuvärde krävs att tidpunkten då de infaller är känd, vilket vi vet då det gäller driftskostnaderna. Tidpunkten för när eventuella framtida översvämningar inträffar är emellertid osäker. För ett givet år är sannolikheten en procent att ett hundraårsflöde inträffar. Vi vet dock inte om det inträffar om 1, 10 eller 100 år, eller om det inträffar en eller flera gånger under den närmaste 100-årsperioden. Vilket antagande som görs om detta påverkar i hög grad resultatet av kostnadsnyttoanalysen.

Hur man hanterar detta beror delvis på vad man antar om samhällets förhållande till risk. Om samhället, så som ofta är fallet (Institut för Miljövurdering 2006) har en relativt hög grad av riskaversion, dvs. är negativt inställt till risk, kan ett rimligt tillvägagångssätt vara att jämföra åtgärdskostnaderna dels med värdet på skadorna om det skulle hända imorgon, dels med diskonterade värden från några utvalda tidpunkter. Alternativt kan man beräkna hur långt fram i tiden skadan ska ske för att kostnader och nytta av investeringen ska gå jämnt upp.

Här har vi valt att dels göra en genomsnittsbereäkning, där en hundradel av skadan antas inträffa varje år, dels beräkna inom vilket tids spann översvämningen ska inträffa för att kostnaderna och nyttan ska gå jämnt upp. Beräkningarna är utförda med en diskonteringsränta på 4 %, vilket vanligen rekommenderas (EU-kommissionen 2002, SIKKA 2002, Naturvårdsverket 2003). Skadorna viktas med sannolikheten för att de inträffar under den tidsperiod investeringen avser, vilket ger ett s.k. väntevärde.

Det kan finnas skäl att i en samhällsekonomisk bedömning välja en lägre diskonteringsränta, eftersom en uthållig samhällsplanering bör ta hänsyn också till kommande generationer och därmed ha en längre tidshorisont än kanske enskilda människor har. I bilaga 2 redovisas därför även beräkningar med en ränta på 2 %. Där görs också känslighetsanalyser med olika antaganden om precisa tidpunkter skadorna sker samt olika lång livslängd på investeringarna. Dessa faktorer påverkar resultaten i hög grad.

I miljösammanhang diskuteras ofta användandet av diskonteringsränta, och alternativet har förts fram att ha antingen en lägre kalkylränta än för andra typer av värden eller en avtagande kalkylränta, eftersom effekterna kan var irreversibla och en hållbar utveckling innebär att förvalta naturkapitalet även för kommande generationer. Detta resonemang har inte ansetts vara relevant här, eftersom det endast är materiella skador som ingår i kostnadsberäkningarna. Effekter på naturmiljön har beaktats, men inte kvantifierats monetärt.

Det har med det tillgängliga materialet inte varit möjligt att utföra någon egentlig marginalkostnadsanalys. En sådan skulle kräva information om hur stor nytta åtgärden ger på marginalen. Om exempelvis åtgärden innebär att öka avtappningskapaciteten, kanske det inte ökar nyttan så mycket att öka utskovet med 900 m³/s istället för 800 m³/s. Sådana beräkningar har inte varit möjliga att genomföra, av flera skäl. Höjddata är inte tillräckligt detaljerade, som diskuterats i kapitel 2. Detta, samt den med nödvändighet översiktliga bedömningen och kostnadsberäkningen av skadorna, gör att det inte går att uppskatta hur stora konsekvenserna blir vid andra nivåer än de studerade, dvs. hundraårsnivå och dimensionerande nivå. Dessutom är kopplingen mellan åtgärder och skador också svår att bestämma med erforderlig noggrannhet. Kostnadsnyttoanalysen har därför fått begränsas till att jämföra totala kostnader för en viss bestämd åtgärd med den totala nytta denna bedöms kunna ge.

När resultaten tolkas bör flera typer av osäkerhet tas med i bedömningen. Dels finns det en betydande osäkerhet i kostnadsuppskattningarna. Skadekostnaderna täcker endast delar av de skador som kan uppkomma, och kan därför betraktas som en minimigräns. Relativpriserna mellan olika tillgångar, varor och tjänster i framtiden är osäkra, vilket kan påverka förhållandet mellan kostnader och nytta. Möjligheten att den tekniska utvecklingen gör det möjligt att åstadkomma lika goda effekter till ett lägre pris är ett skäl till att det kan vara rationellt att vänta med stora, kostsamma investeringar och begränsa åtgärderna till mer provisoriska, mindre kostsamma åtgärder, ifall sådana möjligheter finns.

Åtgärder i Mälaren

De åtgärder som kan vara relevanta och som diskuteras i detta avsnitt för att minska skadorna i Mälaren är:

- ökat utskov genom Södertälje sluss och Slussen i Stockholm samt att tillåta vattennivån att variera mer än i nuläget, vilket gör att det kommer att likna den naturliga variationen i Mälaren.
- skydda utsatta områden genom invallningar, höjning av vägbankar etc.

Skadekostnaderna för översvämningar i Mälaren beräknades i avsnitt 3.2.10 till mellan 4,0 och 7,4 miljarder kronor, exklusive kostnader för återställande av vägar och driftsstopp respektive reparationskostnader av tunnelbanesystemet vid Gamla Stan i Stockholm, se Tabell 3.17). Dessa summor representerar värdet av skadorna om de skulle ske nu. I den fortsatta texten refererar vi till dem som direkta kostnader. Eftersom flera potentiellt stora poster saknas på skadekostnadssidan, bör de tolkas som en minimikostnad.

Alla kostnader är angivna exklusive moms. Summan av dem representerar värdet av skadorna om de skulle ske imorgon. I Tabell 3.17 presenteras dessutom ett diskonterat nuvärde på 50 och 100 års sikt, viktat med sannolikheterna för respektive vattennivå.

Tabell 3.17 Det diskonterade nuvärdet av skadekostnaderna för Mälaren vid olika vattennivåer på femtio och hundra års sikt, med och utan viktning för sannolikhet, miljoner kronor

Mälaren		
Vattenstånd	Hundraårsnivå	Dimensionerande nivå
<i>Summa</i>	4 040	7 369
<i>50 års sikt</i>		
Diskonterat väntevärde	868	875
<i>100 års sikt</i>		
Diskonterat väntevärde	990	998

Skillnaden mellan väntevärdena för de olika vattennivåerna är mycket liten, eftersom sannolikheten för att en dimensionerande nivå ska inträffa under en hundraårsperiod bara är en procent medan sannolikheten för att hundraårsnivån ska inträffa är 63 %. Så som diskuteras i avsnitt 2.4.3 kan risk hanteras på olika sätt i samhällsekonomiska kalkyler. Vissa händelser kanske är av sådan art att samhället inte kan riskera att de inträffar. Då är ett riskbaserat väntevärde för skadekostnaden inte relevant, utan bedömningen får ske antingen genom en kostnadsnyttoanalys med det deterministiska värdet, eller genom en renodlad kostnads-effektivitetsanalys, där man endast söker det billigaste sättet att uppnå ett visst mål.

För att kunna jämföra stora åtgärder med små är det vanligt att uttrycka resultatet av en samhällsekonomisk kalkyl som en nettovärdeskvot. Åtgärdens samlade nettonyttan (dvs. nyttan minus kostnaden) divideras med dess totala kostnad. Enkelt uttryckt kan detta sägas vara ett mått på hur mycket man får tillbaka per satsad krona.

Kostnader för ökad avtappningskapacitet i Mälaren

Att öka utskovet från Mälaren kan ske både genom Slussen i Stockholm och genom Södertälje sluss. Merkostnaden för att öka utskovet i Slussen med 700 m³/s är ca 500 miljoner kronor. En utskovsökning i Södertälje kanal med 300 m³/s har en merkostnad på ca 150 miljoner kronor. Den sammanlagda kostnaden är alltså 650 miljoner kronor.

Dessa åtgärder bedöms leda till att risken för att vattennivåerna i Mälaren stiger över hundraårsnivån blir nära noll, och att risken för att hundraårsnivån uppnås minskar. Viss del av skadekostnaderna återstår alltså. Förutom nyttan med att slippa delar av skadekostnaderna, ska värdet av en förbättrad biologisk mångfald läggas till nyttosidan. De har emellertid inte kunnat kvantifieras.

Livslängden för slussarna antas vara femtio år, varför beräkningarna är gjorda på femtio års sikt.

Investeringskostnaden för en utbyggnad uppgår till 50 miljoner kronor plus 100 miljoner kronor för erosionsskydd.

Nyttan av ökat utskov kan inte fastställas säkert, men en rimlig bedömning är att översvämningsrisken vid ett hundraårsflöde elimineras och att skadorna vid det dimensionerande flödet motsvarar dem som annars skulle uppstå vid ett hundraårsflöde.

Den totala kostnaden för att öka utskoven i båda slussarna är 650 miljoner kronor. Försiktigt räknat kvarstår skadekostnaderna för hundraårsnivån även om utskoven ökar. Väntevärdet av dessa blir 9 miljoner kronor då de viktas med sannolikheten för dimensionerande nivå. Den nytta åtgärderna ger är då skadekostnaden vid dimensionerande nivå minus 9 miljoner kronor, dvs. ca 990 miljoner kronor. Nettonuvärdeskvoten ($[\text{nytta-kostnad}]/\text{kostnaden}$) är 0,52. Investeringen är följaktligen samhällsekonomiskt lönsam. De skador som inte är kostnadsberäknade innefattar bland annat inkomst- och produktionsbortfall p.g.a. problem med sjöfart och energitillförsel samt större delen av de skador som bedöms uppkomma i centrala Stockholm. Dessa kostnader kan förväntas vara avsevärda, vilket innebär att investeringen troligen är lönsam med god marginal.

Med ett alternativt betraktelsesätt är investeringen lönsam om de höga vattennivåerna inträffar minst en gång inom 46 år. Sannolikheten för att detta inträffar är 37 procent.

Kostnader för skyddsinvallning kring Mälaren

Kostnadsberäkningarna för dessa åtgärder är mycket ofullständiga. Även skadekostnadsberäkningarna är ofullständiga, och båda kan antas vara en undre gräns, i synnerhet för fallet med dimensionerande nivå. De åtgärds-kostnader som har kunnat beräknas uppgår till drygt 2 miljarder kronor.

*Kostnader för åtgärder i Hjälmaren***Tabell 3.18** Det diskonterade nuvärdet av skadekostnaderna för Hjälmaren vid olika vattennivåer på femtio och hundra års sikt, med och utan viktning för sannolikhet, miljoner kronor

Vattenstånd	Hjälmaren	
	Hundraårsnivå	Dimensionerande nivå
<i>Summa</i>	596	1 775
<i>50 års sikt</i>		
Diskonterat väntevärde	128	130
<i>100 års sikt</i>		
Diskonterat väntevärde	146	149

De åtgärder som är aktuella för Hjälmaren är främst invallning. Redan idag är stora områden invallade kring Hjälmaren. De befintliga vallarna bör ses över och förstärkas där behov finns. Kostnaderna för detta har inte uppskattats, men bör inte bli oöverkomliga.

Kring Hjälmaren är det framförallt jordbruksmark som kan kräva invallning, samt en del bebyggelse. En schablonkostnad för vallar vid jordbruksmark är ca 300 kr/m. En nybyggnation av vallar på 10 mil skulle således kosta tre miljoner kronor, att jämföra med skadekostnaden för hundraårsnivån på 50 års sikt på 130 miljoner kronor, se Tabell 3.18.

3.5.2 Överväganden – Mälaren*Risk för översvämning i Mälaren*

I december 2000 uppmättes det högsta vattenståndet i Mälaren sedan sjön reglerades. Vattnet nådde då 56 cm över medelvattenståndet vilket ändå är 7 cm under en hundraårsnivå utan vindpåverkan. Översvämningarna drabbade åkermark och många fritidshus. Det var mycket nära att vatten hade läckt in i tunnelbanan och andra delar av tunnelsystemet i Stockholm. Kraftig västlig vind hade kunnat ge upp till 30 cm högre nivåer i Stockholm och östra Mälaren, vilket sannolikt hade drabbat ett flertal samhällsviktiga funktioner i Stockholm som elförsörjningen i delar av Gamla stan, tunnelbanan m.m.

De klimatscenarier som vi studerat ger för Mälarens del en ökning av frekvensen av höga vattennivåer. Däremot sker ingen ökning av tillfällena med de mest extrema högvattennivåerna. För tre av fyra klimatscenarier minskar frekvensen för sådana tillfällen.

Konsekvenser och kostnader

Skadorna vid översvämningar i Mälaren är svåra att helt överblicka. Det finns en risk för skador på samhällsviktiga funktioner framför allt i Stockholm. Avbrott i Stockholms transportsystem och i järnvägstrafiken genom Stockholm, elförsörjning, vatten- och avloppsförsörjning kan ge mycket stora konsekvenser särskilt som åtminstone vissa av avbrotten riskerar att bli långvariga. Tillsammans med avbrott i el- och dataförbindelser för Stockholms fondbörs, banker etc. kan mycket höga kostnader uppstå som dock är svåra att uppskatta. På andra håll runt om Mälaren finns också en rad verksamheter, infrastruktur och bebyggelse som kommer att påverkas vid en omfattande översvämning. Bland de kostnader vi kunnat beräkna dominerar skador på bebyggelse och industrier. De sammanlagda beräknade skadekostnaderna för översvämningar vid en 100-årsnivå uppgår till ca 4 miljarder kronor och vid den dimensionerande nivån till drygt 7 miljarder kronor. Detta är alltså att betrakta som minimisiffror eftersom många av skadorna inte kunnat beräknas. Utslagning av centrala samhällsfunktioner vid en dimensionerande nivå är så allvarliga att inte heller den låga sannolikheten 1 % på 100 år för detta är acceptabel. En sedvanlig kostnadsnyttoanalys är därför inte lämplig som det enda beslutsunderlaget.

Möjliga åtgärder

Mot bakgrund av dagens betydande risk för översvämningar och de allvarliga konsekvenser en omfattande översvämning kan medföra bedömer vi att åtgärder som minskar översvämningensrisken är nödvändiga.

De åtgärder som är möjliga för att minska riskerna för översvämningar är i första hand följande:

- åtgärder uppströms
- ändrad vattenregleringsstrategi

- öka avtappningskapaciteten
- genomföra skyddsåtgärder för att förebygga och avhjälpa skador.

Åtgärder uppströms

Teoretiskt finns möjligheten att dämpa översvämningar i Mälaren genom att hålla en permanent lägre nivå i de vattenmagasin som finns uppströms. Att hålla en sådan reservbuffert uppströms skulle dels medföra kostnader i form av utebliven kraftproduktion, dels innebära negativa konsekvenser för boende kring stränderna och för användandet av sjöar och vattendrag för fritidsändamål. Magasinens volym är inte helt obetydlig men endast en relativt liten del av dem skulle vara praktiskt möjlig att utnyttja för att minska Mälarens nivå. Möjligheterna att åstadkomma mer än marginell påverkan på de högsta vattenstånden genom sådana åtgärder är således små. En ändring av vattendomarna och att få till stånd en samordnad styrning av tappningen från dessa magasin är dessutom mycket komplicerat. Sammantaget bedömer vi inte att åtgärder uppströms är effektiva eller realistiska i förhållande till andra åtgärder.

Att utnyttja annan mark, t.ex. våtmarker, uppströms för tillfällig magasinering är inte realistiskt då enorma ytor skulle behöva tas i anspråk för att åstadkomma någon påverkan av betydelse på Mälarens nivå.

Ändrad vattenregleringsstrategi och åtgärder mot låga vattenstånd

SMHI har på utredningens och Stockholms stads uppdrag studerat möjligheterna att dämpa de högsta förekommande vattenstånden genom att öka tappningen vid lägre nivåer genom befintliga utskov. Man har också analyserat hur de lägsta vattenstånden påverkas av olika tappningsstrategier och av ett förändrat klimat.

Enligt denna undersökning kan de högsta vattenstånden minskas med 7–8 cm. De riktigt låga vattenstånden förändras inte om tappningen inte börjar vid en alltför låg nivå, men perioder med låg tappning och låga vattenstånd blir då längre. Skall större effekt åstadkommas på de högsta vattenstånden behöver tappningen börja tidigare. I så fall påverkas också de lägre vattenstånden.

Sjöfarten på Mälaren är känslig för låga vattenstånd. En generell sänkning av Mälarens nivå med 2 dm skulle kräva muddring till en kostnad av ca 1,5 miljarder kronor enligt Sjöfartsverkets beräkningar. En sänkning med 1 dm skulle kosta ca 700 miljoner kronor för att upprätthålla sjöfarten. En sådan muddring skulle också medföra stora miljökonsekvenser. Risken för saltvatteninträngning ökar också vid låga vattenstånd. Med ett förändrat klimat förväntas de låga vattenstånden i Mälaren bli ännu lägre. Havsytan i Stockholmsområdet förväntas inte förändras nämnvärt under det närmaste seklet men det finns en risk för att havsytan kan komma att stiga. Problematiken med saltvatteninträngning kan därmed komma att förvärras med tiden och åtgärder för att minska risken för de lägsta vattenstånden i Mälaren bör därför vidtas. Sådana åtgärder innefattar bl.a. ytterligare tätning av befintliga luckor och markpartier med stor vattengenomströmning samt löpande underhåll av sådana tätningsanordningar.

Årliga översvämningar av strandängar m.m. har stor betydelse för naturmiljön och den biologiska mångfalden. Sedan början av 1900-talet har minskad årsamplitud av vattenstånden lett till att stora arealer strandängar och andra öppna områden i strandzonen vuxit igen och homogena vassbälten har brett ut sig. Med tidigare tappning skulle de högre vattenstånden bli mer sällsynta.

Vi bedömer inte att en ändrad tappningsstrategi med en sänkning av normalnivåerna för att minska de högsta nivåerna är en lämplig åtgärd. Effekten av en sådan åtgärd är marginell och det medför betydande negativa konsekvenser för sjöfarten men även för miljön, vattenkvalitén i Mälaren och den biologiska mångfalden.

Ökning av avtappningskapaciteten

För att minska risken för allvarliga översvämningar är det enligt vår bedömning nödvändigt att öka avtappningskapaciteten för Mälaren. Att bygga ut tappningskapaciteten i Norrström eller Stallkanalen anser vi inte vara realistiskt bl.a. p.g.a. att den unika kulturmiljön i området då skulle utsättas för betydande ingrepp. Dessutom bedöms den ökning av tappningskapaciteten som går att uppnå vara otillräcklig. En viss ökning av avtappningskapaciteten i Hammarby Sluss skulle sannolikt gå att åstadkomma med begränsade och inte alltför kostsamma insatser men ökningen som går att åstadkomma är liten. Den största kapacitetsökningen kan åstad-

kommas i Söderström (Slussen). Här skulle man i samband med den planerade ombyggnaden kunna åstadkomma en kapacitet på ytterligare ca 700 m³/s. Tillsammans med den nuvarande totala kapaciteten i befintliga utskov ger detta totalt ca 1500 m³/s. Detta skulle kunna sänka de allra högsta nivåerna med 75 cm om regleringen i övrigt inte ändras. Vi bedömer dock att det är önskvärt med ytterligare marginal.

En tillkommande avtappningskapacitet på 1000 m³/s istället för 700m³/s i Söderström bedöms vara tekniskt möjlig, men då krävs djupare avtappningskanaler, ytterligare erosionsskydd och grundförstärkningar. Detta skulle sannolikt också leda till ytterligare restriktioner för förslagen till ombyggnad av Söderströmsområdet och högre kostnader.

Ett alternativ är att även bygga ut avtappningskapaciteten i Södertälje. Sjöfartsverket har beräknat att ytterligare ca 300 m³/s skulle kunna tappas här efter en ombyggnad. Kostnaden för en ökning av tappningen kan uppskattas till ca 150 miljoner kr. En ombyggnad av Söderströmsområdet beräknas ta ca 15 år från det att beslutet är fattat. Detta är en lång tid att leva med nuvarande risknivå. Det vore därför en fördel att bygga ut kapaciteten i Södertälje. En ombyggnad där bedöms kunna vara färdig inom ca 4 år. Att enbart förlita sig till utbyggd tappningskapacitet i Södertälje, som skulle kunna sänka de högsta vattenstånden i Mälaren med ca 40 cm, bedömer vi däremot som otillräckligt.

En ökad avtappningskapacitet ger en ökad flexibilitet i avtappningen och större möjligheter att undvika låga nivåer genom att nivån kan tillåtas stiga mer utan att risken för översvämningar ökar oacceptabelt. Detta ger också möjligheter att låta nivån variera så att den biologiska mångfalden gynnas.

Vi bedömer att det ur ett samlat samhällsperspektiv nu finns ett unikt tillfälle att börja vidta åtgärder som för lång tid framöver undanröjer de värsta översvämningriskerna i Mälaren. Det är då nödvändigt att kombinera en ökning av avtappningskapaciteten i Södertälje med en utbyggnad av kapaciteten i Söderström. Den sammanlagda avtappningskapaciteten för Mälaren skulle då ökas med ca 1 000 m³/s till totalt ca 1 800 m³/s. Detta skulle sänka de allra högsta nivåerna med drygt en meter. Den dimensionerande nivån skulle därmed sänkas till något under dagens hundrånivå. Detta bedömer vi vara en rimlig avvägning mellan risker och kostnader. Med tanke på de stora konsekvenserna av en översvämning

bör man sträva efter att redan under byggtiden vidta åtgärder för att öka avtappningskapaciteten.

Om ovanstående åtgärder genomförs bedömer vi inte att det finns anledning att söka öka avtappningskapaciteten i Norrström, Stallkanalen eller Hammarbysslussen.

Skyddsåtgärder och förebyggande åtgärder

En invallning av alla översvämningshotade områden runt Mälaren skulle bli mycket omfattande. Det skulle medföra mycket stora kostnader och vore också problematiskt med hänsyn till bl.a. natur- och kulturmiljön. Invallningarna skulle också behöva kombineras med åtgärder för att säkra viktig infrastruktur runt sjöarna. Kostnaderna, enbart för att höja vägarna utanför tätorterna, skulle enligt Vägverket uppgå till ca 400 miljoner kronor. Invallning av bostäder och industrier för också med sig kostnader i minst samma storleksordning. Till detta kommer behov av skyddsåtgärder för en rad andra verksamheter och objekt. Sådana åtgärder är därför inget bra alternativ till att öka avtappningskapaciteten.

Åtgärder i det kortare perspektivet för skydd av samhällsviktiga funktioner

Även om en ökad avtappningskapacitet enligt ovan kraftigt minskar riskerna för översvämningsfaror så kvarstår dock risker för måttligt höga nivåer vid mer sällsynta tillfällen. Vidare så är byggnadstiden vid Söderström lång, mer än 15 år från beslut är taget, och därmed dröjer det tills merparten av den ökade avtappningskapaciteten kan komma till stånd. Det finns därför anledning att öka skyddet mot översvämningsfaror, särskilt gäller detta om det drabbar känsliga samhällsviktiga funktioner.

Många känsliga och utsatta anläggningar ofta av riksintresse finns i Stockholmsområdet. Detta gäller bl.a. trafikstråk, järnvägar, tunnelbana, transformatorstationer, vattenverk etc. Systemet med försörjningstunnlar för vatten, el- och värmeförsörjning, tele samt datakommunikation hotas också. Vi bedömer att risken för vatteninträngning i detta system är stor redan vid en hundraårsnivå och att konsekvenserna kan bli omfattande för dessa system. Vi har dock inte närmare kunnat bedöma vidden av konsekvenser vid

vatteninträngning eller huruvida förebyggande skydds åtgärder är möjliga att vidta till rimliga kostnader. En särskild kartläggning och sårbarhetsanalys bör därför göras avseende översvämningensrisken för dessa installationer och en åtgärdsplan bör tas fram.

I övrigt bör respektive kommun, länsstyrelserna, Vägverket, Banverket m.fl. se över känsliga och samhällsviktiga installationer och se till att dessa skyddas.

Byggande och samarbete mellan intressenter

Ett problem i detta sammanhang är det ökade byggandet vid vatten. Det är ett stort tryck på nybyggande i anslutning till sjöar och kust. Ofta tas inte tillräcklig hänsyn till översvämningensriskerna. Generellt anser vi att kommunerna bör vara mer uppmärksamma på dessa risker. Vi vill hänvisa till de rekommendationer som länsstyrelserna i Mellansverige tagit fram (Länsstyrelserna i Mellansverige, 2006). I linje med länsstyrelsernas rekommendationer och med tanke på riskerna runt Mälaren bör man inte bygga på nivåer under den dimensionerande nivån +2,30 m i RH00. Undantag kan göras för byggnader av lägre värde, byggnader av mer robust konstruktion, vägar med förbifartsmöjligheter, enstaka villor, fritidshus, samt mindre industrier med obetydlig eller liten miljöpåverkan. Under 100-årsnivån, +1,30 m bör endast enkla byggnader som uthus och garage byggas. Dessa rekommendationer bör tillämpas till dess ny avtappningskapacitet tillskapats. Kommunerna runt sjön bör i sitt ordinarie planarbete se till att genomföra dessa riktlinjer. Även vid nyinvesteringar i vägar, järnvägar, vatten och avloppsanläggningar bör man undvika att bygga under den dimensionerande nivån, helst med viss säkerhetsmarginal.

Vi har i vårt arbete erfarit att kunskaperna om riskerna för översvämning och dess konsekvenser är begränsade hos vissa kommuner och andra intressenter. Samtidigt är andra kommuner väl införstådda med översvämningensriskerna och arbetar aktivt för att motverka dem. Vi anser därför att ett utvecklat regionalt samarbete bör komma till stånd för att främja utbytet av erfarenheter. Befintliga organisationer bör därvid utnyttjas. Mälardalens översvämningensgrupp är en sådan organisation som bör kunna utvecklas för detta ändamål. Samtliga kommuner runt sjön bör delta i arbetet och länsstyrelsernas roll som samordnare bör stärkas.

Man bör också sträva efter att involvera berörda delar av det privata näringslivet i arbetet.

3.5.3 Överväganden – Hjälmaren

Höstfloden år 2000 kom att bli mycket bekymmersam i Hjälmaren. Vattennivån kulminerade vid årsskiftet 2000/2001 på den högsta nivån sedan år 1966. I samband med de höga vattennivåerna fick stadsdelen Rynninge i Örebro vallas in. Lantbruket fick också problem. Fyra invallningar blev genombrutna och ytterligare ett antal invallningar var nära eller hade mycket liten marginal till ett genombrott. Höstbruket fick problem vilket drabbade påföljande års odling. En mindre väg som knyter samman 15 hushåll med omvärlden hamnade under vatten och blev farbar först efter två månader.

I ett förändrat klimat kommer enligt de scenarier SMHI studerat, de medelhöga nivåerna i Hjälmaren att öka. De allra högsta vattenstånden förväntas inte ändras nämnvärt.

Konsekvenser och kostnader

Hjälmaren omges till större delen av låglänta stränder, huvudsakligen jordbruksmark. Invallningar, ofta av äldre datum och i många fall i dåligt skick syftar till att skydda betydande arealer.

Vid höga nivåer översvämmas därför stora arealer främst jordbruksmark. En viktig faktor är i vilken mån invallningarna klarar sig eller brister. Runt sjön finns ett stort antal hus främst fritidshus som drabbas. Tätare bebyggelse finns framför allt i Örebro. De sammanlagda skadekostnaderna för översvämningar vid en 100-årsnivå bedöms uppgå till drygt 400 miljoner och för det dimensionerande flödet till drygt 1,6 miljarder. Den infrastruktur som finns i översvämningskänsliga områden runt Hjälmaren är inte så omfattande som runt Mälaren och Vänern. Industrier saknas nästan helt i översvämningsdrabbade områden. De kostnadsberäkningar vi gjort bör därför täcka in en större del av totalkostnaderna än i de andra sjöarna. Skador på byggnader dominerar också här stort. När det gäller skadorna på byggnader är dock konsekvenserna och kostnaderna här förenade med särskilt stor

osäkerhet. Sett till fördelningen av skador geografiskt kring Hjälmaren dominerar Örebro kommun stort. För delar av den bebyggelse som identifierats som utsatt för översvämningsrisker i Örebro kommun finns dock nyuppförda invallningar som sannolikt skyddar byggnaderna. Dessutom finns jordbruksinvallningar av äldre datum som kan skydda vissa byggnader.

Möjliga åtgärder

Det finns i princip samma åtgärdsalternativ för Hjälmaren som för Mälaren dvs. följande.

- åtgärder uppströms
- ändrad vattenregleringsstrategi
- öka avtappningskapaciteten
- genomföra skyddsåtgärder för att förebygga och avhjälpa skador.

Åtgärder i magasin uppströms Hjälmaren bedöms ha en ännu mer marginell effekt på höga vattennivåer än i Mälaren och är därför knappast aktuella.

Generell sänkning av sjön

En generell sänkning av dämningsskänserna i Hjälmaren ökar risken för låga nivåer. Hjälmaren är en grund sjö. Lägre nivåer skulle innebära problem för såväl fritidsaktiviteter som sjöfart och fiske. En anpassad vattenregleringsstrategi i Hjälmaren är dock till viss del möjlig. Vattendomen ger vissa möjligheter att anpassa tappningen. År 2000 tappades Hjälmaren ned maximalt mellan sommar- och höstflödena. Detta förhindrade betydligt mer omfattande skador under hösten. Vi bedömer att Hjälmarens vattenförbund kan sköta avtappningen på ett sätt som förebygger de allra högsta flödena inom ramen för gällande vattendom.

Ökad avtappningskapacitet

Möjligheterna att öka avtappningskapaciteten genom Eskilstunaån är begränsad. Ån är redan delvis invallad men ändå kan betydande skador antas uppkomma längs Eskilstunaån vid höga nivåer i Hjälmaren. Eventuellt kan det finnas vissa möjligheter att öka avtappningen via Eskilstunaån men kostnaderna för detta har inte kunnat bedömas. I slutskedet av utredningens arbete har tanken på en avtappning via den gamla Hjälmare kanal uppkommit. Den gamla kanalen mynnar i Arbogaån och utnyttjas för viss kraftproduktion. Arbogaån är känslig och utsatt för översvämningsrisker i sig. En hel del åtgärder skulle behöva vidtas för att möjliggöra avtappning genom denna kanal. Det är svårt att med nuvarande underlag bedöma realismen i detta förslag, men frågan bör utredas vidare.

Skydd av känsliga områden och invallning

De förebyggande åtgärderna bör mot bakgrund av ovanstående inriktas på att skydda känsliga områden och verksamheter och att se över befintliga invallningar som, förutom jordbruksmark, även i viss utsträckning kan skydda vägar och bebyggelse. Härvid bör även möjligheterna att låta vissa marker svämmas över och eventuellt återgå till våtmark övervägas. Detta kan också ha positiva effekter på bl.a. den biologiska mångfalden. En kartering av jordbrukets invallningsföretag bör genomföras och behoven av och möjligheterna till höjningar och förstärkningar utredas. Skyddet för bostadsområden och vägar bör då ses över. Permanent bebyggelse liksom åtminstone utsatta riks- och Europavägar bör vallas in eller på annat sätt skyddas permanent.

Begränsningar i byggande och samarbete mellan intressenter

Ett problem i detta sammanhang är det ökade byggandet vid vatten. Det är ett stort tryck på nybyggande i anslutning till sjöar och kust. Ofta tas inte tillräcklig hänsyn till översvämningsriskerna. Generellt anser vi att kommunerna bör vara mer uppmärksamma på dessa risker. Vi vill hänvisa till de rekommendationer som länsstyrelserna i Mellansverige tagit fram (Länsstyrelserna i MellanSverige, 2006). I linje med länsstyrelsernas rekommendationer och med

tanke på riskerna runt Hjälmaren bör man inte bygga på nivåer under den dimensionerande nivån +23,70 m. Undantag kan göras för byggnader av lägre värde, byggnader av mer robust konstruktion, vägar med förbifartsmöjligheter, enstaka villor, fritidshus, samt mindre industrier med obetydlig eller liten miljöpåverkan. Under 100-årsnivån, 22,90 m bör endast enkla byggnader som uthus byggas. Kommunerna runt sjön bör i sitt ordinarie planarbete se till att genomföra dessa riktlinjer. Även vid nyinvesteringar i vägar, järnvägar, vatten- och avloppsanläggningar bör man undvika att bygga under den dimensionerande nivån, helst med viss säkerhetsmarginal.

Vi har i vårt arbete erfarit att kunskaperna om riskerna för översvämning och dess konsekvenser är begränsade hos vissa kommuner och andra intressenter. Samtidigt är andra kommuner väl införstådda med översvämningsriskerna och arbetar aktivt för att motverka dem. Vi anser därför att ett utvecklat regionalt samarbete bör komma till stånd för att främja utbytet av erfarenheter. Befintliga organisationer bör därvid utnyttjas. Hjälmarens vattenförbund är en sådan organisation som bör kunna utvecklas för detta ändamål. Samtliga kommuner runt sjön bör delta i arbetet och länsstyrelsernas roll som samordnare bör stärkas. Man bör också sträva efter att involvera berörda delar av det privata näringslivet i arbetet.

Referenser

- Alexandersson, H., Ekstam, U. & Forshed, N. (1986). *Stränder vid fågelsjöar*. SNV och LTs förlag, Helsingborg.
- Andréasson, J., Bergström, S., och Lindström, G., (2006). *Känslighetsanalys av Flödeskommitténs riktlinjer i ett framtida klimat*, SMHI.
- Banverket (2006). *Klimat och sårbarhetsutredningens betänkande – inlägg från geo- och bergsteknik*. PM.
- Bergström, S., Andréasson, J. och Hellström, S-S. (2006). *Nivåer och flöden i Vänerns och Mälarens vattensystem – Hydrologiskt underlag till Klimat och sårbarhetsutredningen*, SMHI Reports Hydrology, RH20, Norrköping.
- Cederwall, Klas (2006). *Analys av Mälarens avbördningsförhållanden i anslutning till Klimat och sårbarhetsutredningen*. PM.

- Ehlert, K. (1970). *Mälarens hydrologi och inverkan på denna av alternativa vattenavledningar från Mälaren*. SMHI Serie hydrologi: Nr 8.
- Ernfors, Sten (1968). *Hjälmaren. Viktigare data och fakta*. PM1968-10-06. SMHI.
- EU-kommissionen (2002). *Impact assessment in the Commission of the European Communities*. Meddelande.
- Fiskeriverket (2006). *PM till Klimat- och sårbarhetsutredningen 2006-06-05*.
- Fiskeriverket,
<http://www.fiskeriverket.se/index3.htm?http://aktuellt.fiskeriverket.se/konsument/Article.asp?ArticleId=183>
- Hushållningssällskapet (2002). *Inkomstbortfall och skördeförlust på grund av Vänerns översvämning*. PM.
- Institut för miljövärdering (2006). *Risk and uncertainty in cost benefit analysis*. Köpenhamn.
- Klimat- och sårbarhetsutredningen (2006). *Konsekvenser för vattenförsörjningen Hjälmaren/Mälaren. Sammanställning av svar på enkät till vattenverk*. PM.
- LRF (2002). *Skador orsakade av Vänerns översvämning*. PM.
- Carlsson, B., Bergström S. Andréasson J., och Hellström S-S. (2006). *Framtidens översvämningssrisker*. SMHI Hydrologi-rapport nr 19.
- Länsstyrelsen i Stockholms län (2006). *Konsekvenser vid översvämning av Mälaren – Stockholms län (utom Stockholms stad)*. PM.
- Länsstyrelsen Södermanland (2006). *Underlag från Strängnäs, Mariestad, Vingåkers och Eskilstuna kommun*. PM.
- Länsstyrelsen Uppsala län (2006). *Utredning om översvämningsshot mot fastigheter och samhällsfunktioner i Uppsala län vid höga flöden med ogynnsam vindpåverkan i Mälaren*. PM.
- Länsstyrelsen Västmanland (2006). *Kompletteringar; klimat och sårbarhetsutredningens delbetänkande om Väner, Mälaren och Hjälmaren*. PM.
- Länsstyrelsen Örebro län (2006). *Översvämning i Hjälmaren, Svartån och Arbogaån – inventering och konsekvenser*.
- Länsstyrelserna i Mellansverige (2006). *Översvämningssrisker i fysisk planering*. PM.
- Naturvårdsverket (2003). *Konsekvensanalys steg för steg. Handledning i samhällsekonomisk konsekvensanalys*. Handbok.

- Naturvårdsverket,
<http://www.naturvardsverket.se/dokument/klimat/index.html>
- Räddningsverket (2006). *Översvämmade markarealer uppdelade på markanvändningstyp*. PM.
- Sanner, H., (2006). *Analys av tidigare tappning och ökad tappning från Mälaren*. PM, SMHI.
- SIKA (2002). *Övergripande kalkylparametrar*. Statens Institut för kommunikationsanalys, rapport nr 2002:7.
- Sjöfartsverket (2001). *Södertälje kanal och sluss. Förutsättningar för större fartyg. Teknisk/ekonomisk studie*.
- Sjöfartsverket (2003). *Samhällsekonomisk bedömning av en utbyggnad av Södertälje kanal och sluss samt anpassning av Mälarfarterna*. PM.
- Sjöfartsverket (2006). *Underlag till sårbarhetskommittén*. PM augusti 2006.
- Skoghäll, Lars (1999). *Från Bergslag till Bondebygd 1999*. Hjälmaren.
- SMHI (2003). *Analys av tidigarelagd tappning från Mälaren vid vattenstånd högre än 4,40 m för Stockholms hamn*. PM.
- Sportfiskeförbundet (1998). *Ekologisk fiskevård*.
- Statistiska Centralbyrån (2003). *Åkerarealens användning efter region och gröda, SCB:S statistikdatabas*, www.scb.se.
- Statistiska Centralbyrån (2006). *Husdjur i juni 2005*. JO 20 SM 0601.
- Stockholms stad (2006). *Svar på Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementets framställan om bidrag till arbetet med klimat- och sårbarhetsutredningens delbetänkande*. PM.
- Styrelsen för Hjälmarens och Kvismarens sjösänkingsbolag (1977). *Den stora sjösänkningen, del II*. Kommanditbolaget Kumla tryckeri, Kumla.
- Sveriges lantbruksuniversitet, Eva Willén, Gunnar Persson, http://www-miljo.slu.se/dokument/notiser/ma1_02.pdf
- Svärdsson G, Nilsson NA (1985). *Fiskebiologi*.
- SWECO (2006). *Bedömning av riskkostnad vid översvämning i Karlstads tätort. Inom FLOWS-projektet WP3*. Karlstad 2006-06-20.
- Tranberg, K., (2002). *Vänerns höga vattenstånd och dess omfattning 1807–2000*. Serie B, nr 311. Institutionen för geovetenskap, Göteborgs universitet.

- Viehauser, M., Larsson, K. och Stålnacke, J. (2005). SEAREG: Översvämningskartering Mälaren. GIS-baserad risk- och sårbarhetsanalys av översvämnningar i fyra kommuner. Inregia.
- Waldén, B., (1940). *Hjälmaren och Hjälmarbäckenet, en topografisk-historisk orientering.*
- Weyhenmeyer, G., m.fl., <http://www.ma.slu.se/climate/10Biology.html>
- Vägverket (2006). *Arbetet med klimat och sårbarhetsutredningens delbetänkande om Väneren, Mälaren och Hjälmaren.* PM 2006-08-14.
- Yacoub T., Westman Y., Sanner H., Samuelsson B., (2005). *Detaljerad översvämningskarta för Eskilstunaån.*
- Ett projekt inom KRIS-GIS.* SMHI Rapportserie Hydrologi nr 98. Örebro Läns Hembygdsförbund.

Muntlig/ Personlig kommunikation

- Fiskeriverkets sötvattenslaboratorium, Erik Degerman.
- Hushållningssällskapet i Halland, John Strand.
- Länsstyrelsen i Stockholms län: Karin Ek, Joakim Pansar, Gunnar Aneér, Henrik C Andersson, Mats Nordin.
- Länsstyrelsen Örebro, Gunnar Bergström 2006.
- Mälarenergi 2006, Göran Algoth.
- Mälarhus 2006, Gunnar Barkman.
- Norrvatten 2006, Per Ericsson.
- Sjöfartsverket 2006, Tage Edvardsson.
- SMHI 2006 Sten Bergström.
- SMHI 2006, Håkan Sanner.
- Statens Jordbruksverk 2006, Rolf Larsson.
- Stockholms Hamn, 2006, Kjell Karlsson.
- Stockholms stads gatu- och trafikkontor, Zettergren, h. och Liljendahl, L-G., Stockholms brandförsvär
- Stockholms stads markkontor 2006, Anders Roman.
- Vägverket 2006, Håkan Ohlson.

4 Vänern

4.1 Beskrivning av området, verksamheter och tidigare översvämningar

4.1.1 Vänern – del av vårt största älvsystem

Vänerns och Göta älvs avrinningsområden

Vänern är Sveriges största och Europas tredje största sjö efter Ladoga och Onega i västra Ryssland. Vänerns avrinningsområde är 46 880 km² (inklusive sjön) och sträcker sig från Trysilälvens norra delar i Norge till Vänersborg i söder (Figur 4.1 och Tabell 4.1). Klarälven är det största av de vattendrag som rinner till Vänern. Andra viktigare vattendrag är Uppperudsälven, Byälven, Norsälven, Gullspångsälven, Tidån, Lidån och Nossån. Nedströms Vänerns utlopp i Vänersborg fortsätter Göta älv till havet. Avrinningsområdets storlek vid mynningen i havet är då 51 120 km² och medelvattenföringen ca 550 m³/s. Det gör Göta älv till Sveriges största vattendrag.

Figur 4.1 Vänern och Göta älvs avrinningsområde



Källa: Bergström et al, 2006.

Flera av de vattendrag som rinner till Vänern är utbyggda för vattenkraft. Större regleringsmagasin finns i Klarälven, Byälven och Gullspångsälven, se Tabell 4.2. Deras sammanlagda regleringsvolym är ungefär 1 864 miljoner m³. Utspredd över Vänerns yta skulle denna volym motsvara 33 cm i vattenståndsförändring för Vänern.

Tabell 4.1 Grundläggande data om Vänern

Avrinningsområdet för Vänern (inkl. sjön)	46 880 km²
Avrinningsområdet för Göta älv	51 120 km ²
Vänerns areal	5 650 km ²
Vänerns volym	153 km ³
Högsta uppmätta vattenstånd under reglerad tid	45, 67 m (januari 2001)
Medelvattenstånd under reglerad tid (1938–2005)	44,34 m
Lägsta vattenstånd under reglerad tid	43,25 (april 1970)
Vänerns regleringsamplitud	1,7 m
Regleringsmagasinets volym	9,38 km ³
Göta älvs medelvattenföring	550 m ³ /s
Vänerns största djup	106 m
Högsta kända tappning från Vänern (januari 2001)	1190 m ³ /s

Källa: Bergström et al, 2006.

Vänerns avrinningsområdes klimat

Eftersom Vänerns avrinningsområde är så stort och utsträckt från söder till norr varierar klimatet avsevärt inom området. I de norra delarna kännetecknas det av stabila vintrar och en tydlig vårflood, medan de södra delarna uppvisar instabila vintrar med mycket regn och kortvariga perioder av snö och avsmältning. Årsnederbörden är i genomsnitt ca 800 mm, avdunstningen ca 450 mm vilket ger en årsavrinning på ca 350 mm (SMHI, 2000). Eftersom Karlstad ligger relativt centralt i området så är mätningar därifrån lämpliga för att ge en överblick över områdets klimat, även om de lokala avvikelserna kan vara stora. Figur 4.2 visar årsmedeltemperaturen i Karlstad för perioden 1901–2005. Motsvarande nederbördsserie visas i Figur 4.3.

Figur 4.2 Årsmedeltemperaturen i Karlstad för perioden 1901–2005.
Den utjämnade kurvan motsvarar 10 års löpande medelvärden.

Figuren finns endast i den tryckta versionen

Källa: Bergström et al, 2006.

Temperaturen för Karlstad uppvisar en uppgång under början av 1900-talet, en nedgång från det varma 1930-talet och därefter en markant uppgång ungefär sedan 1980. Det är i stort sett samma mönster som för landet som helhet.

Figur 4.3 Årsnederbörden i Karlstad för perioden 1901–2005. Den utjämnade kurvan motsvarar 10-års löpande medelvärden

Figuren finns endast i den tryckta versionen.

Källa: Bergström et al, 2006.

För nederbörden kan man urskilja några mycket blöta år under 1900-talets första hälft samt under slutet av seklet. Här märks särskilt det extrema året 2000.

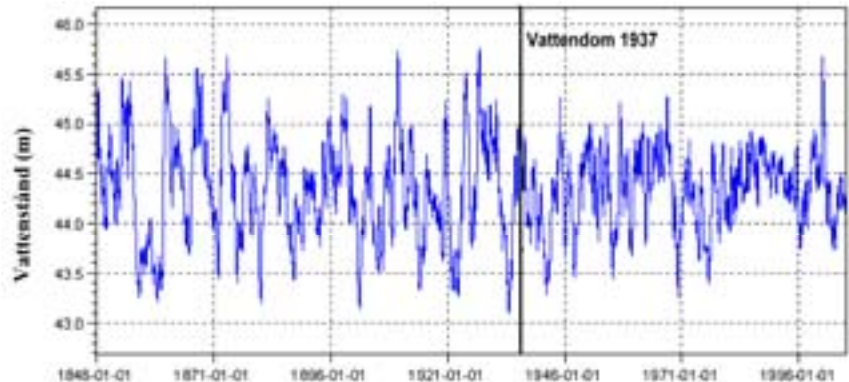
4.1.2 Vänern – reglering och vattendom

Vattenståndvariationer i Vänern genom historien

Allt sedan våra förfäder koloniserade Vänerns stränder och började bedriva jordbruk och fiske i området har variationerna i Vänerns vattenstånd varit av största intresse. Översvämningar liksom perioder med lågt vattenstånd har förekommit vid åtskilliga tillfällen genom århundradena. Någorlunda tillförlitliga observationer finns sedan 1807 och dessförinnan finns en del sporadiska noteringar från högvattentillfällen. Enligt vad Möller (2002) redovisat finns det flera tillfällen under 1700-talet med mycket höga vatten-

nivåer. Figur 4.4 visar vattenståndsvariationerna i sjön från 1846 och fram till idag.

Figur 4.4 Vattenstånd för Vänern under perioden 1846–2005 (meter över havet i höjdsystem RH00) i Vänern vid Vänersborg



Källa: Bergström et al, 2006.

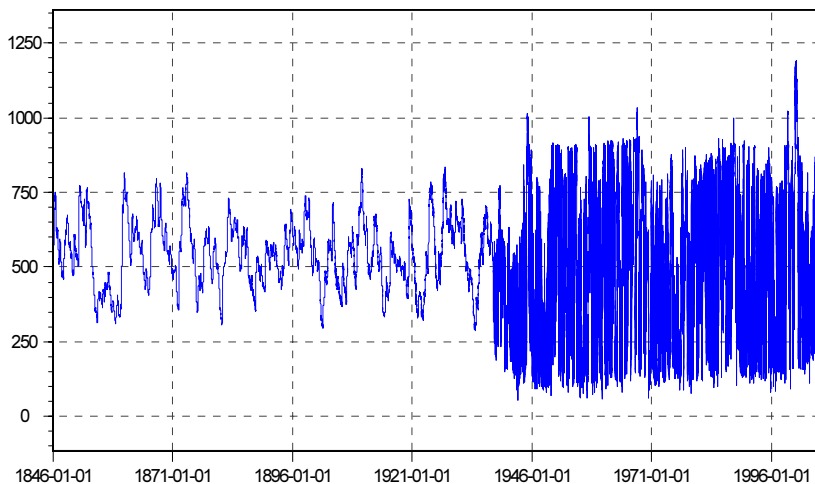
Framför allt översvämningarna kunde även långt innan vår tids högteknologiska samhälle byggdes upp orsaka svåra problem för framför allt jordbruket. I en Kyrkobok från Torsö år 1773 (Länsstyrelsen i Västra Götaland, 2006) kan man läsa: ”Sjön Vänern började växa 1771, var som högst 1772 vid pingsttiden, gjorde det året stor skada på åkrar och ängar, så att 1000 lass hö mindre bärgades i församlingen än vanliga år”. I och med att planer för utbyggnad av vattenkraft började formas i början av 1900-talet tillkom ett nytt intresse. Behovet av en lagstadgad reglering av Vänern blev uppenbart.

Vänerns reglering

Vänerns vattenstånd har i stort sett varit opåverkat av mänskliga ingrepp fram till Nittonhundra-trettio-talet. Vänern reglerades år 1935 och vattenkraften vid Vargön byggdes ut 1935–1937. Regleringen av Vänern enligt vattendomen 1937 var ett stort ingrepp. Den innebar en minskning av de högsta vattenstånden, se Figur 4.4, men mer dramatisk blev effekten på vattenföringen i Göta älv, som nu kom att utnyttjas för vattenkraftproduktion. Detta framgår av

Figur 4.5 som visar dygnsvärden på vattenföring i m³/s för Vänerns utlopp till Göta älv under perioden 1846–2005. Vissa smärre ändringar i vattendomen gjordes år 1955.

Figur 4.5 Vattenföring i m³/s vid Vänerns utlopp (Vargöns kraftverk) under perioden 1846–2005. Observera toppvärdet i januari 2001



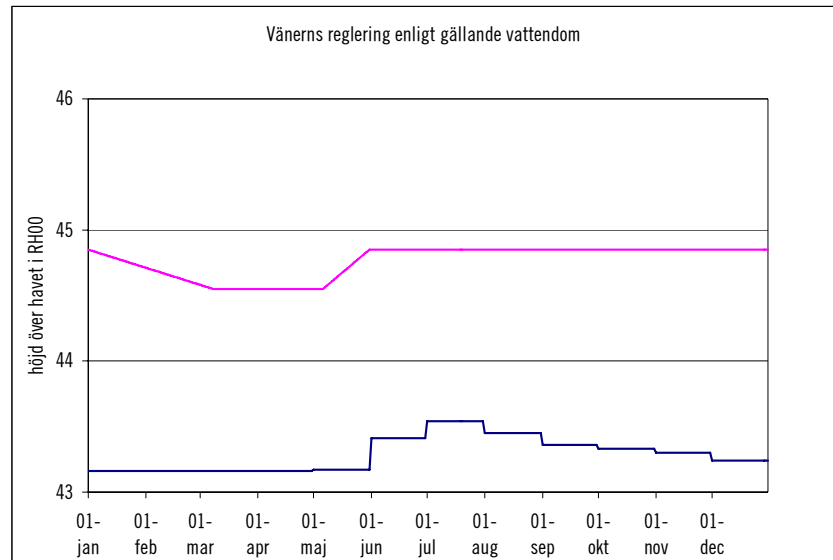
Källa: Bergström et al, 2006.

Gällande vattendom

Vattendomen för Vänern härstammar i huvudsak från 1937. Vissa mindre ändringar gjordes 1955. Domarna innehåller en rad bestämmelser om hur vattenhushållningen skall skötas och beskriver hur avtappningen från Vänern ska regleras utifrån den i vattendomen satta dämnings- och sänkingsgränsen. Båda dessa gränser varierar under året i förhållande till den under ett normalår varierande tillrinningen. Domen är utformad för att tillmötesgå olika intressen. Däribland märks fiskets, sjöfartens, jordbrukets och övriga till Vänern gränsande markägares intressen av små vattenståndsvariationer i Vänern samt intresset av att förhindra saltvattenuppträngning i Göta älv. Sjöfartens intresse av ett tillräckligt vattenstånd i Göta älv och kraftverksägarens (Vattenfall AB) intresse av att maximera vattenkraftsproduktion och intäkter från kraftverken i Göta älv är också viktiga i sammanhanget. En viktig regel i domarna är begränsningen av den högsta tappningen i Göta älv till

drygt 1 000 m³/s. Syftet med tappningsbegränsningen är att undvika skador av skred och översvämningar längs älven. Detta är en unik bestämmelse, som gör att Vänerns vattenstånd kan stiga mycket högt under långvarig hög tillrinning. Det vanliga är att tappningsförmågan hos en sjö ökar efterhand som nivån stiger, men så är alltså inte fallet för Vänern.

Figur 4.6 Dämnings- och sänkingsgränsernas variation över året



Källa: Västerbygdens vattendomstol, 1937.

Vattendomen ger stor frihet för kraftverksägaren att variera flödet ut ur Vänern (vid Vargön) vid vattenstånd mellan sänkingsgränsen och dämningsgränsen. När vattennivån överskrider dämningsgränsen med högst 30 cm ska tappningen vid Vargön dock vara mellan 870 och 930 m³/s. Om vattenståndet stiger till mer än 30 cm över dämningsgränsen ska tappningen ökas så att den är mellan 970 och 1 030 m³/s. Det finns också bestämmelser vid lågvatten som bl.a. syftar till att säkerställa sjöfarten i Göta älv samt undvika saltvatteninträngning i Göta älv. När vattenståndet i Vänern är under dämningsgränsen får tappningen vid Vargön inte överstiga 900 + (tillfälligtvis) 30 m³/s. För att vid lägre tappningar i älven förhindra saltvatteninträngning i älvens östra gren (Göte-

borgsgrenen) där bl.a. Göteborg har sitt vattenintag, finns i älvens västra gren (Nordre älv) en särskild skärmanordning den s.k. Ormoskärmen. Skärmens huvudsakliga uppgift är att fungera som en regleranordning av flödet i Nordre älv, för att det i vattendomen fastslagna flödet i Göteborgsgrenen i medeltal skall kunna hållas så nära 150 m³/s som möjligt. Enligt vattendomen skall Ormoskärmen utom i undantagsfall såsom vid underhållsarbeten, alltid vara rest i större eller mindre utsträckning då vattentappningen vid Lilla Edet är lägre än 600 m³/s. Vid tappning i Lilla Edet över 600 m³/s och med Ormoskärmen fälld antas att ¼ av älvens flöde går ut till havet via Göteborgsgrenen. Dessutom finns vissa ytterligare bestämmelser i vattendomarna som syftar till att säkerställa sjöfart, vattenförsörjning och andra intressen som är beroende av en viss minsta nivå i Vänern och en viss minsta vattenföring i Göta älv.

Inger vattendomen falsk trygghet?

Idag har samhället anpassat sig till de tappningsförhållanden och den minskning av vattenståndsvariationerna i Vänern som tillämpningen av vattendomen medfört. Man har dock tvingats konstatera att domens regelverk inte löser problemen runt Vänerns stränder vid höga flöden liknande de som inträffade vintern 2000/2001. Domen från 1937 utgör en avvägning av upp- och nedtrömsintressen med den tidens kunskap. Ändrade förhållanden pekar på behovet av justering av domen som kan ha skapat en falsk säkerhetskänsla och bidragit till att förvärra problemen kring Vänern genom att nybyggnation skett på mark som är känslig för översvämningar.

4.1.3 Göta älv – flöde, vattenkraft, vattentäkt, transportled, ras o skred

Göta älvs färd mot havet ger energi

Göta älv har sitt lopp genom en 93 km lång dalgång från Vänern till utloppet i havet vid Göteborg, se Figur 4.7. Dalgångens bredd varierar och avgränsas av berg som reser sig ca 100 m över dalbotten. Vissa avsnitt har väl utbildade slutna dalsidor t.ex. mellan Trollhättan och Hjærtum. I närområdet till Göta älv har även djupa raviner bildats vars utflöde finns i Göta älv.

Figur 4.7 Vy över Göta älvdalen mellan Göteborg och Vänern



Källa: Statens geotekniska institut, 2006.

Ungefär 3 km nedströms Vänern, vid Vargön, har Göta älv en naturlig fallhöjd av ca 5 m. Mellan Vargön och Trollhättan är älven relativt bred och vidgar sig i jämnhöjd med Stallbacka till en bred sjö. Vargöns kraftstation är belägen i Göta älv ca 3 km nedströms Vänerens utlopp i älven, i Vargöns samhälle intill Vänersborg.

I Trollhättan finns två kraftstationer, Olidan och Hojum. Stationerna är belägna ca 13 respektive 14 km från Vänerens utlopp. Vid Trollhättans sluss sänker sig vattenytan ca 33 m i en serie fall, de s.k. Trollhättefallen.

Lilla Edets kraftstation är belägen ca 60 km norr om utflödet vid Göteborg och ca 20 km nedströms Trollhättan. Här finns också Lilla Edets sluss med en naturlig fallhöjd av ca 4 m. Vattenkraftsproduktionen i de olika kraftverken är betydande, se Tabell 4.2 och 4.3, och motsvarar ett genomsnittligt år ett värde på ca 550 miljoner kronor vid ett spotpris på 40 öre/kWh.

Tabell 4.2 Effekt – stationseffekt (MW)

Totalt	Vargön	Trollhättan	Lilla Edet
287	31	220	36

Källa: Vattenfall, 2006.

Tabell 4.3 Nettoproduktion 1997-2005 (GWh/år)

	Totalt	Vargön	Trollhättan	Lilla Edet
1997	1 428	142	1 095	191
1998	1 630	175	1 252	204
1999	2 219	243	1 744	232
2000	1 985	211	1 578	196
2001	2 149	203	1 759	187
2002	1 555	155	1 197	202
2003	1 136	110	870	155
2004	1 390	147	1 060	183
2005	1 350	140	1 037	173

Källa: Vattenfall, 2006.

Nedströms Lilla Edet flyter älven utan fall till utloppet i havet. Vid Kungälv delar sig älven i två grenar. Den norra grenen, Nordre älv, är vattenrikast då ca 75 % av det normala flödet går denna sträcka. Flödesvariationerna är dock stora och vid lågflöden gör Ormoskärmerna att en stor del av vattnet styrs över till Göta älv. Nordre älv är ca 14 km lång och mynnar i Nordre älvs fjord. Den södra grenen, som behåller namnet Göta älv, mynnar i havet vid Göteborg.

Göta älv som vattentäkt

Nära 700 000 människor är helt eller delvis beroende av Göta älv för säker dricksvattenförsörjning. Mer än 70 % av råvattnet för Göteborgsregionens dricksvattenförsörjning tas från Göta älv, se Tabell 4.4. Göta älv är bl.a. huvudvattentäkt för Göteborg där det

stora vattenverket Alelyckan normalt tar sitt råvatten direkt från Göta älv. Reservvattentäkterna är begränsade och flera andra vattenverk saknar helt reservvattentäkter. Inom regionen finns inga stora outnyttjade grundvattenförekomster lämpliga som vattentäkter och bara begränsad tillgång till täkter lämpliga för konstgjord infiltration.

Tabell 4.4 Göteborgsregionens beroende av vatten från Göta älv

Kommun	Tätortsbefolkning (SCB)	Beroendegrad
Öckerö	11 489	Göta älv huvudvattentäktHela försörjningen från Göteborg
Göteborg	460 348	Göta älv huvudvattentäkt
Mölndal	53 479	Ca 20 % från Göteborg
Partille	32 787	Ca 25 % från Göteborg
Ale	20 227	Ca 50 % från Göteborg, ca 50 % från Kungälv
Kungälv	25 656	Ca 50 % från Göta älv
Lilla Edet	7 972	100 % från Göta älv
Trollhättan	47 645	100 % från Göta älv

Källa: Göteborgs VA-verk, 2006.

Vattenkvaliteten i Göta älv försämrades successivt under 1900-talet fram till 1970-talet då avloppsrening för kommuner och industrier byggdes ut. Därefter har råvattenkvaliteten i Göta älv förbättrats. Flera olika företeelser kan leda till störningar i Göta älvs råvattenkvalitet och till att reservvattentäkter måste tillgripas. Här ibland märks vattenburen smitta, jordskred och saltvattenuppträngning. Göteborgs råvattenintag är redan i dagsläget stängt en tredjedel av tiden och reservmarginalerna är små eller periodvis otillräckliga.

Göta älv som transportled

All sjöfart för godstransporter till och från Vänerhamnarna går via Göta älv och Trollhätte kanal. Trafiken genom Trollhätte kanal och Göta älv är beroende av att slussarna längs Göta älv fungerar samt att vattenståndet i älven är tillräckligt. Höga flödes hastigheter kan påverka möjligheterna till sjötransporter och vid översvämningarna

2001 infördes restriktioner till följd av de höga strömningshastigheterna i älven.

Skredriskerna i Göta älvdalen

Göta älvdalen är en av de mest skredfrekventa dalgångarna i Sverige. Årligen inträffar ett flertal skred, varav huvuddelen är små och relativt ytliga, oftast erosionsbetingade. Begränsade utglidningar av den på sina ställen branta undervattensslänten är också vanligt förekommande. I en inventering redovisad 1982 (Viberg, 1982) identifierades ca 150 skredärr i dalgången. En orsak till att Göta älvdalen är så skredfrekvent är dess geologiska historia med mäktiga lerlager som avsatts i olika marina miljöer. Älvdalen har också genom historien i hög grad påverkats av mänskliga aktiviteter som också kan påverka skredkänsligheten. Med dagens koncentration av bebyggelse, industri, vägar, järnvägar, sjöfart, förorenade markområden, vattenintag kan konsekvenserna av skred bli stora. Göta älvdalen mellan Vänern till utloppet i Göteborg har varierande geologi och topografi. Mäktiga lerlager, upp till drygt 100 m, finns avsatta i den sprickdal i berggrunden som format älvdalen. Avlagringarna härstammar inlandsisens avsmältning. I leran finns ofta inlagrat skikt av sandigt material. Då lersedimenten i huvudsak är avsatta då havsytan låg högre hade de från början ett högt saltinnehåll. Efter hand har en urlakning av salterna skett. I dessa urlakade leror kan bindningskrafterna mellan lerpartiklarna genom omrörning eller vibrationer försvinna och lerskelettet, som är uppbyggt med hålrum, faller då ihop varvid hållfastheten i leran kan sjunka till nära noll. Dessa leror kallas för kvickleror och är vanligt förekommande i Göta älvs dalgång, speciellt norr om Lilla Edet. Inträffar ett skred inom ett område med kvicklera kan skredområdet bli mycket stort, eftersom ett initialskred kan fortplanta sig både framåt och bakåt då leran förlorar sin hållfasthet. I den norra delen av Göta älvs dalgång är de leror som finns i regel relativt fasta. De innehåller dock ofta mer vattengenomsläppliga skikt vilket betyder att nederbörd kan ge stora variationer i portrycken och därmed bidra till att utlösa skred. Mot söder blir Göta älvs dalgång flackare och leran lösare och mer homogen samtidigt som mäktigheten av både lera och andra jordlager ökar. I den södra delen finns ofta en "strandhylla" och en undervattensslänt mellan strandlinjen och djupfåran i älven. Stabilitetsför-

hållanden för de älvnära partierna i den södra delen styrs till stor del av undervattensläntens och strandhyllans topografi. Älvstränderna har i modern tid på stora delar skyddats mot erosion genom utläggning av stenfyllning (Alén, C. et al 2000). Erosionen i älven påverkas bl.a. av flödet, flödesvariationerna och sjöfarten.

4.1.4 Verksamheter som kan beröras av översvämning, ras och skred

Bebyggelse

Omfattande bebyggelse finns längs Vänerns och Göta älvdalens stränder. I riskområdet för översvämning runt Vänern (Värmlands och Västra Götalands län) bor ca 300 000 personer i flera städer och mindre samhällen. Större tätorter som i varierande utsträckning riskerar att drabbas av en översvämning i Vänern inkluderar Kristinehamn, Karlstad, Säffle, Åmål, Vänersborg, Lidköping och Mariestad. Därtill kommer ett antal mindre samhällen. Det största hotet för bebyggelsen i Göta älvs dalgång är ett skred i samband med höga flöden. Det mest känsliga området är nordväst om Lilla Edet där ett skred skulle få konsekvenser för själva samhället, industri, kraftverk och slussar.

Vägar

Ett flertal större vägar, Europavägarna E18 och E20 samt riksvägarna 26, 44 och 45, löper utmed eller passerar i närheten av Vänern och riskerar att drabbas av problem vid översvämningar. På de flesta av dessa vägar varierar trafikmängden mellan 5 000 och 15 000 fordon per dygn. Vägavsnitt som passerar i Vänerns omedelbara närhet är E18 mellan Segmon och Kristinehamn, riksväg 44 mellan Båberg och Götene på sin sträckning öster om Lidköping, riksväg 26 mellan Hasslerör och Kristinehamn samt riksväg 45 längs Vänerns västra strand. Flera av dessa vägar har broar över Vänerns tillflöden. Riksväg 45 mellan Göteborg och Trollhättan är delvis hårt trafikerad med upp till 50 000 fordon per dygn närmast Göteborg. Vägen sträcker sig längs Göta älvdalen och går delvis i direkt anslutning till älven.

Järnvägar

De järnvägssträckningar som finns längs Vänerns stränder och som kan komma i farozonen vid översvämning av Vänern är Norge/Vänerbanan, Älvsborgsbanan och Kinnekullebanan. Flera järnvägsavsnitt är beroende av jordbrukarnas dämmningsföretags förmåga att stå emot stigande nivåer. Nu pågående utbyggnad av järnvägen i Norge/Vänerbanan i Göta älvdalen byggs med räls i överkant 1,0 m över nuvarande 100-årsnivåer i Göta älv.

Industrier

Runt Vänern finns många industrier. Exempel på stora anläggningar är Stora Enzo Skoghalls bruk, Akzo Nobel (Skoghall) och Vargön Alloys AB. Många mindre industrier finns också kring sjön bl.a. i de Vänernnära delarna av Karlstad och Kristinehamn. Längs Göta älv finns minst ett tiotal större industrier.

El och telenät samt el- och värmeproduktionsenheter

Elnät och telenät finns på många håll runt Vänern och ägs av olika aktörer. Elproduktion sker vid kraftverken i Göta älv samt uppströms Vänern men även i några kraftvärmeverk.

Förorenad mark

Det finns ett antal förorenade områden nära Vänern och längs Göta älv. De vanligaste föroreningarna utgörs av icke vattenlösliga tungmetaller, tunga kolväten samt delvis vattenlösliga oljeföroreningar. Vid översvämning, ras och skred finns risker för föroreningsspridning som kan påverka vattenkvalitet, miljö och ekosystem.

Vatten- och avloppsförsörjningsanläggningar

De flesta samhällen runt Vänern försörjs med vatten som härstammar från sjön. Göteborgsregionen tar sitt vatten huvudsakligen från Göta älv. Vattenverken har varierande tillgång till reservvattentäkter. Ett stort antal enskilda brunnar finns dessutom.

Avloppsreningsverken som betjänar samhällena runt sjön är i regel lågt belägna och i farozonen vid översvämningar.

Sjöfart, varv och fiske

Godsomsättningen i Vänersjöfarten är ca 3,5 miljoner ton och sjöfarten har avgörande betydelse för vissa transporter. Trafiken genom Trollhätte kanal och Göta älv är beroende av att slussarna längs Göta älv fungerar. Ett flertal hamnanläggningar kring Vänern riskerar problem vid översvämningar. Viss varvsverksamhet finns också vid Vänern. Det yrkesmässiga fisket i Vänern är relativt omfattande och värdet av det uppgick totalt till 17,2 miljoner kronor år 2004 (Fiskeriverket, 2005). Fiskehamnarna är i regel inte dimensionerade för extremt höga vattenstånd.

Lantbruk och skogsbruk

Runt Vänern finns många lantbruk, såväl växt- som animalieproduktion förekommer. I Västra Götaland finns ca 40 invallningsföretag vid Vänern medan det inom Värmlands län finns 38 stycken mot Vänern. Stora arealer kan beröras vid översvämning och i flera fall kan sekundära effekter på vägar och järnvägar uppstå. De största arealerna mark runt Vänern utgörs av skogsmark.

Fritid, rekreation och turism

Vänern har stor betydelse för det rörliga friluftslivet och för rekreation. Fritidsbåttrafiken på Vänern är omfattande. Dessutom finns sommartid flera reguljära linjer huvudsakligen uppbyggda kring turismen. Ett stort antal båtklubbar och enskilda båtplatser finns runt sjön. Såväl av kommunerna iordningsställda badplatser som privata bad finns runt hela sjön. Ett 20-tal campingplatser finns runt sjön liksom ett antal hotell, vandrarhem, konferens- och restauranganläggningar. Vintertid används sjön för bl.a. långfärds-skridsko. Vänern ses som en av Sveriges främsta sportfiskesjöar med många olika arter. Det lokala sport- och fritidsfisket är betydande. Trollingfisket efter främst lax och öring tar merparten av årsfångsten. Turistbåttrafik sker med ett flertal båtar på Vänern

och trafiken längs Göta kanal, som passerar via Vänern, är närmast klassisk.

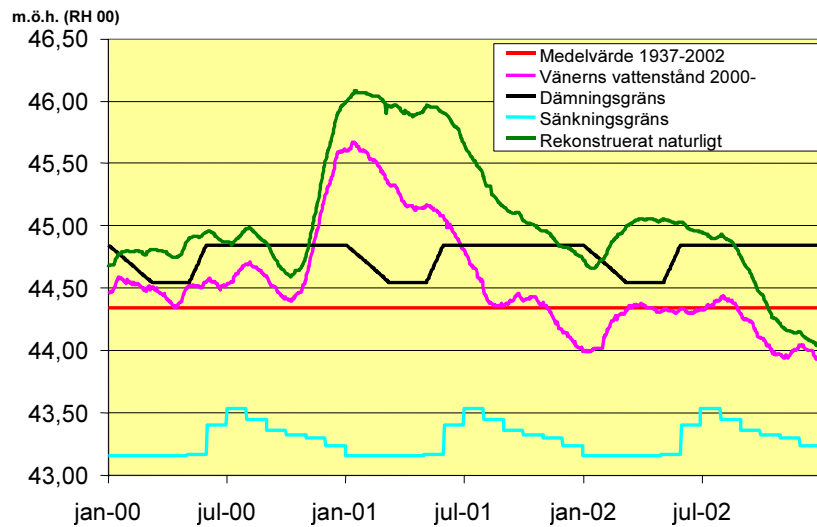
4.1.5 Tidigare översvämningar i Vänern och skred i Götaälvdalen

Höga vattenstånd i Vänern har förekommit vid ett flertal tillfällen under historien. Under 1970, 80- och 90-talen var dock de högsta nivåerna tämligen beskedliga. Innan regleringen år 1937 förekom höga vattenstånd i Vänern mer frekvent. 1910 nådde nivån +45,73 meter. Skador på skörden uppstod för många bönder runt sjön och fabriker i hamnområdet i bl.a. Lidköping fick problem. 1927 nådde vattenståndet +45,69 m och skadorna värderas bara i Karlstad till mellan 500 000 och 1 miljon kronor (motsvarande ca 12–24 miljoner kronor i dagens penningvärde). Även efter regleringen av Vänern har vattenståndet vid flera tillfällen under perioden fram till 1967 nått ungefär +45,40 m med skador, främst inom lantbruket, som följd (Karolina Tranberg, 2002).

Översvämningarna hösten och vintern 2000/2001

Under november 2000 – januari 2001 drabbades Vänerområdet av svåra översvämningar. I Arvika genomfördes en av de största insatserna någonsin av en räddningstjänst i Sverige när Glafs fjorden steg med 3,14 meter över sin normala nivå. Vänern kulminerade i mitten av januari 2001 på sin högsta nivå sedan år 1927, +45,67 i RH00. Omfattande förebyggande insatser fick genomföras runt stränderna, men skadorna blev ändå betydande.

Figur 4.8 visar vattenståndsutvecklingen i relation till Vänerns dämning- och sänkningsgränser. Där visas också dämningens och sänkningsgränserns årstidsvariationer samt en rekonstruktionsberäkning av vattenståndet, som det hade utvecklats om Vänern inte varit reglerad.

Figur 4.8 Vattenståndsutvecklingen i Vänern under 2000–2002

Källa: Bergström et al, 2006.

I Figur 4.8 kan man se att Vänerns reglering inneburit en viss kontroll av de höga vattennivåerna. Nivåerna 2001 hade blivit ca 40 cm högre om sjön inte varit reglerad under detta flöde. Det innebär att detta troligen var den mest extrema hydrologiska situationen i Vänern under den tid som regelbundna observationer finns tillgängliga, dvs. under nästan 200 år.

Under den kritiska perioden hösten 2000 och vintern 2001 tog Länsstyrelsen den 18 november över ansvaret för tappningen från Vänern, med stöd av Räddningstjänstlagen, och ålade Vattenfall, som normalt har regleringsansvaret för Vänern att öka tappningen vid utloppet vid Vargöns kraftverk till mer än vad vattendomen medgav.

Konsekvenser av översvämningarna år 2000–2001

I samband med de höga flödena i slutet av år 2000 och i början av år 2001 svämmade Glafs fjorden över vilket som bekant ledde till stora problem i Arvika med betydande effekter för bl.a. Arvika Kommun. Även runt Vänern uppstod en hel del skador och problem. Totalt drabbades ca 800 fastighetsägare i Värmlands län av

skador som delvis ersattes av försäkringsbolagen. De totala utbetalningarna till enskilda bedömdes av Länsstyrelsen i Värmland uppgå till ca 50–60 miljoner kronor. Kommunerna runt Vänern drabbades också bl.a. uppstod skador på vägar, gator, vatten och avloppsledningar. Kostnaderna uppgick till ca 15 miljoner kronor. Skador på vägar och järnvägar i Värmlands län uppgick enligt länsstyrelsens bedömning till ca 150 miljoner kronor. Motsvarande uppgifter från Västra Götalands län saknas. Stora arealer jordbruksmark översvämmades också och invallningar havererade vilket förstörde höstsådda grödor och hindrade vårbruket på viss del av arealerna. I Västra Götalands län ställdes totalt 1 050 ha åker under vatten och i Värmland drabbades likaledes stora arealer. De förlorade intäkterna och kostnaderna för återställande av skyddsvallar uppgick till mångmiljonbelopp, bara i Västra Götalands län uppskattades de till 75 miljoner kronor (Länsstyrelsen i Västra Götaland, 2006).

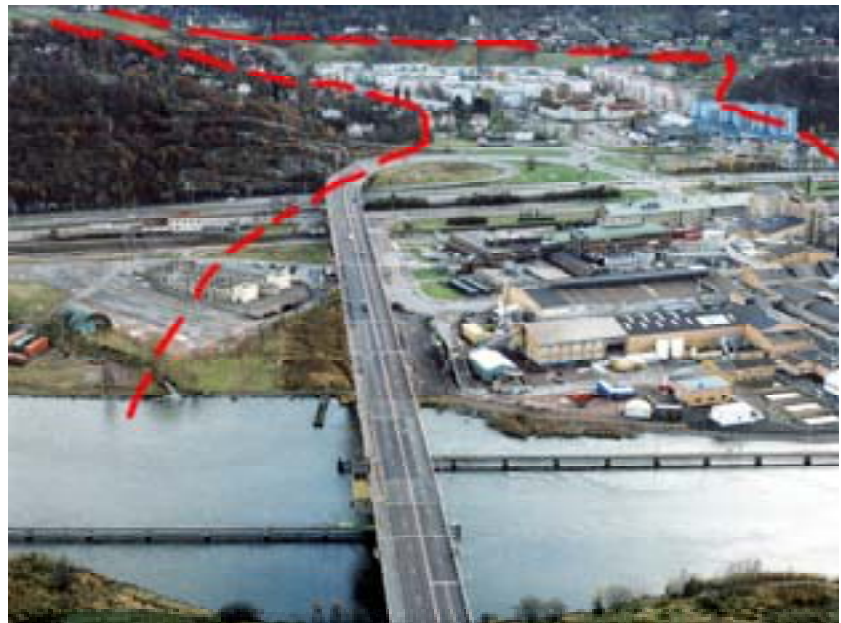
Konsekvenser uppstod också för fisket. Ungefär hälften av fiskarna runt Vänern fick omfattande skador på hamnanläggningar och fiskebodas samt avbrott i fisket i samband med översvämningarna. I genomsnitt ersattes varje fiskare med ca 275 000 kronor av försäkringsbolagen. Därtill kommer obetalt merarbete i form av reparationer av bryggor och flytt av utrustning och redskap vid hamnanläggningar samt förlorad inkomst genom uteblivet eller begränsat fiske under perioden för översvämningen. Tidsåtgången för obetalt arbete har skattats till ca 20 000 kronor per fiskare. Yrkesfisket tappade totalt ca 2,25 miljoner kronor i inkomst under perioden. Med försäkringskostnaderna inräknade blev totala kostnaden

ca 24 miljoner kronor. Även skador på skog uppstod men några uppföljningar av omfattningen på dessa skador har inte gjorts. Omfattande räddningstjänstinsatser blev dessutom nödvändiga i de drabbade kommunerna och de ökade räddningstjänstkostnaderna uppgick i Arvika till nära 24 miljoner kronor. Även kommunerna runt Vänern hade betydande räddningstjänstkostnader till följd av översvämningarna. Totalt betalade staten ca 86 miljoner kronor i ersättning till kommunerna för räddningstjänstkostnader.

Många skred har inträffat i Göta älv dalen

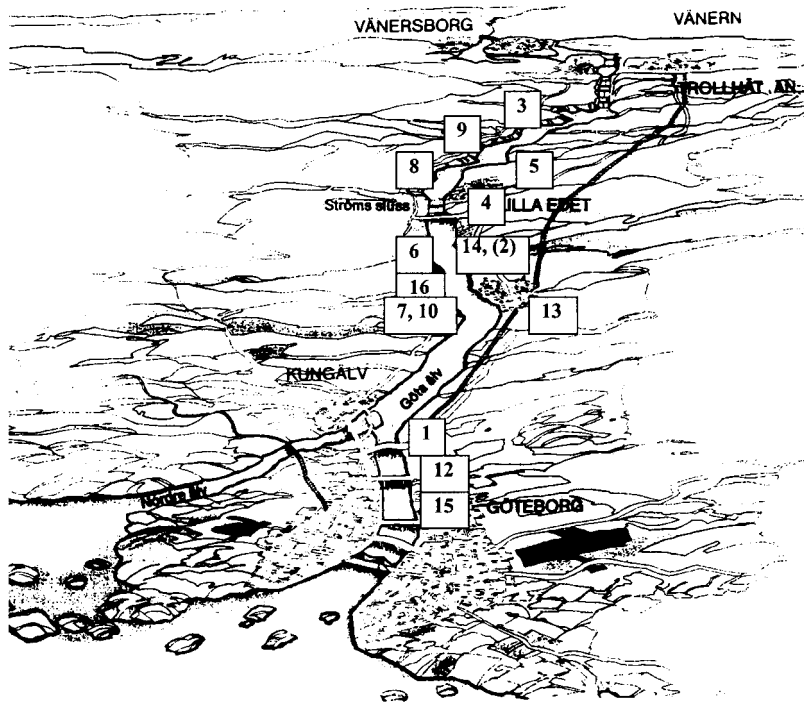
Dagens landskapsbild längs Göta älv har till stor del formats genom ett antal större skred. Sedan lång tid tillbaka finns skred dokumenterade men det saknas också dokumentation av vissa skred av vilka man kan se spår i landskapet idag. I Tabell 4.5 och Figur 4.9 redovisas större dokumenterade skred i Göta älv dalen. Det äldsta kända skredet, det s.k. Jordfalls-skredet, inträffade omkring år 1150 på älvens östra sida i Bohus. Skredet omfattade i stort hela nuvarande Bohus samhälle och skredkanten ligger ca 1,5 km från älvens strandlinje, se Bild 4.1. Idag är ett industriområde med bland annat Eka Chemicals i huvudsak byggt på dessa skredmassor.

Bild 4.1 Vy över Jordfallsbron och Bohus samhälle. Jordfalls-skredets utbredning markerad med streckad linje. (Alén, C. et al, 2000). Fotograf Thomas Samuelsson).



Källa: Statens geotekniska institut, 2006.

Figur 4.9 Ungefärliga lägen för dokumenterade skred enligt Tabell 4.5. (Alén, C., 2006.)



Källa: Statens geotekniska institut, 2006.

Tabell 4.5 Dokumenterade skred i Göta älvdalen, exempel

Nr enligt figur y	Ungefärlig tidpunkt/år	Plats	Ungefärlig storlek	Anmärkning
1	Ca 1150	Jordfallet Bohus – östra sidan	Ca 60–65 ha	Det äldsta daterade skredet
2	?	Göta Hanström		
3	1648-07-10	Intagan, S Åkerström	Ca 27 ha	Bredd ca 500m, stoppade vid fastmarken
4	1680-talet	Lilla Edet	?	Enligt noteringarna ett s.k. jordfall) ¹
5	Någon gång mellan 1686 och 1697	Torpa, strax norr om Slumpåns mynning i Göta älv	Ca 8 ha	Flaskskred ² , korsas av nuvarande väg 45
6	Mars 1733	Ballabo, västra stranden, ca 500 m nedströms gamla Sulfitfabriken	Ca 3 ha	
7	Ca 1750	Västerlanda socken vid gårdarna Ödegårdet och Skörsbo, västra stranden	Ca 5 ha	
8	1759-12-21/22	Bondeström, strax norr om Ström, Lilla Edets kommun	*)	Två skredärr, det ena ca 400 000 m ³ , det andra ca 100 000 m ³
9	1806-12-21	Utby, ca 4,5 km N Hjærtums kyrka	Ca 4,5 ha	Flaskskred ²
10	1830-talet	Västerlanda socken vid gårdarna Ödegårdet och Skörsbo, västra älvstranden	Större än 5 ha	
11	1950-09-29	Södra Surte	Ca 24 ha	Ett omfattande kvicklereskred som bland annat drog med sig 31 bostadshus
12	1953-04-13	Guntorp, ca 4 km uppströms utflödet i Göta älv	Järnvägsbanken sjönk på en längd av 60m	
13	1957-06-07	Göta industriområde	Totalt ca 32 ha	
14	1993-04-14	Agnesberg	Ca 2400 m ²	Skred med följskred huvudsakligen under vatten
15	1996-04-16	Ballabo	Totalt ca 0,7 ha	

¹Jordfall: Föråldrad benämning på jordskred. Förekommer i äldre litteratur, kyrkböcker etc.

²Flaskskred: skredområde där skredets mynning är smalare än skredskålen innanför slutningen.

Källa: Statens offentliga utredningar, 1962.

I historisk tid var skredet vid Intagan år 1648 en stor katastrof. Skredmassorna dämde upp älven och orsakade en översvämning som kostade minst 85 människor livet. Ett stort antal hus och

fartyg förstördes norr om Intagan. En flodvåg uppstod när vattenmassorna bröt igenom uppdämningen och denna orsakade stora skadeverkningar miltals nedströms skredet. Perioden mellan 1850–1950 var relativt lugn ur skredsynpunkt, utan dokumenterade större skred. Detta kan dock bero på att skred inte dokumenterades lika noggrant genom åren. Regleringen av Göta älv med stora variationer i flöde både över dygnet och över längre perioder började i slutet av 1930-talet. Detta kan ha varit en bidragande orsak till den period av större skred som inleddes i början av 1950-talet. Surteskredet inträffade i september år 1950 och omfattade område om ca 24 ha stort område i södra delen av Surte samhälle. Inom området fanns 31 bostadshus och olyckan krävde ett döds-offer och två personer skadades allvarligt. Götaskredet inträffade i juni 1957 omfattade ett ca 1 500 m långt område längs älven och sträckte sig ca 200–300 m in från älvens strandlinje, se Bild 4.2. Vid skredet omkom tre personer och ytterligare tre skadades. Skred-massorna täppte till älven och orsakade en hög våg som spred sig med stora översvämningar till följd.

Bild 4.2 Götaskredet. Vy över industriområdet, med markerad skredbrant

Källa: SOU 1962:48. Pressfoto 1957.

Under 1990 talet inträffade ett par mindre skred lyckligtvis utan personskador. Agnesbergsskredet, år 1993, kunde blivit betydligt värre då kvicklera sträckte sig in under industriområde, järnväg, vägar samt bostadsområden. Efter omfattande utrednings- och förstärkningsarbeten kunde stabiliteten säkras. Ballaboskredet i april 1996 omfattade en ca 110 m lång sträcka längs Göta älv som sträckte sig ca 50–70 m bakåt från älvstranden. Det fanns ingen bebyggelse inom området, men sjöfarten påverkades genom den uppgrundning som orsakades av skredet.

4.1.6 Naturmiljön och biologisk mångfald

Liksom Mälaren och Hjälmaren har Vänern stora naturvärden och Vänerns natur, växt- och djurliv är på många sätt unikt. Flera områden i Vänern är i dag skyddade ur naturvårdssynpunkt. Det finns såväl Natura 2000 områden som nationalparker och naturreservat samt fågelskyddsområden och ett område skyddat under den s.k. Ramsarkonventionen. Hela Vänern med öar är kategoriserad som riksintresse för natur- och kulturvärden. Utsläppen av miljögifter har minskat kraftigt under senare år men fortfarande påverkas ekosystemen i sjön av t.ex. DDT och PCB från tidigare utsläpp. Tillförseln av kväve har dock ökat och miljön i Vänern påverkas av detta då sjön är naturligt fattig på näringsämnen (Vänerns vattenvårdsförund, 2006).

Vattenfluktuationerna är liksom i Mälaren viktiga för att hålla vikar, stränder och skärgårdsområden fria från igenväxning med vass. Några av Vänerns grunda och skyddade vikar har övergödningssproblem, med bland annat syrebrist och algblomningar. Övergödningen och vattenkvaliteten kan försämrats i dessa områden om vassen ökar i sunden och grunda områden får lägre vattendjup. Översvämningar kan leda till att ökade mängder näringsämnen, syreförbrukande ämnen och olika föroreningar från förorenad mark och industriområden kommer ut i sjön. Detta kan påverka ekosystemen runt sjön såväl som vattenkvaliteten.

Vattenståndsvariationer har stor betydelse för att dränka igenväxande vegetation och skapa livsmiljöer för flera hotade arter på sandständer och strandängar. Skötselåtgärderna för att hålla strandängar och sandständer öppna kommer att öka vid minskade fluktuationer. Ökat strandbete kan vara en möjlig åtgärd som dock kan innebära vissa risker för råvattenförsörjningen. Den biologiska mångfalden riskerar minska vid minskande vattenståndsvariationer. Flera hotade arter, som den ettåriga strandväxten grönskära, är beroende av vattenståndsfluktuationer för att överleva.

4.2 Översvämningssrisker för Vänern och konsekvenser nu och i framtiden

Analys och bedömningar av vad som händer i Vänerns närhet vid översvämningar grundas på några viktiga antaganden. En viktig utgångspunkt är att vi förutsätter att vatten från Vänern inte kan ta

någon annan väg mot havet än genom nuvarande utflöde vid Vargön till Göta älv genom att nödvändiga förstärkningsåtgärder vidtagits. I själva verket är det i dagsläget troligt att betydande mängder vatten från Vänern, vid höga översvämningarnivåer, skulle strömma ut dels via slussen i Brinkebergskulle och vidare genom Trollhätte kanal, dels också via ett lågt beläget flackt jordbruksområde öster om Halleberg till Slumpån och vidare till Göta älv. Vi har dock utgått från att åtgärder vidtas som undanröjer denna risk eftersom konsekvenserna av att Vänern skulle ta ett nytt utlopp inte går att överblicka. Bedömningarna av de konsekvenser av översvämningar som vi redovisar i detta kapitel grundar sig till stor del på uppgifter som länsstyrelserna samlat in från berörda kommuner men också från andra myndigheter och deras bearbetning av kartmaterial.

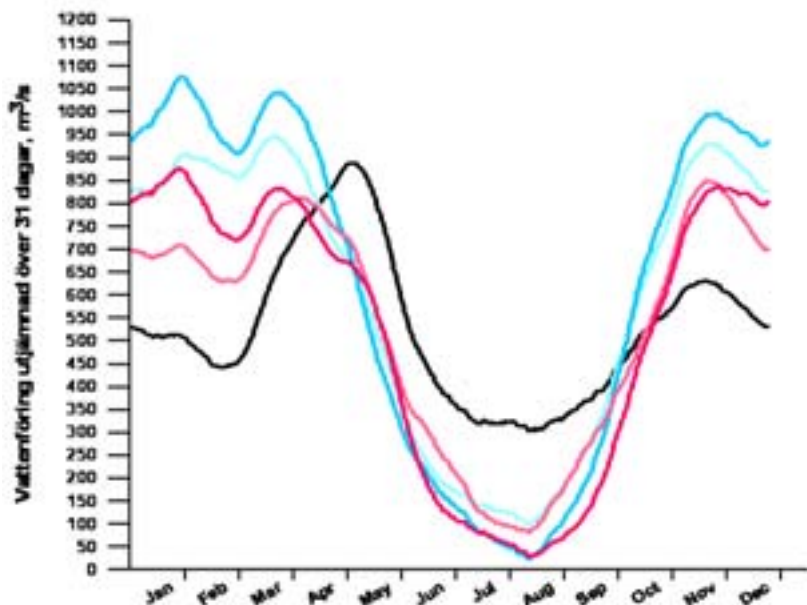
4.2.1 Vänern i ett förändrat klimat

Liksom för Mälaren och Hjälmaren har fyra olika klimatscenarier för åren 2071–2100 och ett som kontinuerligt beskriver utvecklingen från dagens klimat fram till 2100 studerats. De hydrologiska konsekvenserna är beräknade med den s.k. HBV-modellen, se avsnitt 2.2.

Beräknad förändring av Vänerns tillrinning

Figur 4.10 visar hur tillrinningen till Vänern i genomsnitt förändras om klimatet ändras i enlighet med klimatscenerierna. Klimatförändringarna väntas ge ett klimat som i genomsnitt för Sverige blir mellan ca 2,5 och 4 grader varmare än idag. Uppvärmningen beräknas ge mer instabila vintrar med minskat och kortvarigare snötäcke i Vänerregionen. Figur 4.10 visar hur tillrinningen till Vänern i genomsnitt förändras om klimatet ändras i enlighet med klimatscenerierna. Uppvärmningen ger en ny årstidsrytm med mer instabila vintrar och högre vintertillrinningar, samtidigt som tillrinningen sommartid blir lägre än idag.

Figur 4.10 Förändring av den genomsnittliga tillrinningen till Vänern enligt fyra klimatscenarier för perioden 2071–2100. Som jämförelse har perioden 1991–2002 lagts in



Källa: Bergström et al, 2006.

Beräknade förändringar av vattenstånd

Den valda tappningsstrategin är helt avgörande för vilka nivåer och flöden i Göta älv som de hydrologiska beräkningarna för Vänern leder till. Vid beräkningarna har vattendomens regler kopplats till de tillrinningar som den använda modellen ger vid de olika klimatologiska förutsättningarna. Därvid har den högsta tappningen från Vänern antagits vara begränsad till 1 030 m³/s (vilket motsvarar högsta tillåtna tappning enligt gällande vattendom).

I ett förändrat klimat blir höga tappningar betydligt frekventare. Tabell 4.6 visar hur många dagar per år som tappningen måste ligga vid 1 030 m³/s enligt scenarierna, samt hur mycket högre Vänern maximalt stiger under dessa framtida klimatförhållanden jämfört med under referensperioden. Det är uppenbart att ett mildare och mer nederbördsrikt klimat kommer att leda till stora förändringar för flödena i Göta älv genom att den maximala tappningsförmågan

kommer att behövas tas i anspråk i betydligt högre grad än idag. Det blir även betydande effekter på den högsta vattennivån.

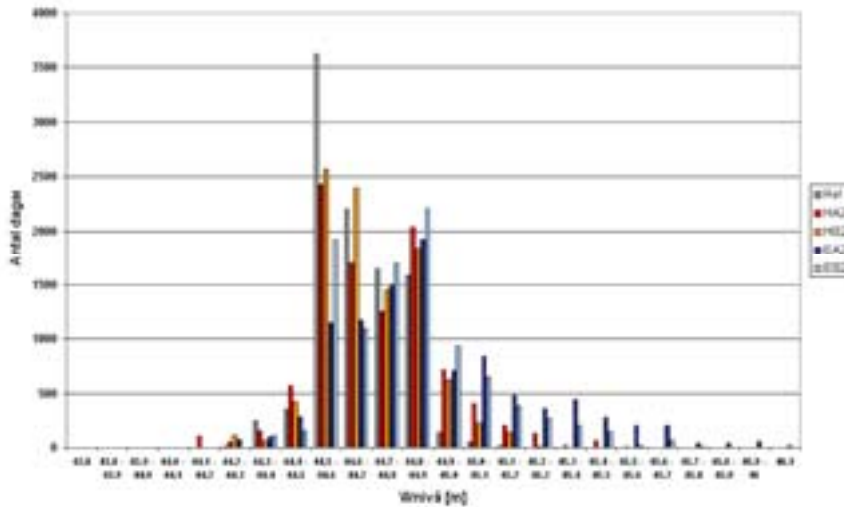
Tabell 4.6 Förändringen av antal dagar med maxtappning och förändring av det högsta vattenståndet i Vänern utgående från perioden 1964–1990 med antaganden om klimatförändringar enligt fyra scenarier

Klimatscenario	Antal dagar per år med maximal tappning	Högsta vattenstånd
Referens (1964–1990)	1,5	
H/A2	37	0,37 m
H/B2	19	0,08 m
E/A2	97	0,90 m
E/B2	67	0,57 m

Källa: Bergström et al, 2006.

Figur 4.11 visar hur den statistiska fördelningen av vattenstånden i Vänerns förändras om klimatet ändras i enlighet med de fyra scenarierna. Genomgående sker en ökning av antalet dagar vid såväl de högsta som de lägsta nivåerna medan antalet dagar i intervallet 44,50–44,60 minskar kraftigt. Detta innebär en ökad variabilitet beroende på blötare vintrar och torrare somrar med högre avdunstning.

Figur 4.11 Statistisk fördelning av vattenstånden i Vänerns i dagens klimat och om klimatet ändras i enlighet med de fyra scenarierna för perioden 2071–2100

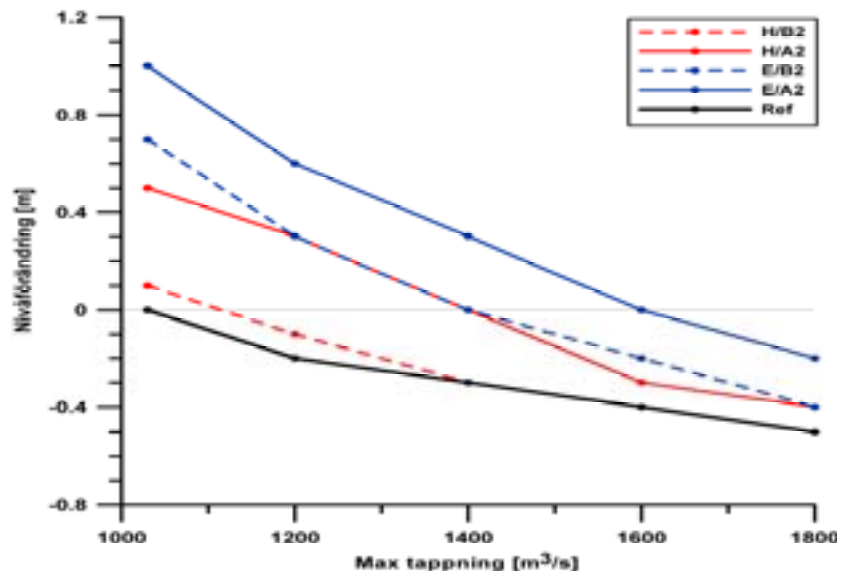


Källa: Bergström et al, 2006.

Beräknad förändring av de allra högsta vattenstånden i Vänern

För att kunna bedöma hur Vänern och Göta älv klarar av de mest extrema situationerna har en beräkning gjorts av s.k. dimensionerande flöden enligt Flödeskommitténs riktlinjer för s.k. klass 1-flöden. Vattenståndsutvecklingen för Vänern har därvid beräknats för dagens klimat och för fyra framtidsscenarioer tillsammans med de maximala tappningsalternativen 1 030, 1 200, 1 400 respektive 1 600 m³/s. Motsvarande ändring av det maximala vattenståndet i Vänern redovisas för respektive klimatscenario i Figur 4.12.

Figur 4.12 Ändringen av Vänerns högsta vattenstånd vid olika tappningskapacitet och ett extremflöde¹ under dagens klimat och ett framtida klimat under perioden 2071–2100 enligt fyra scenarier från Rossby Centre



Källa: Bergström et al, 2006.

Trots att Flödeskommitténs riktlinjer inte visat sig tillämpbara för Väner (Elforsk, 2005) och trots att de prövade tappningsalternativen inte är förenliga med dagens vattendom och förhållanden nedströms, ger beräkningarna ändå en bild av hur känsligt systemet är för en klimatförändring. De visar att det skulle behövas en avsevärd ökning av kapaciteten i Göta älv i framtiden om det scenario som ger de största förändringarna i den hydrologiska situationen slår in. I genomsnitt för de fyra klimatscenarierna rör det sig om att en kapacitet på ca 1 400 m³/s skulle vara nödvändig för att bibehålla dagens säkerhetsnivå under de förhållanden som kan komma att råda under perioden 2071–2100. Detta skall jämföras med dagens maximala tappningskapacitet på 1 030 m³/s. För det scenario som ger högst flöde (E/A2) skulle kapaciteten behöva ökas till ca 1 600 m³/s, medan ett klimat enligt scenario H/B2 skulle kräva en ganska liten ökning av tappningskapaciteten för att

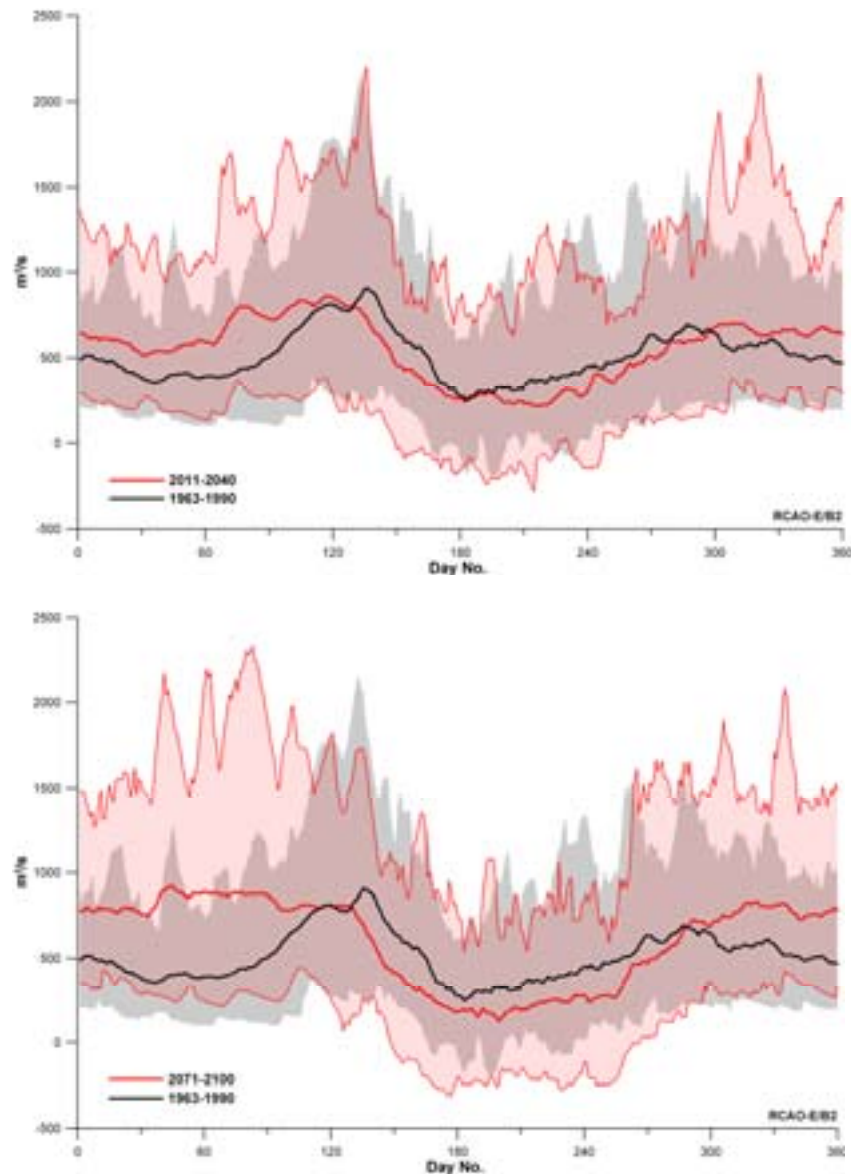
¹ Dimensionerande flöde enligt Flödeskommittén.

bibehålla dagens säkerhetsnivå. Figur 4.12 visar å andra sidan att en bibehållen tappningskapacitet på 1 030 m³/s skulle medföra att Vänerns vattenstånd, i genomsnitt för de fyra klimatscenerierna, stiger med ytterligare ca en halv meter vid de allra värsta översvämningarna. Enligt E/A2-scenariet blir motsvarande höjning ca en meter medan H/B2-scenariet endast ger en höjning av ca 10 cm.

Kontinuerlig förändring av klimatet

För att mer i detalj studera tidsförloppet av förändringen av tillrinningen till Vänern under det kommande seklet har en kontinuerlig klimatsimulering från Rossby Centre använts. Beräkningarna bygger liksom för Mälaren och Hjälmaren på E/B2 scenariot och Rossby Centres regionala klimatmodell och den hydrologiska s.k. HBV modellen. En annan regional modell har dock använts. I Figur 4.13 presenteras en sammanfattning av dessa beräkningar för två tidsperioder, 2011–2040 samt 2071–2100. Som framgår av figuren, sker efterhand en förskjutning av flödena mot vinter och höst samtidigt som den totala volymen ökar och sommartillrinningen minskar.

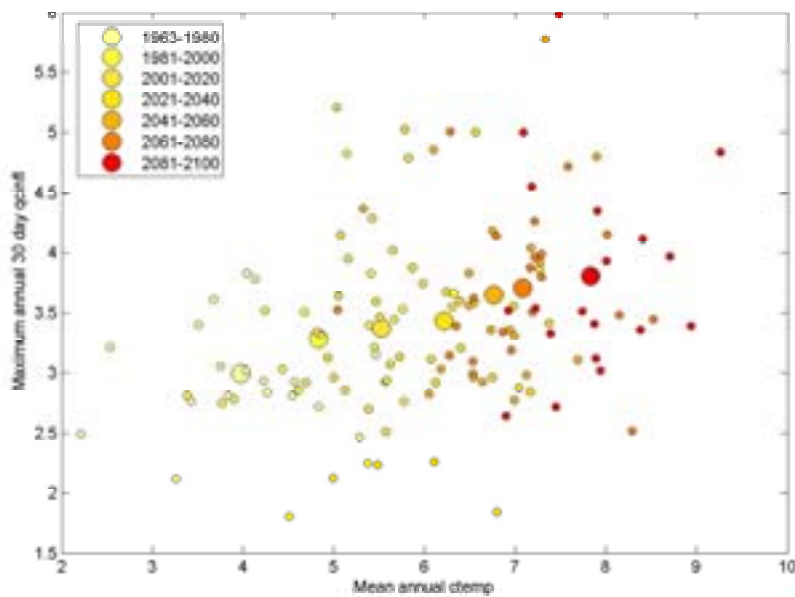
Figur 4.13 Beräknad förändring i årsdynamiken i tillrinningen till Vänern enligt E/B2-scenariet. Sammanfattning för de två tidsperioderna 2011–2040 respektive 2071–2100 i jämförelse med 1963–1990. De yttre begränsningarna avser det högsta och lägsta värdet för respektive dag på året



Källa: Bergström et al., 2006.

I Figur 4.14 visas hur förloppet, uttryckt i maximal tillrinning under 30 dagar, utvecklas efterhand som klimatet ändras. De större cirklarna är medelvärden för olika 20-års perioder och de mindre avser enskilda år. Denna längre periods tillrinning är mer betydelsefull för vattenståndsutvecklingen i Vänern än några enstaka dagar med hög tillrinning på grund av vattensystemets storlek och tröghet.

Figur 4.14 Kontinuerliga förändringar av den maximala tillrinningen till Vänern, under 30 dagar, under olika 20-års perioder baserad på E/B2-scenariet. De större cirklarna är medelvärden för de angivna 20-årsperioderna och de mindre avser enskilda år. På x-axeln anges årsmedeltemperaturen



Källa: Bergström et al, 2006.

Figur 4.14 visar att den beräknade förändringen i den maximala tillrinningen under 30 dagar till Vänern under perioden är nästan linjär, men att spridningen tenderar att öka något efterhand. Det bör dock observeras att denna analys bara baseras på ett klimat-scenario, E/B2.

4.2.2 Översvämningsnivåer som studeras

Vi studerar en 100 års nivå och en dimensionerande nivå

SMHI har genomfört inledande analyser av vad tillrinningen till Vänern kan innebära för vattenstånden i ett framtida klimat. Dessa beräkningar utgör utgångspunkt för de sårbarhetsanalyser vi genomfört. Vi har även för Vänern valt att studera de nivåer på översvämningsnivåer som motsvarar flöden som beräknas återkomma eller överträffas i genomsnitt en gång under 100 år (100 års återkomsttid) samt en ”dimensionerande nivå” motsvarande ett s.k. dimensionerande flöde, se kapitel 2, som rent statistiskt kan förväntas inträffa mer sällan än ca vart 10 000:e år. För den högre nivån har vi särskilt fokuserat på samhällsviktiga funktioner, t.ex. viss infrastruktur som riksvägar och järnvägar, tät bebyggelse, viktigare samhällsservice och industrier.

Nivåerna höjs i takt med klimatförändringarna

SMHI:s beräkningar (Bergström et al, 2006) visar att översvämningsnivåerna, såväl 100-årsnivån som den dimensionerande nivån kommer att öka med tiden och vid slutet av innevarande sekel bedöms den dimensionerande vattennivån i Vänern ha ökat med mellan 0,1 och 1,0 m beroende på vilket klimatscenario som används. Den genomsnittliga ökningen är ca 0,5 m. Vi har valt att fokusera våra studier av hur olika objekt kan drabbas av dels dagens 100-årsnivå, dels en dimensionerande nivå med ett tillägg på 0,5 m för klimatförändringen.

Vi tar hänsyn till vindpåverkan men inte till vågpåverkan

Vänerns storlek gör att sjön är ett mycket trögt system. När ett högt vattenstånd inträtt kommer det därför att dröja månader, innan vattenståndet sjunkit väsentligt. Det är därför sannolikt att det under någon period under en högvattenepisod kan uppstå en betydande vindpåverkan som snedställer sjöytan och lokalt höjer vattenståndet ytterligare. SMHI bedömer att nivåhöjningen kan uppgå till 0,7 m i de mest utsatta delarna av sjön vid kraftig vindpåverkan (Bergström pers. kommunikation). Vi har valt att lägga till 0,6 m för vindpåverkan. Därtill kommer att särskilt utsatta

platser också kan utsättas för vågpåverkan. Vi har valt att generellt inkludera effekterna av en snedställning av sjöytan vid analysen av vilka skador som kan uppstå. Vågornas inverkan går inte att generalisera eftersom deras effekt varierar starkt beroende av strandavsnittets utsatthet och bottenpografi. Generellt har vi inte kunnat ta hänsyn till vågornas effekt, på grund av svårigheter att bedöma strandprofil, bottenpografi och andra lokala förhållanden.

Vi räknar med +46,5 m för en "100-årsnivå"

Uppgifterna om Vänerns 100-årsnivå varierar. Vi har för Vänern använt nivåer enligt höjdsystemet RH70. För dagens klimat och med dagens vattendom beräknades (Schröder, 2003) en 100-årsnivå till mellan +45,69 m och +45,83 beroende på om år 2000 och 2001 användes i beräkningarna eller ej. Maxnivån år 2000/2001 var +45,67 m. SMHI har bedömt detta som ungefärligen en 150-årsnivå. Senare genomförda preliminära analyser på SMHI tyder på en 100-års nivå på +45,58 m. Vi räknar med att vindpåverkan kan höja vattenståndet med ytterligare 0,6 m. Vi hamnar då på nivåer mellan ca +46,3 och +46,5 m för ett 100-årsflöde i dagens klimat. Tidigare sammanställningar av effekter av översvämningar som gjorts av länsstyrelserna i Värmlands och Västra Götalands län i samband med översvämningarna 2000/2001 fokuserade bl.a. på nivåerna + 46,0 m och +46,5 m. Med hänsyn till behoven av en snabb kartläggning av effekter av översvämningar och de osäkerheter, t.ex. i höjddata, som är förknippade med bedömningar av sådana, har vi valt studera nivån +46,5 m som en "100-årsnivå" i dagens klimat.

Enligt de scenarier som finns tillgängliga för ett framtida klimat är risken för att 100-årsnivån kommer att höjas i framtiden stor. Den nivå vi nu räknar med som en 100-årsnivå kommer därmed att vara för låg för att spegla verkligheten mot slutet av seklet. Beräkningar gjorda av SMHI visar att den nivå som idag är en 100-årsnivå om 100 år enligt ett genomsnitt av klimatscenerierna har en återkomsttid på ca 20 år. Detta är en dramatisk förändring jämfört med idag.

Vi räknar med +47,4 m som högsta vattenstånd eller ”dimensionerande nivå”

Elforsk har gjort bedömningen att Flödeskommitténs riktlinjer inte är helt tillämpbara för Vänern (Elforsk, 2005). Med dessa riktlinjer som grund för beräkningar skulle ett dimensionerande flöde bara nå en nivå av +45,26 m, en nivå som överskridits flera gånger under 1900-talet. Vattenfall räknar för sina dammanläggningar vid Vargön på ett annat sätt där hänsyn tagits till händelserna år 2000/2001 och kommer då fram till nivån +46,20, som är betydligt rimligare enligt SMHI (Bergström, 2006). Med hänsyn också till vindpåverkan räknar Vattenfall med att anläggningen bör säkras till nivån $+46,2+0,7\text{m}=+46,9\text{ m}$.

Vi har bedömt det som rimligt att studera effekter vid en dimensionerande nivå som kan bli verklighet i ett förändrat klimat mot slutet av seklet. De värsta flödena bedöms av SMHI (Bergström et al, 2006) då öka så att ytterligare +0,5 m behöver läggas till dagens nivå. Vi hamnar då på nivån +47,4 m. Detta grundas på ett medelvärde av utfallen av de 4 olika klimatscenarier vi använt och som beräknats med 2 olika globala klimatmodeller och 2 olika antaganden om framtidens utsläpp av växthusgaser.

Maximal tappning i Göta älv betydligt vanligare i framtiden

Enligt SMHIs beräkningar av Vänerns vattennivåer i ett förändrat klimat och med nuvarande utskov blir det betydligt vanligare med så höga nivåer på Vänern att maximal avtappning ska ske enligt nuvarande vattendom. Det antal dagar/år då maxtappning måste tillgripas beräknas idag vara ca 1,5 dag/år. Enligt beräkningarna blir det i ett förändrat klimat avsevärt mycket oftare som maximal tappning kommer att krävas om dagens vattendom och tappningsstrategier bibehålls.

*Slutsatser om nivåer***Tabell 4.7 Vattennivåer i Vänern enligt RH 70. Gråmarkerade fält är de nivåer som studerats i utredningen**

	Normal- vatten- stånd i dag	Högsta nivå vid över- svämningarna år 2000/2001	100 års- nivå i dagens klimat	100 års nivå i framtida klimat	Dimensio- nerande nivå i dagens klimat	Dimensio- nerande nivå i förändrat klimat
	44,54 m	44,87 m				
utan vind- påverkan	-		45,8–46,1		46,2	46,7 m
med vind- påverkan	-		46,5 m		46,9	47,4 m

I sammanhanget är det av betydelse att komma ihåg att Vänerns vattenyta över tiden tippar mot söder på grund av att landhöjningen är större i norr än i söder. Skillnaden uppgår till ca 0,8 mm/år och på hundra år rör det sig således om ca 8 cm.

4.2.3 Konsekvenser av översvämningar i Vänern – Sjöfart, hamnar, vägar och järnvägar

Konsekvenser för sjöfarten

Vid en vattennivå kring motsvarande en 100-årsnivå (+46,5 m) tvingas Vänersjöfarten ställas in helt. Konsekvenser för hamnanläggningar runt Vänern uppstår redan vid en vattennivå kring +46,0 m. I bl.a. Lidköping, Mariestad, Otterbäcken och Åmål översvämmas kajer och vissa byggnader och lagerlokaler och sjöfarten får inställas. Slussen vid Brinkebergskulle i Trollhätte kanal riskerar överspolas och vägen fram till slussen får stängas av. Zink och bly riskerar rinna ut i Vänern då zinkmagasinet i Otterbäckens hamn vattenfylls. Den industri runt Vänern som är beroende av sjöfarten riskerar att stoppas.

Vid ett dimensionerande flöde drabbas hamnanläggningar och i anslutning till dessa belägna byggnader och infrastruktur av omfattande skador och miljöpåverkan från föroreningar i hamnområdena kan bli betydande.

Konsekvenser för järnvägar

Banverket har på utredningens uppdrag studerat konsekvenserna för järnvägarna i området vid olika översvänningsnivåer. Vattentytans nivå påverkar generellt tågtrafiken enligt tabellen nedan.

Tabell 4.8 Generella konsekvenser av olika vattennivåer

Vattentytans nivå under rälsöverkant	Konsekvenser
0–0,4 meter	Tågstopp
0,4–1,2 meter	Sänkt hastighet 40–140 km/h (vattennivåberoende)
>1,2 meter	Ingen påverkan

Källa: Banverket, 2006.

Vid 100-årsnivån +46,5 m uppstår belastningsproblem på *Norge-Vänerbanan* och hastighetsnedsättning bedöms bli aktuellt på delar av banan. Om jordbrukets fördämningar som skyddar *Värmlandsbanan* ger vika krävs hastighetsnedsättning för banan. Trummor och broar har ansträngda förhållanden. På såväl *Kinnekullebanan* som *Älvsborgsbanan* bedöms ingen trafik kunna ske. Kinnekullebanan kommer att vara översvämmad vid Lidköping och på ett flertal ställen mellan Lidköping och Hasslerö, norr om Mariestad. Älvsborgsbanan kommer att vara översvämmad vid Vänersborg och Dättern som är en vik av Vänern. Sträckan utmed Dättern bedöms av Länsstyrelsen i Västra Götaland endast klara ca +45,5 m eftersom skador på jordbrukmarksinvallningar kan leda till översvämningar.

Vid nivån en dimensionerande nivå (+47,4 m) kommer endast mycket begränsad järnvägstrafik med bevakning vid hårt ansträngda partier vara möjlig på Väner-Norgebanan och Värmlandsbanan. Bl.a. sträckan mellan Karlstad C och Karlstad Ö har då mycket ansträngda förhållanden. Någon omledningsmöjlighet för godstrafiken till Grums finns inte om vattennivån når över +47,0 m. För godstrafik till Skoghall finns inga möjligheter till omledning vid vattennivå över +46,5 m.

Banverket bedömer med stöd av erfarenheterna från översvämningen i Värmland 2001 att det med stor sannolikhet även kommer att finnas, ställen utmed respektive bansträckning, som redan vid lägre nivåer kommer att ha problem med bärighet, hårt ansträngda trummor och erosion. Vi bedömer det därför som

sannolikt att i princip all järnvägstrafik i Vänerområdet utslagen vid dimensionerande nivå.

Konsekvenser för vägar

Vid vattennivåerna +46,5 berörs ett flertal vägar. Det gäller framför allt områdena Sjuntorp-Trollhättan-Vänersborg, Kållandsö, Lugnås-Mariestad-Torsö, Visnums Kil-Kristinehamn, Karlstad-Skåre, Vålberg-Grums-Säffle och Tösse-Melleryd (Se Figur 4.15 nedan)

Figur 4.15 Vägsträckor (rödmarkerade) runt Vänern som hotas av översvämning vid en nivå av +46,5 m



Källa: Vägverket, 2006.

Många av vägarna passerar också tillflöden till Vänern och broar och trummor kan drabbas av skador och igensättningar. I samband med översvämningarna 2001 i Värmland och Västra Götaland skadades ett 20-tal vägsträckor på det statliga vägnätet. Därtill skadades många kommunala och enskilda vägar. Vägverket uppskattade de totala kostnaderna för att återställa vägarna till ca 150 miljoner kronor (Vägverket, 2001).

I samhällena runt Vänern drabbas många kommunala gator och vägar. Karlstad och Lidköping hör till de orter som kan drabbas hårdast. Dessutom drabbas många enskilda mindre vägar. Omledning och konsekvenser i form av förlängda restider och transporttider för gods samt kostnaderna för detta diskuteras vidare i avsnitt 4.2.10.

Vid en dimensionerande nivå (+47,4 m) blir ännu fler vägar översvämmade och stor påverkan uppstår lokalt på kommunala vägar och gator i de flesta större samhällen såsom Karlstad, Åmål, Vänersborg, Mariestad och Lidköping. Flera broar i Vänersborg drabbas också. Vid denna nivå blir genomfartsvägen i Kristinehamn, riksväg 45 i Åmål liksom E18 genom Karlstad översvämmade. Omledning av trafiken blir i vissa fall inte möjlig, i andra fall kan långa omvägar, bitvis på vägar som inte är dimensionerade för större trafikflöden bli nödvändiga.

4.2.4 Konsekvenser av översvämningar i Vänern – Bostäder, offentlig verksamhet och andra byggnader

Konsekvenser för bostäder och andra byggnader vid 100-årsnivå

Vid en 100-årsnivå uppstår omfattande skador på bebyggelsen i flera samhällen och städer såväl som på landsbygden. Alla större samhällen vid Vänern drabbas i någon utsträckning, se bilaga 3. Baserat på de översiktliga översvämningsskarteringarna och fastighetskartor drabbas Karlstad värst med över 600 000 m² drabbad byggyta i kategorin bostäder, lokaler och service. Därefter följer Lidköping med ca 240 000 m². Därtill kommer stora ytor av annan bebyggelse som också drabbas. Även Kristinehamn, Vänersborg, Mariestad och Hammarö drabbas i betydande utsträckning. Totalt bedöms runt Vänern bostadshus, lokaler och service med en byggyta motsvarande drygt 1,2 miljoner m² drabbas vid en översvämning motsvarande en 100-årsnivå. Vidare uppskattas nära

1,5 miljoner m² annan bebyggelse som industrilokaler ställas helt eller delvis under vatten.

Konsekvenser för offentliga verksamheter vid 100-årsnivå

Baserat på tillgängligt underlag tycks det främst vara offentliga byggnader i Karlstad och Kristinehamn som drabbas vid en hundraårsnivå. I Karlstad bedöms biblioteket, stadshuset och teatern bli helt eller delvis översvämmade. I Kristinehamn drabbas folkets hus, en förskola samt konferens- och affärslokaler. Från Lidköping som också drabbas hårt har vi inte erhållit några uppgifter uppgifter.

Konsekvenser för bostäder och andra byggnader vid den dimensionerande nivån

Vid en dimensionerande nivå drabbas bostadsbebyggelse i alla kommuner runt Vänern. Skador i central stadslik bebyggelse uppstår bl.a. i Karlstad, Lidköping, Vänersborg, Kristinehamn och Mariestad. Värst drabbas troligen Karlstad där bostäder för upp till 25 000 människor kan drabbas bara i centrala staden (Karlstad kommun, 2006). I Vänersborg och Mariestad kan byggnader med en area på ca 150 000 m² per stad drabbas enligt kommunernas egna beräkningar.

Figur 4.16 Drabbade områden i Kristinehamn (blå linje) vid översvämning motsvarande en dimensionerande nivå



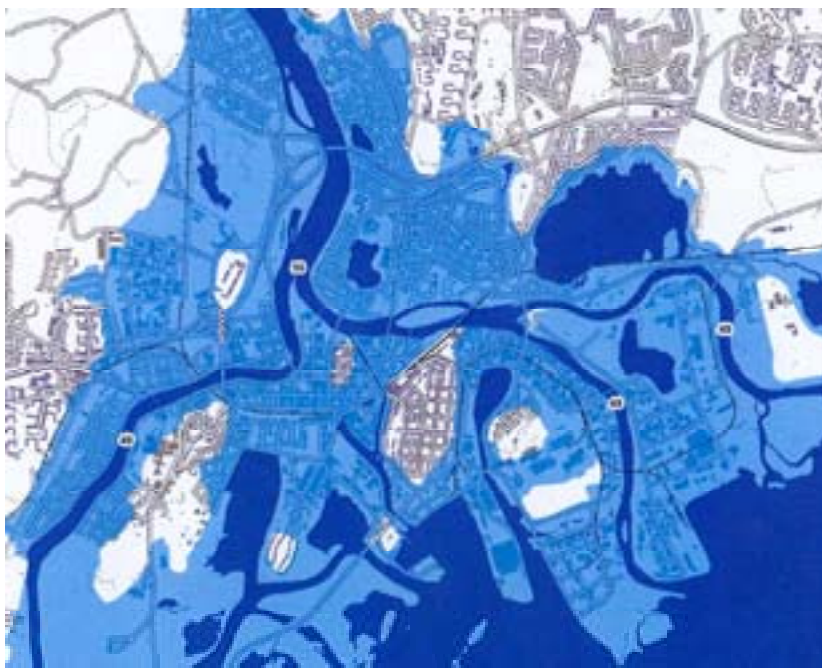
Källa: Länsstyrelsen i Värmlands län, 2006.

Många andra samhällen som Åmål, Hammarö, Otterbäcken, Hällekis, Sjötorp och Nordskog liksom glesare bebyggelse drabbas längs hela Vänerns kust. Nicolaikyrkan, Gamla Rådhuset och flera andra byggnader med kulturhistoriska värden hotas i Lidköping. Även på andra håll hotas många kulturhistoriskt intressanta byggnader.

Offentliga byggnader vid en dimensionerande nivå

Vid en dimensionerande nivå kommer stora delar av centrala Karlstad att täckas av vatten.

Figur 4.17 Översvämmade områden i centrala Karlstad vid en översvämning motsvarande dimensionerande flöde (nivån +48,0 m används i kartan men denna avviker inte väsentligt från +47,4 m)



Källa: Karlstads kommun, 2006.

Höga vattenflöden i Klarälven kan förväntas höja vattennivån ytterligare längs Klarälvens olika grenar (se Figur 4.17). Stora Torget kan förväntas stå under 1,5–2 m vatten. Delar av central-sjukhuset, reningsverk, länsalarmeringscentral och blivande ambulansgarage kommer att stå under vatten. Kommunens, länsstyrelsens och landstingets administration och datacentral kommer att översvämmas. Till detta kommer omfattande översvämningar av källarplan (Karlstads kommun, 2006). I Vänersborg drabbas Tingsrätten, Länsstyrelsen, Vägverket, Svensk bilprovning, en idrotts-hall, en förskola, järnvägsstationen och Kustbevakningens kontor. I

vilken omfattning är dock oklart. I Mariestad ställs fängelset, polisstationen, länsstyrelsen, järnvägsstationen och stadsbiblioteket delvis under vatten och kommunens IT-nätverk riskerar slås ut. Även i Åmål drabbas några byggnader med offentlig verksamhet. Underlag saknas från några kommuner som kan drabbas hårt, bl.a. Lidköping.

4.2.5 Konsekvenser av översvämningar i Vänern – Industrier och förorenad mark

Konsekvenser för industrier

Utredningen har uppdragit åt SWECO VBB att bedöma konsekvenser vid industrier kring sjöarna (SWECO, 2006). SWECO har gjort en enkätundersökning till företag runt Vänern. Undersökningen visar att viktiga basindustrier som Skoghalls och Gruvöns bruk räknar med stora och kostsamma konsekvenser redan vid en 100-årsnivå. En rad mindre industrier räknar också med att påverkas men i allmänhet i mindre omfattning. Många industrier har inte givit något underlag och det är sannolikt att avbrott i transportsystemen kan påverka många industrier negativt, vilket gör att konsekvenser och kostnader är underskattade. Elavbrott, inskränkningar i transporter mm kan ytterligare förvärra situationen. Två varv i Sjötorp och på Kållandsö riskerar hamna under vatten vid nivåer lägre än de som motsvaras av en 100-årsnivå. Konsekvenserna innefattar också avbrott i funktion av oljeavskiljare och annan diffus spridning av olika föroreningar ut i Vänern.

Vid en dimensionerande nivå blir konsekvenserna för industrier kring sjön än större med produktionsbortfall, skador på lager mm. Kostnadsberäkningar har utförts av SWECO och redovisas i kapitel 4.2.10. Sannolikt påverkas även övrigt näringsliv mycket negativt då en stor del av transportapparaten kan förväntas vara ur funktion. Det är oklart om grundläggande samhällsfunktioner som livsmedelsförsörjning kan klaras via normala distributionskanaler. Vi har dock inte kunnat utföra några mer detaljerade studier av sådana konsekvenser.

Konsekvenser för förorenad mark

I sin studie i samband med översvämningarna 2000/2001 identifierade länsstyrelsen i Värmlands län 68 förorenade områden som skulle kunna drabbas av översvämningarna. För 21 av dem bedömdes risken för utlakning av föroreningar vid översvämning vara stor. Gruvöns bruk, Skoghalls bruk och ett antal deponier är bland dem som bedöms översvämmas och ge de allvarligaste konsekvenserna. Länsstyrelsen bedömer att utläckage av bl.a. oljor, PAH, svavel och kvicksilver kan ske (Länsstyrelsen i Värmlands län, 2000). Även i övrigt bedöms föroreningarna kring Vänern främst utgöras av icke vattenlösliga tungmetaller, tunga kolväten samt delvis vattenlösliga oljeföroreningar. Riskerna för och effekterna av föroreningsspridning är i de flesta fallen osäkra. Flera objekt ligger inte inom omedelbart riskområde för översvämning vid en höjning av Vänerns vattennivå till kring + 46,5 m. Dock ligger sannolikt flera föroreningar djupt i jordlagren vilka redan ligger, eller riskerar, att hamna under vattenytan. Osäkerheten beträffande miljöpåverkan består bland annat i att en översvämning kan innebära att vatten kommer i kontakt med föroreningar, främst vattenlösliga oljeföroreningar, trots att markytan inte översvämmas. Största miljörisken bedöms emellertid uppkomma då Vänerns vattennivå sjunker igen efter en översvämning, med risk för urtvättning av finmaterial dvs. även icke vattenlösliga föroreningar.

Tabell 4.9 Kommuner som har industrier/deponier vilka löper stor risk att förorena vid en översvämning

Kommun	Verksamhet	Kommentar
Åmål	ÅSI-produkter	(osäkert, gammal verksamhet)
	Ahlmarks Oljedepå	(olja)
Lidköping	Västa och Östra hamnen	(olja samt tungmetaller)
Säffle	Peterson	(olja samt kvicksilver)
Mariestad	Gamla staden	(olja)
Gruvöns	Gruvöns bruk och fabriksområde	(avlopp och kemikalier)
Hammarö	Skoghall bruk	(kemikalier)
	Vidön	(kvicksilver m.m.)
	Arnholmsviken	(kvicksilver)
Karlstad	Svenska Rayon	(kvicksilver)
	Norsälvens sågverk	(tungmetaller)
	Gasverket Yttre Hamnen	(tungmetaller)
	Gamla oljehamnen	(olja, tungmetaller)
	Kalvholmen	(olja och tungmetaller)
	Heden&Lamberget	(tungmetaller)
	Orrholmen	(olja och tungmetaller)
Zakrisdal	(tungmetaller)	
Kristinehamn	Kristinehamns hamn	(olja)

Källa: Länsstyrelsen i Värmlands län, 2000.

Dessutom finns ett antal platser med mindre risk för att föroreningar kommer ut vid en översvämning. Vid en dimensionerande nivå skulle problemen som uppstår vid ett 100-årsnivå accentueras, då vattenmassorna täcker ett större geografiskt område samtidigt som översvämningens varaktighet förlängs.

För att förbättra kunskapen om risker i samband med översvämning av översvämmad mark generellt har utredningen uppdragit åt SGI att kartlägga och bedöma riskerna för förorenings-spridning vid översvämningar. Utredningen avser hela landet och

en delrapport skall presenteras till årsskiftet. Vi avser återkomma till dessa frågor i vårt slutbetänkande.

4.2.6 Konsekvenser för energi-, vatten- och avloppsförsörjning

Konsekvenser för avloppsreningsverk

Kommunala avloppsreningsverk är ofta lågt belägna då man strävar efter att avloppsvattnet i så stor utsträckning som möjligt med självfall ska kunna rinna till anläggningarna. Anläggningarna är därför i flera fall känsliga för översvämningar i Vänern. Flera av de kommunala avloppsreningsverken i Värmland län har betydande problem vid kraftig nederbörd och höga vattenstånd. Ett övergripande problem är att belastningen på ledningsnäten ökar som en följd av höga vattennivåer och att pumpstationer överbelastas.

Vid en 100-årsnivå kan flera avloppsreningsverk kring Vänern drabbas av betydande problem. I Åmål och Gullspång kan avloppsreningsverken få problem med elförsörjning redan vid nivå +46,0 m. Götenes avloppsreningsverk får stora problem redan vid nivå +46,0 m och kommer att svämmas över vid nivå +46,5 m. I Mellerud slås det kemiska reningssteget ut vid en nivå +46,0 m. Vid nivå +46,5 m svämmas även delar av Mariestads avloppsreningsverk över. I Grums kommun drabbas samtliga pumpstationer till reningsverket vid Slottsbron och avloppet bräddas. Avloppsreningsverken vid Borgvik och Segmon kan också förväntas träda ur funktion och reningsverket vid Ängudden får problem (Länsstyrelsen i Värmland, 2000). I Hammarö kommun väntas problem med VA anläggningar i stora delar av kommunen vid nivå +46,5 m. Orenat avloppsvatten från Skoghalls tätort bräddas till Vänern redan vid nivå +45,3 m. I Karlstads reningsverk (Sjöstad) kan reningen försämrats men anläggningen kan sannolikt drivas vidare. Även i Kristinehamn kan reningsverket slås ut. Om reningsverk och avloppsnät på detta sätt skadas eller slås ut kommer stora mängder avloppsvatten att bräddas och detta vatten kommer förr eller senare att nå Vänern men kan också svämma över källare i bostäder och hos andra brukare med stora ekonomiska förluster som följd.

Vid en dimensionerande nivå accentueras problemen. Karlstads reningsverk (Sjöstad) kommer då att översvämmas. I Kristinehamn

skulle avloppsreningsverket stå under upp till 1 m vatten. I Mariestad ställs avloppsreningsverket och flera pumpstationer under vatten. För att undvika eller åtminstone minska skadorna skulle omfattande åtgärder, t.ex. invallningar mm krävas. Liknande konsekvenser kan väntas vid flera av avloppsreningsverken runt sjön, bl.a. kan båda avloppsreningsverken i Lidköping också slås ut. Stora mängder orenat avloppsvatten kommer då att bräddas från ledningsnät och avloppsreningsverk.

Konsekvenser för vattenförsörjningsanläggningar

Översvämning i Vänern motsvarande en 100-årsnivå skulle allvarligt störa dricksvattenförsörjningen i Vänerområdet. Om avloppsvatten bräddas orenat till Vänern samtidigt som jordbruksmark, industrier och förorenad mark svämmas över kan läckage av föroreningar allvarligt störa råvattenkvaliteten bl.a. genom ökad näringstillförsel och risk för algblomningar. Om miljögifter och hormonellt påverkande ämnen kommer ut i sjön kan de finnas kvar i sjön under en lång tid och medföra stora skador. Vänern är naturligt näringsfattig och därför mer känslig för miljögifter än mer näringsrika sjöar. Starkt förorenat råvatten, t.ex. mikrobiellt eller kemiskt, innebär allvarliga komplikationer för vattenverken och skulle hota vattenförsörjningen även om verken inte svämmas över. Utläckage av avloppsvatten eller gödsselförorening är dock de allvarligaste hoten. Existerande skyddsåtgärder kan endast till en viss del begränsa skadeverkan från dessa föroreningar. Vattenförsörjningen via ett stort antal enskilda brunnar riskerar också att drabbas i hela Vänerområdet (Göteborgs VA-verk, 2006).

Vissa av vattenverken har tillgång till reservvattentakter vid en översvämning, eller förorening till följd av översvämning. Kapaciteten är dock i flera fall otillräcklig för långvariga avbrott i råvattenförsörjningen från Vänern. Flera vattenverk i området har tillgång till reservkraft men i vissa fall saknas sådana resurser. Skyddsåtgärder mot översvämningar har vidtagits på några ställen och beredskap finns för ytterligare åtgärder. Melleruds vattenverk (Vita Sannar) kan t.ex. genom att höja en skyddsmur ytterligare klara även en dimensionerande nivå. Vattenverket i Mariestad (Lindholmen) genomför nu också åtgärder i syfte att klara en dimensionerande nivå. Lidköping vattenverk (Lockörn), som även

delvis försörjer Grästorps och Vara med vatten, bedömer inte att de kommer att ha några problem med dricksvattenförsörjningen.

Risken för att föroreningar allvarligt påverkar dricksvattenförsörjningen ökar markant vid en dimensionerande nivå då flera områden med förorenad mark förväntas översvämmas. Störst bedöms risken vara då Vänerns vattenyta sjunker igen. Då kan finmaterial och icke vattenlösliga föroreningar lakas ut. Flera vattenverk riskerar slås ut vid ett dimensionerande flöde. Rörvik och Skräcklan vattenverk (Vänersborg) skulle bli helt utslagna. I Karlstad påverkas vattenförsörjningen för 75–80 000 personer då råvattenintaget i Kattfjorden kan förväntas vara påverkat av olika utsläpp.

Konsekvenser för energiförsörjningsanläggningar

El- och värmeförsörjningen kan väntas drabbas i förhållandevis begränsad utsträckning vid översvämningar motsvarande en 100-årsnivå (+46,5 m). Elstamnätet och de anläggningar som hör till detta väntas inte drabbas. (Svenska Kraftnät, 2006). Lokala elnät och några värmeproduktionsanläggningar kan drabbas i begränsad omfattning. Hur allvarliga konsekvenserna blir varierar. Ett 10-tal nätstationer i Karlstad ligger i farozonen vid en 100-årsnivå. Om dessa inte kan skyddas riskerar delar av Karlstads strömförsörjning att slås ut. Karlstads Elnät AB bedömer att man totalt skulle få 60 nätstationer, 336 kabelskåp samt 2 144 uttagpunkter utslagna. Vattenfall som har både region- och lokalnät bedömer att själva ledningsnäten kan motstå översvämningar upp till dessa nivåer med mycket begränsade skador som följd. Markbundna transformatorstationer i både region- och lokalnäten, liksom ett antal kabelskåp, slås dock ut och kommer att åsamkas bestående skador om de ställs under vatten. Vattenfalls lokala elnät riskerar att drabbas av elavbrott. Kristinehamns Elnät AB får tre eller fyra nätstationer samt ett antal kabelskåp utslagna. Driften förväntas dock kunna upprätthållas med tillfälliga invavallningar i känsliga områden.

Vid en dimensionerande nivå finns risk för att flera värme- och kraftvärmeverk påverkas både direkt och genom problem med bränsleleveranser. Kraftvärmeverket i Lidköping och värmeverket i Vänersborg är ett par av verken där driften kan påverkas.

Stora konsekvenser kan förväntas på många håll runt Väneren då ett antal transformatorstationer och elförsörjningen kan slås ut i

betydande områden, bl.a. i Karlstadsområdet, Kristinehamn och Mariestad.

Telekommunikationer

Telekommunikationsutrustning och IT-nätverk kan också slås ut även om elförsörjning skulle finnas på grund av inträngande vatten. Bl.a. finns risk att vissa kommunala intranät slås ut.

4.2.7 Konsekvenser av översvämningar i Vänern – areella näringar

Konsekvenser vid 100-årsnivå för lantbruket

I Västra Götaland finns ca 40 invallningsföretag vid Vänern. Ungefär lika många finns i Värmland. Redan vid nivån +45,5 m bedöms flera invallningar brista om inte vatten medvetet släppts in för att reducera trycket på vallarna. Sådana skador uppstod också vid översvämningarna år 2000–2001. Vid högre nivåer kommer stora arealer att ställas under vatten. Totalt bedöms ca 5 500 ha åker bli översvämmade vid nivån +46,5 m, se bilaga 3, om invallningarna inte håller. Ytterligare stora arealer förväntas bli svåra att bruka på grund av att höga grundvattennivåer omöjliggör jordbruk. Skador uppkommer också på dräneringar, skyddsvallar och vägar och återställning av dessa kan bedömas bli kostsamt och kan förväntas ta många månader eller år. Förutom detta kan det antas att ett stort antal gårdar kan komma att drabbas av problem med transporter till och från samt inom fastigheten, elavbrott kan också drabba gårdar. Detta kan förutom avbrott i leveranser av produkter från gårdarna också leda till skador på djurbesättningar och lager av olika slag.

Konsekvenser vid dimensionerande nivå för lantbruket

Konsekvenserna för lantbruksnäringen kring Vänern i form av skador på vägar, dränering och skyddsvallar bedöms bli svåra med följd effekter för transporter, djurbesättningar och lager. Mycket få om några invallningar bedöms klara denna nivå. Avbrott i produktionen av djurfoder som sker på översvämningshotade platser i Lidköping och Hällekis kan allvarligt störa foderförsörjningen för

stora delar av Syd- och Mellansverige. Totalt bedöms vid denna nivå nära 9 500 ha åker läggas under vatten. Ytterligare stora arealer kan bli omöjliga att bruka. Skördebortfall kan uppstå flera år i följd på de värst drabbade markerna.

Konsekvenser för fisket

Fiskehamnarna får problem redan vid nivåer kring +45,30. I Spikens fiskehamn, på Kållandsö och vid Lidköping får fiskebåtarna svårt att förtöja. Vid +46,0 m ställs fiskehamnarna och vissa tillfartsvägar under vatten (Länsstyrelsen i Västra Götaland, 2006). Långvariga översvämningar som på detta sätt stoppar fisket kan leda till stora inkomstbortfall för enskilda fiskare. Vid en dimensionerande nivå förväntas fisket drabbas av ett långvarigt uppehåll, sannolikt många månader. Fisket kan också komma att påverkas genom påverkan från föreningar av olika slag. Fiskets infrastruktur kan komma att till stora delar slås ut.

Konsekvenser för skogsbruket

Vid en 100-årsnivå bedöms ca 13 000 skogsmark runt Vänern svämmas över medan arealen ökar till nära 21 000 ha vid en dimensionerande nivå. Om översvämningen inträffar under vegetationsperioden och blir långvarig kan effekterna bli stora med skogsdöd som följd. Under översvämningen av Vänern vintern 2000/01 där vattnet stod meterhögt i strandskogen under december till mars dog granbestånd här och var, dock på mindre än 10 % av den översvämmade arealen. Barken hos vissa exponerade lövbestånd skadades mekaniskt av isflak efter några dagar med pålandsvind. De direkta skadekostnaderna i form av förlorad skogsproduktion kan bli betydande särskilt vid en översvämning upp till dimensionerande nivå. Om Vänern har haft ett vattenstånd på +47,4 m i några veckor är det sannolikt att en lägre men fortfarande förhöjd vattennivå (+46,5 m) kvarstår under längre tid – kanske tre-fyra månader – som kan orsaka stora skador om den inträffar under vegetationsperioden. I värsta fall kan all skog dö på hela arealen som översvämmas vid +46,5 m-nivån och över denna nivå får man en tillväxtförlust.

4.2.8 Konsekvenser av ras, skred och översvämningar i Göta älv vid ett förändrat klimat

I detta avsnitt beskrivs översiktligt de generella riskerna som finns idag och som förvärras vid ett förändrat klimat samt konsekvenserna i Göta älvdalen. Konsekvenserna är dock starkt beroende av hur tappningen från Vänern genom Göta älv förändras. Konsekvensen av att öka maxtappningen från dagens tillåtna 1 030 m³/s till 1 400 m³/s beskrivs i avsnitt 4.4.4 nedan. Detta gäller såväl översvämningar som ökning av ras- och skredrisker.

Tillrinningen till Vänern kommer att öka i ett förändrat klimat. Tillrinningen kommer att följa en ny årstidsrytm med mer instabila vintrar och högre vintertillrinning, samtidigt som tillrinningen sommartid blir lägre än idag, jämför avsnitt 4.2.1. Totalt sett kommer tillrinningen att öka, liksom nederbörden i själva Göta älvdalen. Med dagens tappningsstrategi kommer det att bli betydligt vanligare med maxtappning jämfört med nuläget. Frekvensen beräknas öka från i genomsnitt 1,5 dagar per år till i snitt ca 60 dagar per år om 100 år. En förändring av tappningsstrategin kan dock till en del förändra denna bild.

Översvämningar vid ett förändrat klimat

Några nya översvämningskarteringar och generella konsekvensbedömningar av dessa likt dem vi gjort för Vänern har vi inte tagit fram för Göta älvdalen. Ett problem är att höjddata för Göta älvdalen är mycket osäkra. Exempel på effekter med dagens maxflöden i älven beskrivs nedan.

Kostnaderna för översvämningar av industrier längs Göta älv har också beräknats och angivits till ca 1 miljard kronor vid ett 100-årsflöde. Detta är dock en mycket osäker skattning (SWECO, 2006).

I Trollhättan läcker olja ut från förorenad jord och det finns även risk för utläckage av tungmetaller vid en nivå som uppstår redan vid det idag tillåtna maxflödet 1 000 m³/s.

Ett problem som kommer att bli mer allvarligt vid ett förändrat klimat är kombinationen av höga havsnivåer och höga flöden i Göta älv. Detta drabbar i princip hela området nedströms Lilla Edet, där omfattande översvämningar kan drabba både bebyggelse och infrastruktur.

Göteborgs stad har kartlagt sårbarheten för extrema vädersituationer (Göteborgs stad, 2006). På lång sikt ökar riskerna av extrema väderhändelser för Göteborg kraftigt. Ett förändrat klimat med en förhöjning av havsnivån ger den allvarligaste riskökningen. En höjning av havsnivån på 0,9 m tillsammans med en ny storm likt "Gudrun" får mycket stora konsekvenser för den havsnära liksom den låglänta bebyggelsen utmed älven i centrala staden. Nuvarande säkerhetsnivåer är inte tillräckliga för ett sådant scenario.

Stora delar av centrala Hisingen och centrala staden kommer att påverkas i ett sådant scenario. Om alla områden som ligger under denna nivå skulle få en total skada är det betydande värden som går till spillo. Enbart dagens marknadsvärde på befintliga hus och fastigheter skattas till 28 miljarder kronor. Till denna summa skall läggas kostnaderna för infrastrukturen som troligen rör sig om 2–3 gånger mer. Dessutom finns kulturvärden m.m. i det centrala Göteborg som inte går att skatta i pengar.

Göteborgs vattenförsörjning är redan idag störd av stängningar av råvattenintaget i Göta älv. De senaste åren har intaget varit stängt en fjärdedel till en tredjedel av tiden. Huvuddelen av stängningstiden orsakas av mikrobiologiska kvalitetsstörningar. Klimatförändringarna bedöms ge större risk för sämre råvattenkvalitet som följd av:

- större sannolikhet för avspolning av betesmark med djurspillning eller naturgödsel,
- större sannolikhet för bräddningar och nödavledning av avloppsvatten uppströms råvattenintaget,
- ökande sannolikhet för skred på grund av nivåvariationer i älven ger en högre grumlighet i älvvattnet och spridning av miljöförorenande ämnen ackumulerade i skredområden,
- större sannolikhet för översvämning av jordbruksmark och industrimark intill älven med utsläpp av sjukdomsalstrande och andra oönskade farliga ämnen i älven,
- fler saltvattenuppträngningar.

Avlopps nätet, eldistributionen och fjärrvärmenätet är också sårbara för höga vattenstånd.

Vid ett 100-årsflöde i älven samt en havsnivåhöjning med 0,9 m kommer 20 % av stadens gator att ligga under vatten. Ting-

stadstunneln och Götaleden är inte byggda för att klara en sådan nivå.

Härtill kommer ökad erosion, långsiktig sättning samt risk för skred och ras. I sammanhanget står också klart att detta ökar den redan höga risknivån för vattenförsörjningen.

Konsekvenser av skred

Sveriges geotekniska institut (SGI) har på utredningens uppdrag studerat risken för ras, skred och ökad erosion i Göta älvdalen vid ett förändrat klimat (SGI, 2006).

Inom Göta älvdalen är förekomst av kvicklera vanligt. Kvicklera är lera som vid störning förlorar sin hållfasthet och blir flytande. Försämrad stabilitet inom kvicklereområden, t.ex. vid ökad erosion i samband med ökad vattenströmning eller fartygstrafik, kan innebära att ett litet initialt skred kan spridas med fler och större skred som följd. Dessa skred kan påverka stora områden. Konsekvenserna av ett sådant skreds utbredning kan bli mycket omfattande för samhälle, infrastruktur, sjöfart, vattenkraftverk, m.m.

Mindre skred förekommer ofta i Göta älv och sker då främst på icke erosionskyddade slänter i biflöden, ovanför erosionskydden närmast älven eller i den undervattenslänt som kan finnas mellan strandlinjen och djupfåran. Dessa skred kan medföra ökad grumlighet i vattnet som i sin tur medför att vattenintagen tillfälligt kan få stänga. Utbredningen av dessa skred är normalt liten så länge de inte berör områden med kvicklera.

Från Trollhättans sluss till Lilla Edet är nivåskillnaderna stora ned mot Göta älv. Kvicklera är också vanligt förekommande. Inom denna sträcka finns, förutom Lilla Edet, inga större samhällen. Ett större skred inom detta område innebär, på grund av de stora höjdskillnaderna, sannolikt att en stor jordmassa täpper till Göta älv och stoppar all sjöfart. Tilltäppningen av älven kan också innebära att en hög våg bildas med översvämningar som följd. En dämning av älven kan även innebära att vattennivån nedströms snabbt sjunker med risk för nya skred. Från exempelvis Götaskredet 1957 finns uppgifter om att en ca 6 m hög våg uppkom i samband med skredet.

Området söder om Lilla Edet är mer låglänt än området norr därom. Ett skred inom de, speciellt på östra sidan, tätbebyggda

områdena kan innebära stora konsekvenser genom att byggnader och infrastruktur kan komma att skadas och människoliv gå tillspillo. I vattenområdet påverkas sjöfarten och Göteborgs vattenintag. Förekommer kvicklera kan ett mindre skred vid älvkanten sprida sig och beröra ett större område som kan ge upphov till katastrofala konsekvenser. Exempel på sådana skred är Göta- och Surteskredet, se avsnitt 4.1.5. Vidare finns här industriområden som vuxit upp i anslutning till älven genom dess möjlighet till transporter via sjöfart, väg och järnväg. Inom många av dessa områden förekommer förorenad mark som vid ett skred kan glida ut i älven och medföra skadliga miljöeffekter.

Det arbete med skredriskanalyser och översiktliga stabilitetskarteringar som utförts inom Göta älv dalen har hittills främst inriktats på större bebyggda områden. Detta innebär att mindre tätbefolkade delar, t.ex. delen norr om Lilla Edet till Trollhättans slussar, ännu inte utretts med moderna metoder.

Sämr stabilitet i ett förändrat klimat

Den ökade nederbörden som förväntas vid den kommande klimatförändringen bedöms medföra ett förhöjt grundvattentryck och en förhöjd grundvattennivå i jorden vilket i sig försämrar stabiliteten. Det ökade medelvattenflödet medför ökad erosion där erosionsskydd saknas, vilket också försämrar stabiliteten. Den ökade och snabbare fluktuationen av vattenytan medför att en mer extrem kombination av höga portryck i jorden och låg vattenyta i älven kan uppkomma, vilket ytterligare försämrar stabiliteten. Flera faktorer samverkar alltså och bidrar i olika grad till en försämring av stabiliteten vid en ökad nederbörd och ett förändrat flöde i älven. Även andra faktorer kan påverka stabiliteten.

Den eroderande effekten av vattenflödet i älven har översiktligt studerats av Lunds universitet inom ramen för SGI:s utredning (Larson et al, 2006). Utgående från de förutsättningar och det begränsade bakgrundmaterial som finns tillgängligt i studien har bedömts att på 100 års sikt kan erosionen längs älvsidorna och stränderna i medeltal komma att uppgå till i storleksordningen 2 á 3 m, medan bottenerosionen kan komma att uppgå till i storleksordningen 0,5 á 1,5 m. Även med nuvarande vattenflöden pågår erosion, men ett ökat max- och medelflöde på ca 20 % bedöms

medföra att erosionstakten ökar med i storleksordningen 50 % jämfört med dagens förhållande.

Även minskade flöden försämrar dock stabiliteten eftersom en lägre vattennivå (om så bara kortvarig) minskar vattnets mot-hållande effekt. Ett sådant scenario ger upphov till ytterligare behov av förstärkningsåtgärder än vad som redovisas för ökade vattenflöden i avsnitt 4.4.4.

I princip innebär klimatförändringarnas effekter genomgående en ökad skredsannolikhet inom delsträckor omfattande lösa lerjordar. De slänter som idag är på gränsen till att vara instabila kan med de ovan beskrivna faktorerna av ökad erosion, höga porvattentryck och förändringar av vattennivåer komma att skreda om inte åtgärder vidtas. Även med dagens förhållanden är sannolikheten för skred så stor för dessa slänter att geotekniska åtgärder är angelägna.

SIGI bedömer att redan med dagens förhållanden erfordras omfattande stabilitetsförbättrande åtgärder och utläggning av erosionsskydd, främst under vatten, längs delar av Göta älv. De effekter som följer av en klimatförändring innebär att behovet av sådana åtgärder ökar betydligt, se avsnitt 4.4.4.

Markföroreningar

Längs Göta älv finns ett flertal förorenade områden som har klassats som mycket stor risk för människor och hälsa och då har hänsyn i regel inte tagits till risken för ökad spridning av markföroreningar genom översvämning, erosion och skred.

Markområdena längs Göta älv har med sin transportvänliga placering alltid varit attraktiv mark för företag och industrier. Här finns industrier som glasbruk, kemisk produktion, båtvarv, m.m. Flera av industrierna har vuxit med åren och har expanderat mot älven. Inom några områden i den södra delen av älvdalen har utfyllnader gjorts på den s.k. strandhyllan² som därmed har försvunnit, vilket i sin tur påverkat stabiliteten. En stor del av utfyllnadsmaterialet utgörs av avfall samt rest- och biprodukter av tidigare produktion. Utfyllnadsmaterialets sammansättning ökar förutsättningarna för en spridning av de mest strandnära föroreningarna vid vattennivåförändringar i älven. Det förekommer

² Strandhylla, en avsats på undervattensslänten mellan strandlinjen och djupfåran i älven.

även föroreningar i de ej utfyllda områdena, men dessa är då mer lokalt avgränsade.

Situationen längs Göta älv är extra känslig eftersom älven utgör huvudvattentäkt för ca 700 000 personer i Göteborgsområdet. Råvattenintaget ligger nedströms ett flertal förorenade områden.

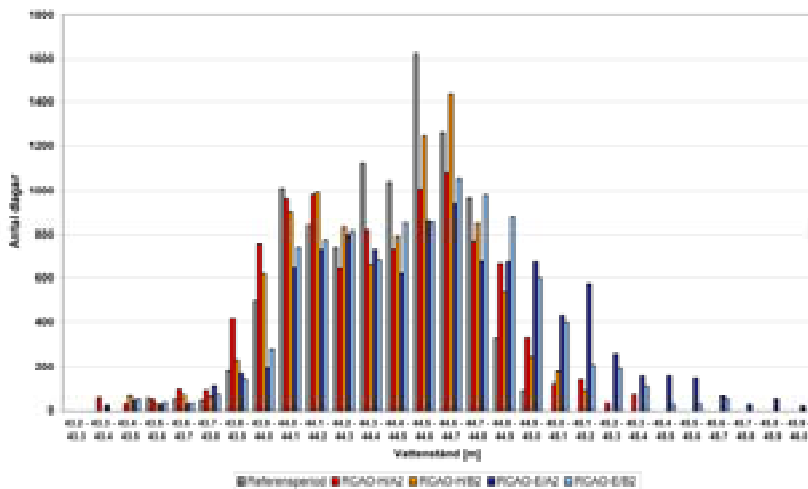
Framtidsscenarierna medför ökade vattenflöden, ökad erosion, höjd vattennivå samt ökad sannolikhet för skred, som i sin tur medför ökad sannolikhet för föroreningsspridningar i älven. Konsekvenserna av det senare är dock inte utrett och den reella risken därmed inte klarlagd.

4.2.9 Konsekvenser av låga vattenstånd i Vänern

Något vanligare med låga vattenstånd i Vänern i framtiden

De klimatscenarier vi studerat inom utredningen visar visserligen på en totalt sett betydligt ökad nederbörd i Vänerområdet men bara små förändringar i sommarnederbörden och en större avdunstning. Klimatscenarierna skiljer sig åt en del men det finns en risk för att såväl frekvensen låga vattenstånd kommer att öka som att de lägsta nivåerna kommer att sänkas med upp till ett par decimeter mot slutet av seklet, se Figur 4.18 nedan.

Figur 4.18 Beräknat antalet dagar med låga vattennivåer i Vänern enligt dagens förhållanden och fyra klimatscenarier (nivåer i RH00)



Källa: Bergström et al., 2006.

Sjöfarten kan drabbas

Vänernsjöfarten är beroende av ett tillräckligt djup i farlederna för att inte inskränkningar i yrkessjöfarten, i form av t.ex. begränsningar i last, ska behöva införas. Om låga vattenstånd leder till restriktioner beträffande last eller tidvis slår ut sjöfarten leder detta till problem, framför allt med försörjningen av oljeprodukter, import/export av skogsprodukter. Sjötransportleden är viktig för denna industris överlevnad samt för transporterna av jordbruksprodukter till området kring Vänern. För ett antal företag som exportar via båt kan avbrott i sjöfarten också bli kännbara. Alternativet till sjötransporter är transporter med lastbil eller tåg.

Under 1970-talet skapades i huvudsak de förutsättningar som fortfarande gäller för Vänertrafiken. Trollehättekanal bräddades och fördjupades för att kunna höja det maximala djupgåendet från 4,7 till 5,3 m vid vattenståndet +43,8 m. I motsvarande omfattning muddrades även andra farleder och hamnbassänger. Sedan dess har utvecklingen inom sjöfarten gått mot allt större fartyg. De begränsningar som råder beträffande fartygs storlek uppfattas allt mer som en begränsning för Vänernsjöfartens utveckling. Mot den bakgrunden och med rådande konkurrenssituation i förhållande till andra transportslag gör Sjöfartsverket bedömningen att det inte är möjligt att bibehålla någon Vänernsjöfart av betydelse om leddjupgåendet minskas. Verket utgår därför från att kompensande åtgärder måste vidtas om de lägsta nivåerna sänks.

Ett sänkt vattenstånd kräver i princip åtgärder i alla hamnar, farleder och i de slussar som ligger "på tröskeln" till Vänern. Behovet av att muddra farleder och hamnbassänger är uppenbart och står i mer eller mindre direkt proportion till sänkningens omfattning. Marginalerna mellan maximalt djupgående och faktiskt djup, främst i hamnarna, men även i farlederna är idag så litet att det inte finns någon möjlighet att kompensera lägre vattenstånd med minskade marginaler. I Mariestad, där handelshamnen är nedlagd, kan dock leddjupgåendet sänkas utan att det stör nuvarande trafik.

En överslagsmässig beräkning indikerar en direkt muddringskostnad på från 36 miljoner kronor vid en sänkning av sänkingsnivån med en decimeter till en kostnad på kring 200 miljoner kronor vid en sänkning med fem decimeter. Beräkningen baseras bl.a. på bedömningen att massorna till stor del (80 %) utgörs av mjuka massor som är väsentligt billigare att muddra än berg. En

mindre del av kostnaderna är att hänföra till Sjöfartsverket och farlederna (drygt 20 %) medan en större del är kopplade till anpassningar i hamnområdena, där hamnarna är ansvariga. Kostnaderna för att muddra är i stort sett proportionell mot den volym som skall muddras.

I Skoghall, Grums, Älvenäs, Karlstad och Otterbäcken är sjöbotten förorenad, vilket innebär väsentliga kostnader för att ta hand om muddermassorna. Kostnaderna beror helt på hur förorenade sedimenten är och tillgängligheten till eventuella deponiplatser. Det är därför inte meningsfullt att göra en uppskattning av kostnader av dessa slag med enkla nyckeltal. I farlederna, men också i övrigt, bedöms sedimenten däremot vara rena. Muddring kräver även omläggning av sjökablar i farleden Vassbotten-Vänernsborg-Normansgrundet samt vid Skoghall och Lidköping. Sänkning av vattennivån med åtföljande muddring bedöms även öka kostnaderna något för underhållsmuddring till följd av ökad sedimentation i djupare rännor. Det gäller framför allt i Lidköping och Skoghall.

Hamnarna i Vänern byggdes före den ökning av leddjupgåendet som skedde 1970. De byggdes för det leddjupgående som gällde tidigare. För att klara av den muddring som då skedde för att anpassa hamnarna till det nya djupgåendet fick kajerna förstärkas. Ytterligare muddring av hamnbassänger kommer på motsvarande sätt att kräva förstärkning av kajer och pålverk för att kajerna inte ska "kalva ut" i hamnbassängen.

Samtidigt kräver sänkt vattennivå i sig åtgärder på de kajer och pirar som står på träpälår eller stenkistor. Träkonstruktioner behöver bytas ut om de hamnar ovanför grundvattenytan. I vissa fall krävs rivning och nybyggnation i andra fall handlar det snarare om ombyggnation. Åtgärder av dessa slag krävs i alla hamnar runt Vänern, utom möjligen Säffle och Älvenäs. Det är svårt att förutse vid vilken sänkingsnivå de kostnader som är kopplade till utbyte av träkonstruktioner bedöms utlösas för skilda hamnar. Klart är att dessa kostnader blir mycket omfattande vid en sänkt sänkingsnivå med fem decimeter, men redan vid en sänkning på två decimeter bedöms kostnaderna bli betydande. I något fall bedöms det också krävas markförstärkningar till följd av minskat mottryck från ytvattnet.

En sänkning av vattenståndet kräver i princip åtgärder vid alla slussar mot Vänern. Den största kostnaden är kopplad till Brinkebergskulle sluss, vid Trollhättan. Där krävs sprängning och

muddring samt ombyggnad eller möjligtvis nybyggnad av slussen. Vidare krävs nybyggnation av stensättningar och erosionskydd.

Ett projekt av den här storleksordningen blir tekniskt krävande också av den orsaken att det måste genomföras utan att orsaka orimlig störning för sjöfarten.

I farleden till Dalslands kanal krävs en ombyggnad av slussen i Köpmannebro och på motsvarande sätt krävs ombyggnad av den nedre slussen i Sjötorp vid inloppet till Göta kanal.

Ett lägre vattenstånd kan också kräva anpassning av ledverk och erosionskydd vid slussar, i hamnar, liksom längs farleder. Åtgärder av dessa slag krävs definitivt i Karls grav (Trollhätte kanal), vid farleden Vassbotten–Vänernsborg–Normansgrundet, vid Åmål och vid Karlstad.

En sänkning av vattennivån skulle också kräva att nya sjökort tas fram. En ny strandlinje behöver tas fram, klassificeringen av grynnor och bränningar ses över och viss nymätning kan krävas.

Omfattningen av den muddring och andra åtgärder som kan bli nödvändig för att säkerställa sjöfarten i framtiden beror, förutom på eventuella förändringar i regleringsstrategi, i hög grad av hur nederbördsmonstren kommer att ändras med ett ändrat klimat och hur frekventa och långvariga de lägsta vattenstånden blir.

I fritidsbåtshamnar, liksom i vissa fiskehamnar krävs genomgående muddring och anpassning av sjösättningsramper mm. Även andra anläggningar och verksamheter som friluftsbad kan påverkas negativt vid låga vattenstånd.

Risk för negativ påverkan på miljön och vattenkvaliteten

Vänerns natur och växt- och djurliv påverkas negativt av långvarigt lågvatten om perioder med högre vattenstånd också blir ovanligare. Om vattenfluktuationerna minskar växer vikar, stränder och skärgårdsområden igen ytterligare med vass. Några av Vänerns grunda och skyddade vikar har övergödningssproblem, med bland annat syrebrist och algblomningar. Övergödningen och vattenkvaliteten kommer att försämrans i dessa områden när vassen ökar i sunden och grunda områden får lägre vattendjup. Dricksvattenintag som sker på grundare områden kan behöva flyttas längre ut, exempelvis i Mariestad och Åmål. Behovet av att röja vass kommer också att öka i sund, grunda vikar, badplatser och i fritidsbåtshamnar.

4.2.10 Samlade konsekvenser och kostnader för översvämningar, ras och skred samt av låga vattenstånd i Vänern

Skador från översvämningar av Vänern kan bli mycket omfattande och kostsamma. Översvämning till nivån +46,5 m, motsvarande en 100-årsnivå i dagens klimat och en 20-årsnivå om 100 år, skulle redan detta leda till betydande konsekvenser för ett stort antal verksamheter och objekt runt Vänern. De stora ekonomiska effekterna är översvämning av byggnader, påverkan på industrier och störningar för enskilda och företag på grund av att infrastruktur (el, tele, vägar, järnväg) drabbas. Vid den högre nivån +47,4 m skulle omfattande skador drabba i princip alla samhällen runt Vänern. Samhällets infrastruktur skulle utsättas förutom ordentligt allvarliga påfrestningar och en stor del av samhällservicen och kommunikationerna skulle slås ut. Konsekvenserna skulle bli särskilt stora i några av de större städerna belägna vid Vänerns stränder men även i övrigt skulle konsekvenserna bli betydande.

I detta avsnitt beräknas kostnader för de konsekvenser som beräknas uppstå om man inte vidtar några åtgärder för att skydda sig mot de höga vattennivåerna, s.k. skadekostnader. I avsnitt 4.5.1 beräknas kostnaderna för sådana åtgärder.

De kostnader som beräknas här omfattar endast en del av de skador som bedöms uppkomma. Utredningen har inte haft möjlighet att göra detaljerade bedömningar av vilka skador som kan förväntas uppkomma och deras kostnader. Beräkningarna har gjorts med schablonkostnader och uppskattningar av kvantiteter. Sådana uppgifter har inte kunnat tas fram för alla konsekvenser som bedömts kunna uppstå. Vidare ingår endast materiella skador. Välfärdsförluster, t.ex. olägenheter vid översvämning av bostaden och störningar i elsystem och kommunikationer, påverkan på miljön, det personliga värdet av materiella förluster etc., är betydelsefulla faktorer som inte är medräknade i kostnadskalkylen. Eventuella hälsorisker av läckage av föroreningar till dricksvattentäkter har inte kunnat kvantifieras på grund av för stora osäkerheter. Driftsstörningar för näringslivet och offentlig verksamhet på grund av t.ex. brister i kommunikationssystemen är också bristfälligt täckta.

Med hänsyn taget till att många, i vissa fall potentiellt stora, skadekostnader inte kunnat beräknas kan den totala summan be-

traktas som en försiktig uppskattning för de kostnader som kan uppkomma.

Sjöfarten

Högre vattenstånd än +46,5 m innebär att hamnverksamheten upphör, Trollhätte kanal får stängas och Vänersjöfarten stannar av. Detta blir en stor störning för näringsverksamheten i området. Inställd sjöfart under flera veckor slår i princip ut stora delar av industrin. Skadorna på slussen och dammbyggnaden vid Brinkebergskulle beräknas kosta 300 till 400 miljoner kronor att reparera vid 100-årsnivå respektive dimensionerande nivå. Vid kraftiga flöden i Göta älv måste Göteborgs hamn samt delar av Göta älv muddras om på grund av sedimentering. Efter översvämningen år 2001 muddrades 100 000 m³ längs sträckan Marieholmsbron – Frihamnen till en kostnad av 14 miljoner kronor. Även Sjöfartsverket och Vattenfall AB genomförde en större underhållsmuddring mellan Lärjeån och Frihamnen för ca 15 miljoner kronor år 2002. Detta kan jämföras med ett normalt år då ca 6 000 m³ muddras längs denna sträcka till en kostnad av ca 900 000 kronor. Till detta kommer kostnaderna för att deponera muddermassorna, vilket uppgår till 100 kr/m³ för rena massor och 400–500 kr/m³ för förorenade massor. Ca en tredjedel av massorna beräknas vara förorenade. Deponikostnaden för 100 000 m³ blir då ca 25 miljoner kronor. Det är rimligt att anta att minst lika omfattande muddring skulle bli nödvändig vid en hundraårs- respektive dimensionerande nivå. Sammantaget beräknas kostnaderna till minst 350–450 miljoner kronor.

Vägar

De vägavsnitt runt Vänern som blir berörda vid vattennivåerna +46,5 samt +47,4 är bl.a. delar av riksväg 44, 45, 47 E18 vid Vålberg–Grums–Säffle och ett antal länsvägar. De vägavsnitt i det statliga vägnätet som bedöms bli översvämmade vid de olika vattennivåerna visas i Tabell 14.10.

Tabell 4.10 Översvämmade vägavsnitt vid olika vattennivåer, kilometer

	Vägbredd					Summa
	- 3,5	3,6-6,5	6,6-9,5	9,6-13,5	13,5-	
+46,5	2	41	23	8	-	74
+47,4	4	54	29	11	-	98

Källa: Vägverket, 2006.

Kostnader för återställning av översvämmade vägavsnitt bedöms ligga mellan 800 till 1 000 kr per m². (Vägverket, 2006). Räknat på 1 000 kr/m² blir den totala kostnaden för att återställa drabbade vägavsnitt ca 530 miljoner kronor vid en 100-årsnivå och 700 miljoner kronor vid en dimensionerande nivå. I dessa siffror ingår inte vägnätet på Kållandsö och Torsö, som kan antas vara mer sårbart eftersom det inte finns möjligheter att anordna omfarer. Kostnaderna för nyinvesteringar på detta vägnät (ca 20 km) skulle ligga mellan 150 och 200 miljoner kronor.

Vägverket har gjort en översiktlig bedömning av trafikeffekter vid en månads vattenstånd på +46,5 m i Vänern (Vägverket, 2006). Vilken tidsfördröjning översvämningarna kan ge upphov till är svårt att bedöma. Vägverket har därför gjort parallella analyser med 30, 60, 90 och 120 minuters tidsfördröjning per vägavsnitt och vilken av dessa analyser som är mest eller minst rimlig är svårt att säga. Vi väljer här att redovisa en av analyserna i mitten av spannet, den med 60 minuters fördröjning per enskild väglänk. Denna metod inkluderar inte möjligheten att någon landsända blir helt avskuren från sitt omland. I verkligheten kan det komma att ske, exempelvis i trakten av Läckö slott.

Trafikeffekterna i Region Väst för en månads översvämning, uttryckt i ändrat konsumentöverskott, producentöverskott och externa effekter, bedöms ligga i storleksordningen 220 miljoner kronor. Vägverket bedömer att effekterna vid dimensionerande nivå kan bli ca 50 % högre än vid 100-årsnivån. Vid en dimensionerande nivå blir också avbrotten på vägarna mycket mer långvariga, och nivån +46,5 kan antas överskridas under minst 3-4 månader. Om en dimensionerande vattennivå antas kvarstå i en månad och en 100-årsnivå i tre månader därutöver, ger detta en kostnad på ca 1 miljard kronor.

De kritiska effekterna är framförallt förlängda restider (runt 80 % av den samhällsekonomiska onyttan) och förhöjda reskostnader (runt 20 % av onyttan) båda som en följd av kraftigt förlängda resvägar för att passera de översvämmade områdena. Båda dessa kalkylposter är ungefär jämnt fördelade mellan gods- och persontransporter.

Sammanlagt uppgår kostnaderna för att återställa översvämmade vägavsnitt och trafikeffekterna till ca 900 miljoner kronor vid 100-årsnivån och 1,9 miljarder vid den dimensionerande nivån. I de här redovisade kostnaderna ingår inga vägar i det kommunala vägnätet varför totalsumman sannolikt är en betydande underskattning.

Järnvägar

Med kostnaderna från översvämningar av Arvika 2000/2001 som ingångsvärde har Banverket (Banverket, 2006) gjort en bedömning av återställningskostnaderna vid översvämningar. Dessa bedöms uppgå till ca 10–200 miljoner kronor beroende på vilken vattennivå som Vänern når som högst och hur långvarig situationen blir.

Den totala kostnaden för trafikstopp respektive trafikstörningar är komplexa att räkna fram då både enskilda, företag och andra intressenter i samhället kommer att drabbas. Enbart ersättnings- trafiken och omledningskostnaden ligger i spannet 0,5–2 miljoner kronor/dag beroende på trafikstruktur och trafikmängd.

Baserat på undanringningstiden vid översvämningen 2000/2001 kan man räkna med att det tar ca tre månader för vattnet att gå ner en meter under goda förhållanden. Vid den dimensionerande nivån tar det minst ett halvår för vattnet att nå 45,5-metersnivån. Räknat på detta och medelvärdet i kostnadsintervallet har Banverket bedömt att kostnaderna för trafikstopp/trafikstörningar vid en 100-årsnivå kan uppgå till ca 110 miljoner kronor. Med medelvärdet av återställningskostnaden blir totala kostnaden 160 miljoner kronor. Vid dimensionerande nivå kan återställningskostnaderna beräknas ligga på 200 miljoner kronor. Tillsammans med trafikstörningskostnader under 6 månader på 360 miljoner kronor blir totalkostnaden 560 miljoner kronor.

Byggnader

Med hjälp av översiktliga översvämningskarteringar, fastighetskartor och erfarenhetsmässiga data om kostnader i bebyggelse från Länsförsäkringar har kostnader för skador på bebyggelse beräknats. Kostnaderna för olika typer av byggnader vid olika vattennivåer visas i tabellen nedan. I kostnaderna ingår att återställa till befintligt skick. Kostnader för eventuella sättningsskador m.m. ingår inte (Länsförsäkringar, 2006).

Tabell 4.11 Kostnader kronor/m² för återställande av byggnader

Vattennivå	+46,50	+47,4
Villor	4 950	5 750
Fritidshus	2 850	3 550
Flerbostadshus	3 500	4 300
Industri lokal	1 000	2 200

Källa: Länsförsäkringar, 2006.

I materialet över översvämningshotade fastigheter finns inte bostadshus särredovisat på villor, fritidshus och flerbostadshus,. Därför har ett medianvärde för kostnaderna på 3 500 kronor/m² vid 100-årsnivån och 4 300 kronor/m² vid dimensionerande nivån använts.

Beräkningarna gäller för en översvämning som varar relativt kort tid. Vid översvämnings under längre tid blir kostnaderna betydligt större eftersom återställande då inte är möjligt utan byggnaderna måste rivs och byggas upp på nytt. Då översvämningsförloppen kan bli långvariga för delar av den bebyggelse som berörs vid de aktuella nivåerna bör summorna i tabellen ses som en försiktig uppskattning av de kostnader som kan uppstå.

Tabell 4.12 Kostnader för översvämningar, miljoner kronor

	Yta, m ²	Kostnad, miljoner kronor (avrundade värden)
<i>100-årsnivå</i>		
Bostäder, kontor, service	1 205 186	4 200
Industrilokaler, uthus	1 452 084	1 500
<i>Summa</i>		<i>5 700</i>
<i>Dimensionerande nivå</i>		
Bostäder, kontor, service	1 828 582	7 4000
Industrilokaler, uthus	2 247 632	4 000
<i>Summa</i>		<i>11 400</i>

Källa: Bilaga 3.

Erfarenheten av Vänerns höga vattenstånd 2000–2001 var att vattennivån höjdes långsamt, vilket innebar att försäkringstagarna han flytta sitt lösöre. Vid det tillfället var det i stort sett inga skador på lösöre.

Exempel på ej prissatta konsekvenser:

- Skador på tomter och trädgårdar
- Skador på kulturhistoriskt intressanta objekt
- Trauma och oro vid översvämningar
- Kostnader för omflyttning och förlorad inkomst
- Lagerförluster för handeln
- Saneringskostnader, och kostnader för räddningstjänst
- Förlorat välbefinnande och ökad oro hos icke direkt berörda medborgare
- Påverkan på offentlig verksamhet
- Kostnader för miljöpåverkan

Industri

Kostnader för företagen innefattar skador på maskinparker, skador på undermarksinstallationer (framför allt el- och ledningsnät), varulager, stoppad produktion och avbrott i försäljning. De sammanlagda kostnaderna för företag runt Vänern har beräknats till 1,5 miljarder kronor vid 100-årsnivån och 3,6 miljarder vid dimensionerande nivå (SWECO, 2006). Kostnaderna för Göta älv

har också beräknats och angivits till ca 1 miljard kronor vid ett 100-årsflöde.

Uppgifterna bygger på en enkät till berörda industrier i de områden som riskerar att översvämmas vid Vänern. Endast ett mindre antal företag har svarat. För de industrier där underlag saknas har uppskattningar gjorts på grundval av de kostnader som uppgetts av andra industrier inom samma bransch. I många fall uppkommer den större delen av kostnader redan då vatten är i nivå med markplan, dvs. marginalsgraden till följd av ökat vattenstånd är inte dominerande för skadebilden. En snittkostnad för mellanstor tillverkningsindustri bedöms av SWECO vara 5 respektive 50 miljoner kronor för hundraårs- respektive dimensionerande nivå. För många större tillverkningsindustrier kan kostnaderna bli betydligt större än så, uppåt 0,5–1 miljarder kronor. Översvämningsskador på bensinstationer är svåra att bedöma. En genomsnittlig skadekostnad för en bensinstation är 7–8 miljoner kronor per station, vid en situation då inte varulagret förstörs eller anläggningen måste byggas upp på nytt och marksanering utföras.

Jordbruk

Räddningsverket har på utredningens uppdrag beräknat översvämmade arealer för olika markanvändningstyper för 100-årsnivå och dimensionerande nivå. De beräknade kostnaderna baseras på värdet per hektar för olika grödor från en enskild lantbrukare i Vänerområdet och motsvarar täckningsbidrag 1, dvs. intäkter minus rörliga produktionskostnader.

Kvantiteten översvämmad areal åkermark är beräknad av Räddningsverket med underlag från de översiktliga översvämningsskarteringar som utförts av Länsstyrelsen i Västra Götaland för utredningen, se bilaga 3. Till detta ska läggas mark där vatten står över dräneringsnivån, dvs. ca 1 meter under markytan (Jordbruksverket, 2006). Eftersom tillgängliga skarteringar bara täcker nivåerna +46,5, +47,4 och +48 m, har respektive högre nivå använts för att beräkna total ytan åkermark där skörden blir skadad, dvs. vid vattennivån +46,5 beräknas skördebortfallet på den areal som är översvämmad vid +47,4 m och vid +47,4 används den som är översvämmad vid +48 m. Översvämning påverkar skörden även åren efter på grund av förtätning i jordprofilen. Översvämning av betesmark och vall gör att utfordring av mjölkkor kan bli omöjlig.

Under översvämningen 2001 fanns det bönder som var tvungna att sälja sin mjölkkor på grund av detta. Med stöd av exempel från översvämningen 2001 har vi beräknat ett skördebortfall på 60 % andra året och 10 % tredje året (LRF, 2002.)

Fördelningen på grödor har gjorts med genomsnittet för Värmlands och Västra Götalands län (SCB, 2006).

Tabell 4.13 Värdet av skördebortfall kring Vänern, miljoner kronor

Vattennivå	46,5	47,4
Översvämmad areal	9 467	13 118
Höstvete	6	8
Vårkorn	3	4
Havre	7	9
Slätter- och betesvall	17	23
Övrigt	6	8
<i>Summa</i>	<i>38</i>	<i>53</i>
Inkl. 60 % bortfall andra året och 10 % bortfall tredje året	65	89

Kostnaderna för förlorad animalieproduktion kan bli betydande. Vid översvämningen 2001 fanns det gårdar som fick sälja sina mjölkkor eftersom deras betesmarker och vall var översvämmade. Vid Vänern finns stora besättningar av nötkreatur. Det finns också mindre besättningar av får och gris. Den potentiella förlusten av mjölkproduktionen under ett år uppgår till 22 miljoner kronor vid en 100-årsnivå och 47 miljoner kronor vid dimensionerande nivå. Det är dock svårt att fastställa hur stort bortfallet verkligen skulle bli. Dessa siffror är därför inte medräknade i de sammanräknade skadekostnaderna sist i avsnittet.

Utöver kostnader för skördebortfall och animalieproduktion tillkommer kostnader för återställande av skyddsvallar, dränering, vägar mm. Vid översvämningen år 2001 uppgick de totala kostnaderna för jordbruket bara i Västra Götaland till 75 miljoner kronor. En vattennivå motsvarande en 100-årsnivå torde rendera liknande kostnader. Det är således troligt att de totala kostnaderna blir betydligt högre än de beräknade ovan.

Skogsbruk

Kortvariga översvämningar av skogsmark beräknas inte ge några nämnvärda skador på skogen. Längre perioder av högt vattenstånd kan dock ge upphov till vattensjuk mark och syrebrist vilket påverkar skogstillväxten eller i värsta fall leder till att skogen dör.

Skogsstyrelsen bedömer att kostnaden för en temporär översvämning på ett par till några veckor under vegetationsperioden uppgår till ca 250 kronor per hektar (Skogsstyrelsen, 2006) på grund av nedsatt tillväxt. Vid 100-årsnivån översvämmas ca 11 000 hektar. Om man antar att denna mark mest drabbas av nedsatt tillväxt ger det en total kostnad på 3 miljoner kronor.

Om Vänern når ett vattenstånd på 4+7,4 m är det sannolikt att vattenståndet under en längre tid ligger över +46,5 m. Om en sådan översvämning inträffar under vegetationsperioden orsakas stora skador. I ett sådant fall räknar Skogsstyrelsen med att en del av skogen kan dö. Om skogen dör men kan tas tillvara bedöms minskningen i nettointäkt bli ca 10 000 kronor per hektar. Om man antar att 30 % av den areal som översvämmas redan vid +46,5 m-nivån drabbas av skogsdöd och räknar med tillväxtförlust på resten av arealen blir den totala kostnaden 35 miljoner kronor.

Till samhällets kostnad kan man också lägga förlusten av vidareförädlingsvärde (skogs- och träindustri, energiproduktion, etc.) och arbetstillfällen.

Fiske

Det mest uppenbara problemet med externa högvattenstånd är brygg- och hamnrelaterade problem som försvårar landning av fisk och tillgänglighet till fiskeområden samt direkta fysiska skador på exempelvis bryggor och sjöbodas. Siklöjefisket har bedömts kunna minska upp till 50 % vid en 100-årsnivå, vilket innebär ett inkomstbortfall på ca 2 miljoner kronor. Även annat fiske skulle påverkas negativt. Vid en dimensionerande nivå skulle kostnaden bli större.

Den ekonomiska skada fisketurismen runt Vänern kan orsakas i samband med ett vattenstånd som omöjliggör sjösättning av båtar eller nyttjande av hamnanläggningar ligger försiktigt räknat på ca 5,5 miljoner kronor. Detta under förutsättning att tre av de fem månader under året då fisket är som intensivast drabbas. I beloppet

ryms uteblivna inkomster för guider, stuguthyrare, eventuell kostnad för sjösättning samt de inkomster tillresta sportfiskare genererar lokalt (Fiskeriverket, 2006).

Elförsörjning

Vid översvämning drabbas nätstationer, kabelskåp och lokala elnät, vilket orsakar elavbrott och kostnader för återställande. Återställandekostnaderna har uppskattats till 100–150 miljoner kronor vid en 100-årsnivå och 160–170 miljoner kronor vid dimensionerande nivå av de elbolag som uppgett kostnader till utredningen. Till detta ska läggas kostnader för avbrott i elproduktionen, som bedöms ligga mellan 0,5–2 miljoner kronor per dygn. Antalet nätstationer som översvämmas vid 100-årsnivån har uppskattats till ca 80 stycken, och 110 stycken vid dimensionerande nivå, varav de flesta i Karlstad. Vi antar att reservkraft och omkopplingar gör att avbrotten inte blir så långa. Vid driftsavbrott på en vecka och en antagen snittkostnad på 1 miljon per dygn blir den totala kostnaden 560 miljoner respektive 770 miljoner kronor vid hundraårsrespektive dimensionerande nivån. Inklusiva återställandekostnader blir kostnaderna ca 660 respektive 930 miljoner kronor.

Vatten- och avloppsförsörjning

Runt Vänern måste invallning eller andra åtgärder vidtas vid 8–9 reningsverk för att de ska klara 100-årsnivån. Om avloppsvatten bräddar ökar driftskostnaderna i vattenverken. Med samma kostnad för ökad rening som uppskattats för begränsade humusproblem vid vattenverk i Mälaren blir totala kostnaden för vattenverken i Vänern ca 8 miljoner kronor vid 100-årsnivån och ca 24 miljoner kronor vid dimensionerande nivå. Vid allvarligare kemiska och mikrobiella föroreningar blir kostnaderna betydligt högre.

I Karlstad kan dimensionerande vattennivå ge upphov till stora skador på VA-systemet. Skador på självfallsledningar bedöms till 700–800 miljoner kronor och skador på pumpstationer till minst 20 miljoner kronor (Karlstad kommun, 2006). Kristinehamn, Mariestad och Lidköping ligger likaledes i farozonen. För dessa städer finns inga kostnadsuppskattningar gjorda. Om det lägre

beloppet för skadorna i Karlstad relateras till skadad bebyggelseyta per kommun och denna används som schablon även för övriga samhällen runt Vänern blir de sammanlagda skadorna på VA-system och pumpstationer ca 1,7 miljarder kronor. För 100-årsnivån blir skadorna något mindre, men skillnaden i översvämmad yta mellan 100-årsnivå och dimensionerande nivå är inte så stor i de berörda städerna. Baserat på relationen mellan översvämmad areal vid 100års- respektive dimensionerande nivå kan kostnaderna uppskattas vara ca 35 procent lägre, dvs. 1,1 miljarder kronor.

Turism

En översvämning som drabbar turistsäsongen kan få stora ekonomiska konsekvenser för bl.a. ägare av campingplatser och andra berörda inom turistnäringen. Vid Vänern finns ett antal strandnära campingplatser. Under ett år har dessa campingplatser en omsättning på ca 1,3 miljarder kronor (Camping- och stugföretagares riksorganisation, 2006). Vid långvariga översvämningar skulle flera av dessa campingplatser bli tvungna att stänga. Om turisterna då väljer ett annat område i Sverige eller utomlands att semestra i drabbas även andra småföretagare inom den lokala turistnäringen. Inkomstbortfallet i berörda områden kan bli stort.

Uppåt 70 % av campinggästerna kommer från Sverige (Turismens utredningsinstitut, 2005). Vid en översvämning söker sig troligen merparten av dessa till andra områden inom Sverige, vilket gör att samhällsekonomin i stort inte drabbas så mycket.

Kostnader vid låga vattenstånd

Om vattenståndet, främst sommartid, blir lägre än idag krävs muddring för att sjöfarten ska fungera, då marginalerna idag är mycket små. Kostnader för detta beskrivs i avsnitt 4.4.6.

Skadekostnader vid överflyttning av godstransporter till lastbil: marginalkostnaden för sjöfart består i stort sett bara av emissioner. Marginalkostnaden för emissioner för containerfartyg 32 kr/1 000 tonkm, för en oljekusttanker mellan 24 och 49 kr/100 tonkm, beroende på bränsle och reningsteknik.

En långtradare har totala marginalkostnader på 7 kr/km i tätort/tät miljö, baserat på 1,50kr/kg CO₂. Ett normalfartyg på Mälaren tar ca 3 500 ton. Ska den ersättas med lastbil åtgår ca 140 fordon. Skadekostnaden för att frakta 3 500 ton en km med fartyg är ca 110 kronor. Skadekostnaden per km för 140 lastbilar är 980 kronor, alltså ca 10 gånger högre. Om fartygen inte kan gå in i Vänern kommer lasten tas över på lastbil i Göteborg eller annan hamn i Sydsverige. En kostnadsberäkning av detta kräver en mer detaljerad analys av transportmönstret, vilket inte kunnat genomföras här (SIKA, 2003).

Totala skadekostnader vid översvämning

De sammanlagda skadekostnaderna vid olika vattenstånd i Vänern som varit möjliga att kvantifiera visas i Tabell 4.14. Det är viktigt att hålla i minnet att det endast är en liten del av de skadekostnader som skulle uppstå som kunnat beräknas. Potentiellt stora kostnadsposter som inte kunnat fastställas är bl.a. följande konsekvenser:

- för sjöfarten beroende verksamheter, såsom vissa värmeverk
- i form av miljöeffekter till följd av bl.a. bräddning av avloppsvatten och översvämning av jordbruksmark och förorenade områden
- på kommunala väg- och gatunät (skador och omledningskostnader)
- i form av välfärdsbortfall för enskilda
- för handeln
- för företag och offentlig verksamhet på grund av att el- och telekommunikationer ligger nere eller på grund av att anställda inte kan ta sig till arbetet.

Alla kostnader ovan är angivna exklusive moms. Summan av dem, som visas i Tabell 4.14, representerar värdet av skadorna om de skulle ske imorgon. Nuvärdet av skadorna varierar beroende på när de inträffar, beroende på tillväxten i ekonomin samt att vi vanligen värderar händelser som sker längre fram i tiden lägre än det som sker i en nära framtid. Diskonteringsräntan har satts till 4 %, vilket vanligen rekommenderas (EU-kommissionen, 2002, SIKA 2002, Naturvårdsverket 2003). Skadorna viktas med sannolikheten för att de inträffar under den tidsperiod man studerar, vilket ger ett s.k. väntevärde. I Tabell 4.14 presenteras beräkningar på 50 och 100 års

sikt. Känslighetsanalyser med 2 procents diskonteringsränta samt olika antaganden om när skadorna uppkommer redovisas i Bilaga 2.

I ett framtida klimat beräknas frekvensen öka för den 100-årsnivå vi valt, så att återkomsttiden blir ca tjugo år istället för hundra. Sannolikheten för att en sådan vattennivå ska uppstå ett givet år ökar således från 1 till 5 procent. Den dimensionerande nivån antas inträffa vart 10 000:e år. Sannolikheten för att det ska uppstå ett givet år är endast en tiondels promille, och över en hundraårsperiod är sannolikheten 1 procent att det inträffar. Viktat med dessa sannolikheter blir således väntevärdet för kostnaderna för dimensionerande nivå inte så mycket högre än kostnaderna för 100-årsnivån, vilket avspeglas i Tabell 4.14.

Tabell 4.14 Totala skadekostnader för 100-årsnivå och dimensionerande nivå i Vänern. Exklusive ras och skred. Nuvärde diskonterat med 4 % på 50 och 100 år, viktat med sannolikheterna för respektive nivå. Miljoner kronor

	+46,5	+47,4
Sjöfart	350	450
Vägar	900	1 900
Järnvägar	160	560
Byggnader	5 700	11 400
Jordbruk	65	89
Skogsbruk	3	35
Fiskenäringen	7	7
Vattenverk, avloppsverk och avloppssystem	1 100	3 100
Elverk	660	930
Industrier	1 500	3 600
<i>Summa avrundad till tiotal miljoner</i>	<i>10 450</i>	<i>22 380</i>
<i>50 års sikt</i>		
Diskonterat väntevärde	6 730	6 760
<i>100 års sikt</i>		
Diskonterat väntevärde	7 680	7 710

4.3 Myndighetsarbete och samarbete som rör översvämningar kring Vänern och skred i Göta älv, ansvars- och beredskapsfrågor

Roller och ansvar för översvämningar runt Vänern

Vattenfall AB har ansvaret för regleringen av tappningen från Vänern till Göta älv och Fortum Generation AB har ansvar för tappning av vissa reglerade vattendrag till Vänern. Sjöfartsverket har ansvaret för slussar i Göta älv och i bl.a. Byälven som är ett tillflöde till Vänern. Regleringen skall ske enligt vattendomar. Länsstyrelsen i Västra Götaland har tillsynsansvaret över att vattendomen följs. SMHI har ett särskilt ansvar att kontrollera tappningsregimen.

Som beskrivits i det föregående är Vänern en stor sjö som reagerar långsamt även vid extrema flöden från avrinningsområdet. Detta innebär att en översvämningssituation med olyckor eller överhängande olycksrisk inte uppstår oväntat. Här kan vattennivån under en längre tid, veckor till månader, komma att stiga till nivåer som kan förorsaka olyckor eller risk för olyckor. Under denna period föreligger ingen skyldighet enligt lagen om skydd mot olyckor för kommunen att vidta åtgärder för att förhindra översvämningar. Däremot kan översvämningar i tillflödena till Vänern uppstå mycket snabbt och föranleda räddningsinsatser från berörda kommuner. Vid en kraftig vind kan vattenståndet längs delar av Vänerns stränder dock stiga relativt snabbt och liknande situationer kan uppstå. För att en översvämningssituation skall leda till räddningsinsats måste vissa kriterier enligt lagen om skydd mot olyckor vara uppfyllda.

Krishanteringssystemets ansvarsprincip innebär att den som bär ansvar för en verksamhet under normala förhållanden även gör det i en krissituation. Detta innebär att det normalt är den kommunala räddningstjänsten som har det operativa ansvaret vid en översvämning förutsatt att en översvämning kring Vänern kan betraktas som räddningstjänst enligt lagen om skydd mot olyckor. I sammanhanget bör påpekas att ansvaret för skydd av egendom i första hand ligger hos egendomsägaren eller hans försäkringsgivare.

Vid en extraordinär händelse har kommunen ett särskilt ansvar för att genom samverkan och samordning medverka till att begränsa skadeverkningarna av krisen.

I den mån översvämningar leder till omfattande räddningsinsatser kan regeringen uppdra åt länsstyrelsen att överta räddningstjänstansvaret i en eller flera kommuner.

Länsstyrelsens roll vid kriser ligger främst i att stödja berörda kommuner samt i att underlätta samverkan mellan andra aktörer. Länsstyrelsen skall under krisen också samordna verksamhet mellan kommuner, landsting och myndigheter samt svara för att information till massmedia och allmänhet samordnas. En viktig roll för länsstyrelsen är att kontinuerligt under ett händelseförlopp informera regeringen och centrala verk genom lägesredovisningar och vid besök samt att initiera en egen uppföljning och delta i centrala verks m.fl. olika uppföljningsstudier.

Ett flertal statliga myndigheter, Räddningsverket, Naturvårdsverket, Svenska Kraftnät, Boverket m.fl. har ett tillsyns- eller uppföljningsansvar enligt de olika lagar som kan vara tillämpliga vid översvämningar.

Arbetsätt och samverkan vid översvämningarna 2000/2001

När vattennivån i Vänern steg under hösten år 2000 togs i mitten av november kontakter mellan landshövdingarna i Västra Götalands och Värmlands län samt styrelseordföranden i Vattenfall för att försöka få till stånd en ökad tappning genom Göta älv. Vattenfall ville emellertid inte frångå vattendomen utan en direkt order av en räddningsledare. Därför tog Länsstyrelsen i Västra Götaland över räddningstjänsten i Norra Älvsborgs räddningstjänstförbund och beordrade ökad tappning under vissa villkor.

En gemensam analysgrupp bildades mellan Västra Götalands och Värmlands län för att bevaka prognoser och den faktiska utvecklingen av Vänerns vattenstånd och analysera effekterna av möjliga högvattensituationer. Via länsstyrelsernas hemsidor gavs kontinuerlig information om händelseutvecklingen.

Det fortsatta arbetet i gruppen utfördes i huvudsak av miljö- och IT/GIS-enheterna vid respektive länsstyrelse. Gruppens analysresultat, en redovisning av konsekvenserna för Vänerns strandområden vid olika nivåer, utarbetades länsvis efter en gemensam inriktning. Konsekvensbeskrivningen, som fanns tillgänglig på länsstyrelsernas hemsidor, kom att få stor betydelse som underlag för kommunernas invallningar och andra förberedelser.

I respektive län gjordes analysarbete i grupper med inriktning mot, smittskydd, kostnader/ersättningsfrågor, kommunikationer, jordbruk, plan- och byggfrågor. Fortlöpande rapporter sändes till regeringskansliet m.fl., även Räddningsverket rapporterade till regeringen.

Kommunerna vid Vänern ställdes inför problemet att planera för insatser mot en långsamt stigande Vänern där den högsta nivån var okänd. Länsstyrelsens inventering av konsekvenser blev styrande för åtgärderna. Ett ytterligare informationsproblem var lokala höjdmätningssystem som avviker från det officiella höjdsystem som SMHI använder för den sammanvägda nivån som redovisas för Vänern. Kommunerna hade tid på sig att förebygga översvämningar genom invallningar och det gjordes i stor omfattning i bl.a. Karlstad. Dessa åtgärder räknades inte som räddningstjänst och berättigar därför inte till ersättning från Räddningsverket. (Länsstyrelsen i Värmland, 2002).

Regeringen anmodade kommunerna i Värmland och Västra Götaland att komma in med ansökningar om bidrag. De totala ersättningsanspråken kom att uppgå till ca 105 miljoner kronor. I augusti 2002 beslutade regeringen att betala ut ca 86 miljoner kronor till kommunerna. (Finansdepartementet, 2002).

Förebyggande åtgärder och större utredningar rörande ras- och skred i Göta älvdalen

Efter skreden i Surte och Göta på 1950-talet genomfördes en övergripande stabilitetsutredning för Göta älvs dalgång. Utredningen utfördes i Statens geotekniska instituts (SGI) regi och redovisades i rapporten "Rasriskerna i Göta älvdalen" (SOU, 1962). I utredningen undersöktes stabilitetsförhållandena från nedströms sluss-trappan i Trollhättan och söderut till Lärjeån i Göteborg. Inom ett tiotal ansträngda områden utfördes vissa förstärkningar och erosionsskydd av sprängsten lades ut längs vissa sträckor. Slutsatserna som drogs i utredningen baserades dock på den tidens geotekniska kunskap och metodik. Stora förändringar av markanvändningen har också ägt rum sedan utredningen genomfördes.

Räddningsverket förser landets länsstyrelser och kommuner med planeringsunderlag i form av översiktliga stabilitetskarteringar och översiktliga översvämningsskarteringar. Kommunerna utför därefter detaljerade undersökningar i de riskområden som framkommer i de

översiktliga karteringarna. Kommunerna har sedan möjlighet att hos Räddningsverket ansöka om medel för permanenta förebyggande åtgärder mot naturolyckor i riskutsatta bebyggda områden, främst ras och skred samt översvämningar.

Sedan 1960-talet har SGI ansvar för övervakning av stabilitetsförhållanden i Göta älv dalen. Detta innebär bl.a. granskning av alla planärenden inom Göta älv dalen, bygg- och marklovsärenden samt väg- och järnvägsutbyggnad som påverkar stabilitetsförhållandena i älv dalen. SGI utför även besiktning av älven från båt tillsammans med Sjöfartsverket och Vattenfall minst en gång per år samt regelbundna besiktningar från land på känsliga sträckor. Kontroll och mätning av bl.a. jordrörelser utförs på känsliga partier i områden i Lilla Edet, i Älvängen samt vid Agnesberg i Göteborg. Inom myndighetsuppdraget genomför SGI även en geoteknisk kunskapsuppbyggnad för Göta älv dalen.

I samband med de stora infrastruktursatsningarna som aktualiserades under 1990-talet, ombyggnad av väg 45 och Norge/Vänernbanan, sågs ett behov av att förnya och förbättra kunskaperna från Götaälvutredningen 1962 om stabilitetsförhållandena i älv dalgången utifrån dagens kunskaper och metodik. I samband med detta utarbetades även en metodik med skredriskanalyser, där man sammanväger sannolikheten för och konsekvenserna av ett skred (Alén et al, 2000). SGI har fram till år 2005 utfört skredriskanalyser främst i de södra, mest bebyggda, delarna av älv dalen. Dessa finns redovisade i "Skredriskanalys för södra Götaälv dalen" (Ahlberg et al, 1995), som berör den östra älvsidan mellan Lärjeån i Göteborg och Älvängen, "Skredriskanalys för nordöstra Göta älv dalen inom Lilla Edets kommun" (Schälin et al, 1997 reviderad 2004) samt "Skredriskanalys sydvästra Göta älv; delen Tingstad tunneln–Ange-redsbron; Göteborgs kommun" (Hultén et al, 2005b). En skredriskanalys för nordvästra Göta älv dalen inom Lilla Edets kommun är nyligen påbörjad.

4.4 Möjliga åtgärder inklusive konsekvenser och kostnader

4.4.1 Åtgärder uppströms Vänern

Teoretiskt finns även möjligheten att dämpa översvämningar i Vänern genom att hålla en permanent lägre nivå i de vattenmagasin som finns uppströms och att skapa en funktion som möjliggör att ett samlat beslut fattas vid ett visst läge inför en hotande översvämning om att nyttiggöra sig av denna magasinvolym.

Möjligheten till magasinering av vatten uppströms Vänern beror liksom i Mälaren och Hjälmaran av vilka magasinsvolymer som finns eller kan tillskapas på ett någorlunda enkelt sätt. Dels kan man tänka sig att använda sig av traditionella vattenmagasin, dels skulle vatten – åtminstone teoretiskt – kunna magasineras på sådana ytor som normalt inte är täckta av vatten och där konsekvenserna av att de läggs under vatten en kortare tid är små, t.ex. skogsmark och våtmarker och eventuellt jordbruksmark.

Fortum Generation AB har inom ramen för utredningens arbete studerat de 50 största magasinerna uppströms Vänern se Figur 4.19, och undersökt effekten av att varje magasinets högsta dämningnivå höjs med 1,0 meter för att skapa ny magasineringskapacitet som bara skulle tas i anspråk vid hotande översvämning. Fortum Generation AB har regleringsansvaret för 43 av dessa magasin. Några magasin, bl.a. i Upprudsälvens nedre del som inte tagits med i sammanställningen, skulle vid en helt korrekt sammanställning ersätta motsvarande antal av de i sammanställningen minsta magasinerna. Urvalet har gjorts endast efter arealen och helt utan hänsyn till vilka konsekvenser utnyttjande av dessa magasin skulle få uppströms.

Nyssockensjön i Byälven. För dessa magasin skulle sannolikt en höjning på klart mer än 1 meter av dammarna krävas för att vid högflöden åstadkomma en extra magasinering på 1 m.

Ett antal samhällen som exempelvis Karlskoga, Sunne, Torsby, Åmotfors och Ed skulle påverkas kraftigt av sådana dämmningshöjningar. En grov beräkning av anläggningskostnaderna för åtgärderna kan göras genom att jämföra med arbeten som utförts inom ramen för Fortums program för dammsäkerhetshöjande åtgärder. Här har kostnaderna stannat på i medeltal 20 miljoner kronor per åtgärdat regleringsmagasin. Inget av dessa projekt innefattar dock höjning av tillåten dämmningsnivå. En höjning av dämmningsnivån innebär en höjning av dammkonstruktionerna, ett kraftigt ökat krav på stödfyllningarnas storlek samt ofta en förlängning av dammkonstruktionerna. Härtill lär även i många fall helt nya spärrdammar komma att krävas för att undvika utflöden på nya ställen kring regleringsmagasinet varför det kan antas att de genomsnittliga kostnaderna för själva anläggningsarbetena kan bli större. Vi har inte närmare studerat vilka konsekvenser ett utnyttjande av dessa magasin i samband med översvämnings skulle få för samhällena uppströms men det är sannolikt att de skulle bli betydande om inte omfattande skyddsåtgärder vidtogs. Till detta kommer att ett stort antal vattendomar skulle behöva omprövas. Det är möjligt att om man noggrannare studerade förutsättningarna i de olika magasinerna så skulle man kunna välja ut ett mindre antal där effekterna av ett utnyttjande av ett ny högre magasineringensvolym skulle ge mer begränsade effekter. Självfallet minskar då också effekten på Vänerns yta.

Om man istället skulle hålla en permanent lägre nivå med ca 1 m i dessa magasin skulle samma effekt kunna uppnås men vattenkraftsproduktionen skulle minska. Det skulle också minska möjligheterna att använda berörda vattenkraftsverk för utjämning av produktionen inom elsystemet mellan dag och natt (s.k. korttidsreglering) samt mellan olika årstider. Magasinen motsvarar en energimängd av drygt 200 GWh som flyttas i tiden och i vissa fall går till spill i de fall regleringsgraden i magasinet redan är lågt. Jämfört med alternativet att höja dammkrönen skulle anläggningskostnaderna för att möjliggöra en sänkning av dämningen bli av klart mindre storlek. Åtgärder som muddringar och sprängningsarbeten i vattenvägarna skulle dock krävas i ett antal fall, dels för att effekten av 1 meter sänkning inte skall bli förlorad vid höga vattenföringar och dels för att inte nya fallförluster med åtföljande

produktionsminskning skall uppstå. Räknat på att anläggningskostnaderna skulle uppgå till en tiondel av anläggningskostnaderna för de åtgärder som vidtagits för dammsäkerhetshöjande åtgärder blir kostnaden totalt ca 100 miljoner kronor. Dessutom skulle en lägre nivå i magasinerna/sjöarna i betydande omfattning inkräkta på fiske, bad och andra aktiviteter längs dem. Även i detta fall skulle ändringar i vattendomarna krävas.

Att utnyttja mark som normalt inte är täckt av vatten för aktiv flödesdämpning för att minimera översvämningar skulle kräva tillgång till bättre höjddata. Med hänsyn till den generellt sett mer varierande topografin runt Vänern och själva sjöns storlek relativt avrinningsområdet är de ytor som skulle kunna användas otillräckliga. För att ändå möjliggöra ett planerat utnyttjande av dessa ytor i samband med en annalkande översvämning av Vänern skulle omfattande markarbeten med invallningar behöva utföras och dessutom skulle fungerande möjligheter till avledning av vatten vid mycket höga vattennivåer i tillflöden behöva komma till stånd. Det är osannolikt att sådana åtgärder mer än marginellt skulle kunna bidra till att minska översvämningens risker i Vänern.

Sammantaget får därför möjligheterna, att med åtgärder uppströms åstadkomma mer än liten påverkan på de högsta vattenstånden, anses som små.

4.4.2 Invallningar och andra skyddsåtgärder för Vänern

I detta avsnitt beskriver vi vilken omfattningen invallningar och andra skyddsåtgärder behöver ha om man utan att öka avtappningskapaciteten från Vänern vill försöka undvika översvämningens riskerna.

Invallning av industrier tekniskt möjligt

En uppskattning har gjorts av SWECO VBB AB på uppdrag av utredningen av den totala längd invallning som krävs för att skydda berörda industrifastigheter runt Vänern vid en 100 års nivå respektive en dimensionerande nivå. Den totala längden invallning har uppskattats till 43 km för att klara en 100-årsnivå samt 51 km för att klara en dimensionerande nivå. Den erforderliga höjden på de invallningar som är aktuella baseras även här på tämligen grova

uppskattningar då endast översiktliga översvämningskarteringar finns tillgängliga. För 100-årsituationen har vattendjupet på de översvämmade industrifastigheterna bedömts uppgå till 0–0,5 m. För den dimensionerande nivån har vattendjupet på de industrifastigheter som översvämmas vid 100-årsituationen bedömts uppgå till 1–1,5 m. SWECO har utgått från att vallarna utförs som jordvall med en krönbredd på 3 m och med slänter i lutning 1:2. På uppströmsslänten har det antagits att vällen förses med ett erosionsskydd av ca 0,4 meters tjocklek och på nedströmssidan har det antagits att vällen förses med en lämplig växtbädd som gräsbesås. Skyddsvallarnas krönnivå väljs utifrån uppskattade vattennivåer vid en 100-årsnivå respektive en dimensionerande nivå. Hänsyn tas till våguppspolning. Grundläggningsförhållandena kan också här antas variera från sand- och grusmaterial till lera med varierande läckageförhållanden. För att samla upp läckaget genom/under skyddsvallarna bör dränagediken anläggas nedströms vallarna. Läckagevattnet förutsätts samlas upp i ett lämpligt antal pumpgropar/brunnar med möjlighet att pumpa tillbaka vattnet till sjön. Om vattenytan skulle stiga och till slut överströmma vallarna skulle detta med största sannolikhet leda till brott i vallarna. Riskerna med ett sådant händelseförlopp bör beaktas. Genom invallningar av industrier skulle viss förorenad mark skyddas mot översvämningsmen de förorenade områden där det idag inte bedrivs industriverksamhet omfattas inte av dessa beräkningar.

Omfattande invallning av bebyggelse krävs för skydd mot höga nivåer

Karlstad Kommun har genomfört beräkningar av vilka invallningar som skulle behövas för att klara en översvämning motsvarande dimensionerande nivå. Karlstad har som bekant långa strandsträckor mot Vänern och Klarälvens olika grenar. Invallningarna skulle därför bli ca 60 km långa. Krönhöjden skulle bli upp till ca 4m. Det skulle bli nödvändigt att höja ett antal vägar och cykelvägar mm. Man har beräknat de genomsnittliga kostnaderna för sådana insatser till 10 000 kronor/m. Totalt skulle kostnaderna uppgå till ca 700 miljoner kronor. Karlstad kommun framhåller dock (Karlstad kommun, 2006) att invallningar av detta slag skulle leda till stora problem med omhändertagande av dagvatten som skulle behöva pumpas ut och vid intensiva kortvariga regn skulle lokala översvämningskunna uppstå i staden. Man pekar vidare på

att det skulle vara praktiskt svårt att bygga vallar av detta slag i alla lägen. Invallningar av denna typ och omfattning skulle också i betydande utsträckning förändra stadsbilden och intrycket av att Karlstad är en stad belägen vid vattnet. Om invallningar också skulle genomföras för andra större samhällen³ runt Vänern kan sträckan som skulle behöva vallas in utöver invallningarna i Karlstad grovt uppskattas till ca 110–140 km för att klara 100-årsnivån. Om man utgår från samma förhållande mellan behovet av invallningar vid 100-årsnivån respektive vid en dimensionerande nivå som för industrierna blir sträckan vid en dimensionerande nivå ca 140–170 km. Problematiken som är aktuell för Karlstad skulle vara likartad för många av de andra samhällena. Invallningar medför också ökade risker för personskador och människoliv vid genombrott av vallarna.

Invallningar av mindre samhällen och mer enskilt belägna fastigheter, rekreationsanläggningar m.m. skulle kräva betydande ytterligare insatser. Dessa har dock inte kunnat kvantifieras.

Invallningar och andra skyddsåtgärder för andra verksamheter och objekt – bara delvis genomförbara

Vid en situation där man i huvudsak satsar på invallningar för att lösa Vänerns problem finns också ett behov av att säkra vägar, järnvägar och annan infrastruktur mot översvämning. Eventuellt kan det då bli fråga om att valla in områden också för att skydda dessa men det kan också bli fråga om att höja upp väg och järnvägsavsnitt eller i vissa fall ändra sträckningen. Någon heltäckande beräkning för i vilken omfattning sådana åtgärder skulle behöva vidtas har inte kunnat göras men Vägverkets beräkningar visar att ca 74 km allmänna vägar är i riskzonen vid 100-års nivån och närmare 100 km vid den dimensionerande nivån. Till detta kommer vägnätet på Kållandsö (ca 20 km) samt enskilda vägar och de delar av det kommunala vägnätet som inte redan skyddas av de invallningar som vi här förutsätter görs vid utsatta större samhällen. Flera järnvägsavsnitt behöver åtgärdas om järnvägstrafik ska kunna bedrivas på Kinnekullebanan, Vänerbanan och Älvsborgsbanan söder om Vänern samt järnvägen norr om Vänern. För att åtgärda samtliga järnvägar i Vänerområdet så att

³ De samhällen som ingår i beräkningen är Lidköping, Hällekis, Mariestad, Sjötorp, Otterbäcken, Kristinehamn, Skoghall, Hammarö, Vålberg, Grums, Säffle, Åmål och Vänersborg.

dessas kan klara en dimensionerande nivå (+47,4 meter) krävs omfattande studier och planering. Åtgärder kan innefatta att höja befintlig bana, bygga om strategiska stationer genom att minimera bangårdsområden, bygga invallningar samt att förstärka befintliga trummor och broar och brostöd. För att enbart anpassa Norge – Vänerbanan och Värmlandsbanan bedömer Banverket att det handlar om miljardbelopp.

Invallningar skulle kunna skydda byggnaderna och pumpstationer för vatten- och avloppsförsörjning men stora problem skulle ändå uppstå på grund av att näten såväl som i princip alla reningsverk och många vattenverk är lågt belägna. Bräddning av orenat avloppsvatten skulle ändå ske i stor omfattning, och ytterligare åtgärder skulle antagligen bara delvis lösa problemen.

Inom jordbruket finns ca 80 invallningsföretag runt Vänern. Dessa skulle behöva förstärkas och höjas i de flesta fall för att klara de aktuella översvämningarnivåerna. Här kan en något lägre säkerhetsnivå accepteras och alternativt får man räkna med att jordbruksmarken översvämmas. Risker för att vallbrott leder till hastig översvämning av bebyggelse finns dock. Detta kan innebära risk för människoliv. Det kan knappast anses motiverat att valla in skogsmark runt sjön.

Invallningar löser självfallet inte problemen för sjöfart och fiske som inte skulle kunna bedrivas vid vattenstånd över 100-årsnivån egentligen redan under de perioder då vattenståndet överstiger ca +46,0 m.

Svåröverskådliga konsekvenser vid utloppet

Vid en 100-årsnivå i Vänern skulle vatten med nuvarande konstruktioner vid utloppet kunna flöda över slussen i Brinkebergskulle (Trollhätte kanal). Därvid skulle flödet genom Göta älv kunna öka utöver tillåten tappning enligt vattendom. Skulle vattnet närma sig den dimensionerande nivån finns som tidigare nämnts stora risker för mycket allvarliga konsekvenser vid utloppet ur Vänern. Vattnet hotar då att flöda över dammkrönet vid utloppet i Vargön, med åtföljande risker för erosionsskador på anläggningen och dammen. Dessutom är risken för en okontrollerbar utveckling vid slussen i Brinkebergskulle betydande. Det finns risk för att Vänern tar ett nytt utlopp, mest sannolikt nära Flo Kyrka. Invallningar kring Vänern skulle därför behöva kompletteras med åtgärder vid

utloppet för att undvika dessa risker. Även vid Vargön skulle åtgärder behöva vidtas. Vattenfall har studerat hur ombyggnader vid Vargöns kraftstation skulle kunna utföras för att säkra anläggningen mot en nivå som närmar sig den dimensionerande nivå vi här räknar med.

Tillfälliga invallningar

Vi har inte närmare studerat möjligheterna att uppföra tillfälliga invallningar eller vidta andra åtgärder av tillfällig natur för att undvika skador av en översvämning upp till en 100-årsnivå respektive en dimensionerande nivå i Vänern eftersom sådana insatser skulle få orealistiskt stor omfattning.

4.4.3 Ändrad vattenregleringsstrategi för Vänern

Genom att ändra vattenregleringsstrategi i Vänern, antingen genom att sänka dämningensgränsen eller genom ändrad tappningsstrategi inom vattendomens ram finns möjligheter att sänka de högsta vattenstånden.

Vattendomens begränsningar och möjligheter

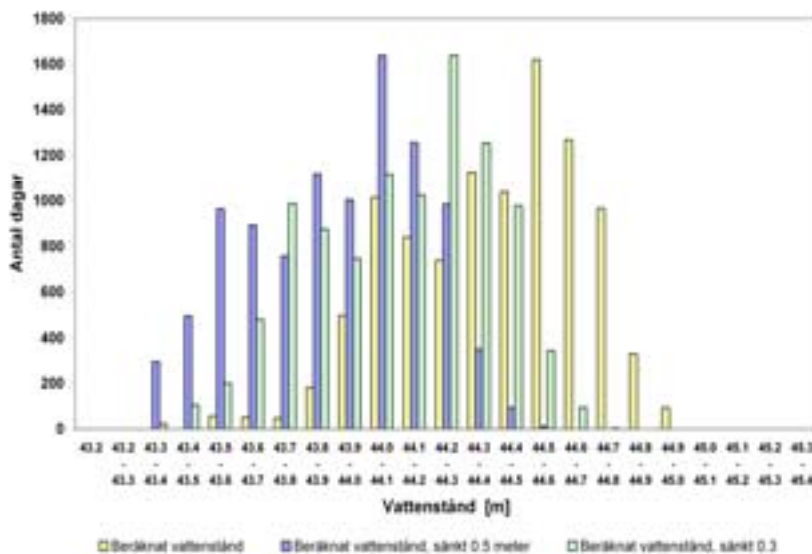
Inom ramen för vattendomen för Vänern har kraftverksägaren (Vattenfall AB) stor frihet att reglera flödet ut ur sjön mellan sänkningsgränsen och 30 cm över dämningensgränsen som under större delen av året ligger kring +44,80 m men som under våren successivt går ned till +44,55 m. Mellan dämningensgräns och sänkningsgränsen, som under året varierar mellan +43,16 m och +43,54 m, får tappningen varieras mellan ca 200 och 930 m³/s, se även avsnitt 4.1.2. Därtill kommer vissa bestämmelser som inskränker möjligheten till höga tappningar vid vattenstånd lägre än +43,75 m under sommar och höst ("seglationstiden"). Det bör noteras att Vänersjöfarten idag i princip bedrivs året runt. Det finns också en överenskommelse mellan Vattenfall och Sjöfartsverket som innebär att man när vattenståndet går under +43,90 ska inleda en dialog, när vattenståndet når +43,80 m ska man genomföra en samhällsekonomisk analys där intäkterna från vattenkraften ska vägas mot nyttan av sjöfarten och tappningen ska avpassas efter

resultatet av denna analys. Inom ramen för vattendomen är det möjligt att anpassa tappningen till rådande väder och vattenförhållanden.

Sänkt dämninggräns

SMHI har på utredningens uppdrag studerat möjligheterna att dämpa de högsta förekommande vattenstånden i Vänern genom att öka tappningen vid lägre vattennivåer genom befintliga utskov. För att studera möjligheterna att påverka Vänerns vattenstånd med en ändring i vattendomen gjordes en simulering med en sänkning av dämninggränsen med 30 respektive 50 cm. Eftersom det inte finns ett enkelt samband mellan Vattenfalls tappning för vattenkraftsproduktion och vattenstånd i Vänern eller någon annan enskild parameter har SMHI utvecklat en modell för den av Vattenfall använda strategin för tappning vid vattenstånd mellan sänkings- och dämninggräns. Tillrinningen beräknades som tidigare med HBV-modellen. Resultatet, i form av statistik över vattenstånd i Vänern, visas i Figur 4.20 nedan. Där syns tydligt att en sänkning av dämninggränsen påverkar hela Vänerns vattenståndsregister, dvs. även de lägsta nivåerna.

Figur 4.20 Beräknad statistik över Vänerens vattenstånd för perioden 1964-1990 (gula staplar) och motsvarande beräkning med en antagen sänkning av dämningssgränsen med 30 cm (gröna staplar), respektive 50 cm (blå staplar)



Källa: Bergström et al., 2006.

Vid en sänkt dämningssgräns med 50 cm blev medelnivån +43,92 m, dvs. en genomsnittlig sänkning av medelnivån med 48 cm om man i övrigt bibehåller den tappningsstrategi som tidigare tillämpats av Vattenfall.

En sänkning av dämningssgränsen skulle alltså föra med sig en nästan lika stor sänkning av de lägsta nivåerna. Det skulle öka problemen för sjöfarten och det skulle kräva muddring och särskilt vid större sänkningar en rad andra åtgärder för att anpassa bl.a. slussar och kajanläggningar till ett lägre vattenstånd. Sjöfartsverket bedömer att kostnaden bara för muddring uppgår till ca 80 miljoner kronor vid en sänkning med 2 dm och ca 200 miljoner kronor vid en sänkning med 5 dm. Till detta kommer alltså andra kostnader, se även avsnitt 4.2.9.

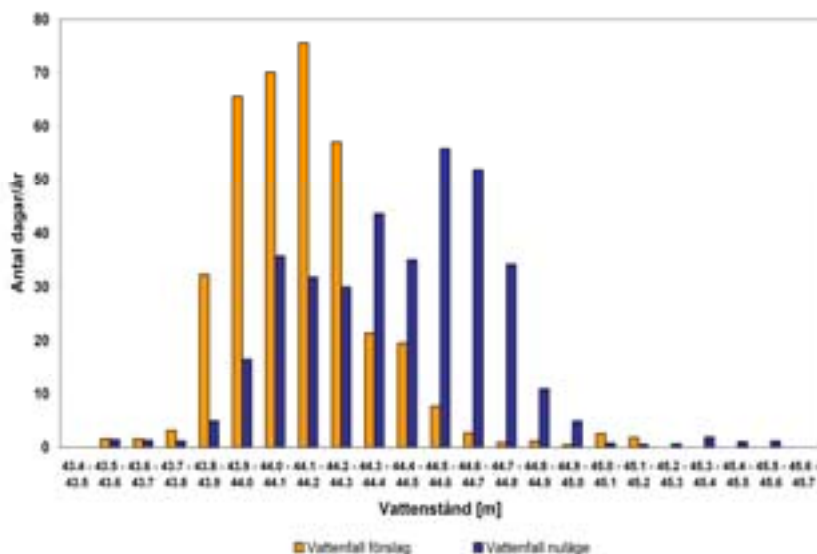
Med en lägre dämningssgräns minskar även vattenkraftsproduktionen i Göta älv. Den omedelbara effekten blir en lägre fallhöjd för anläggningen vid Vargön. Härtill kommer en viss reducering av korttids- och årsregleringsnyttan. Produktions-

minskningen och kostnaderna bedöms dock vara relativt begränsade.

En annorlunda vattenregleringsstrategi

SMHI och Vattenfall AB har studerat en modifierad tappningsstrategi för de fall nivån i Vänern ligger mellan dämningssgränsen och sänkningsgränsen. Detta är det intervall inom vilket Vattenfall till stor del själv kan råda över tappningen inom ramen för gällande vattendom. Den nya strategin har ingen årstidsindelning och bygger på att tappningen anpassas till nuvarande kapacitet i Göta älvs kraftverk, men att också visst spill accepteras. Tanken är att gå upp till Lilla Edets kraftverks kapacitet (780 m³/s) vid nivån +44,3 m i Vänern, att öka till Hojums och Olidans kapacitet (870 m³/s) vid nivån +44,5 och att gå upp till Vargöns kapacitet (900 m³/s) när Vänern ligger på nivån +44,7 m. Det beräknade medelvattenståndet för perioden 1964–2002 beräknas med en sådan strategi sänkas med +29 cm från +44,42 till +44,13 m. För den högsta nivån i januari 2001 blir den beräknade sänkningen 38 cm. Även tappningarna från Vänern påverkas, om än i mindre omfattning. Den föreslagna tappningsstrategin medför att de allra högsta tappningarna blir betydligt mindre vanliga, medan antalet dagar med låga tappningarna ökar något. Kostnaderna hänförs sig framför allt till minskade möjligheter att fritt reglera vattenkraften och därmed optimera intäkterna. Vattenfall beräknar förlusterna till ca 3 miljoner kronor/år. Effekterna på de lägre vattenstånden väntas bli måttlig. De lägsta vattenstånden väntas inte bli lägre men frekvensen av vattenstånd nära den kritiska nivån för sjöfarten väntas öka, se Figur 4.2.1 nedan.

Figur 4.21 Statistik över Vänerns vattenstånd för perioden 1964–2002 beräknad med dagens tappningsstrategi (blå staplar) och den föreslagna modifierade tappningsstrategin (gula staplar)



Källa: Bergström et al., 2006.

Sjöfartsverket bedömer att viss muddring kommer att vara nödvändig, framförallt i några hamnar, även med detta förslag, för att inte inskränkningarna i sjöfarten vid låga vattenstånd ska öka. Kostnaden för dessa muddringar har inte kunnat bedömas men de blir betydligt mindre än vid en generell sänkning av dämning-gränsen med ca 3 dm.

Vänerns natur och växt- och djurliv kan påverkas negativt om vattenstandsfluktuationerna minskar. Vikar, stränder och skärgårdsområden bedöms växa igen ytterligare med vass vilket minskar den biologiska mångfalden, ökar behoven av vassbekämpning och försämrar vattenkvaliteten i grunda vikar.

4.4.4 Ökad avtappning genom Göta älv

En näraliggande åtgärd för att minska riskerna för översvämning i Väner är att öka avtappningskapaciteten genom Göta älv. Genom vattendomen för Väner är det maximala flödet som idag får tappas vid Vänerns utlopp 1 030 m³/s. Ett ökat flöde genom Göta älv

tenderar dock att öka ras- och skredrisken. SGI har på utredningens uppdrag studerat konsekvenserna av en ökad avtappning (Statens geotekniska institut, 2006).

De scenarier SGI utgick ifrån motsvarar dels dagens maximala flöde vid Vargöns kraftverk (1 030 m³/s) och dels ett förhöjt flöde (av 1 400 m³/s), i båda fallen kombinerat med 0,5 m höjning av havsnivån.

Möjligheter till en ökad tappning beror inte enbart på tappningen från Vänern utan också mycket på rådande havsnivå vid tappningstillfället. Detta beroende på att havsnivån i hög grad styr hur stor möjlighet det finns att avleda vattnet från Göta älv till havet, utan att omfattande översvämningar uppkommer mellan Lilla Edet och Göteborg. Vid en hög havsnivå blir det nödvändigt att avsevärt minska tappningen från Vänern.

Översvämningar och invallningar

En ökad maxtappning i Göta älv med 1 400 m³/s leder till en högre vattennivå i Göta älv vilket leder till översvämningar. Det som främst påverkas av en högre vattennivå i Göta älv är kommunal infrastruktur, bebyggelse samt förorenade områden. Den ökade strömhastigheten vid en vattenföring större än 1 200 m³/s omöjliggör också en fortsatt fartygdrift i Göta älv, vilket skulle få omfattande konsekvenser för godstrafiken.

I Trollhättans Stad finns ett antal förorenade områden. Olja läcker ut i älven vid höga vattennivåer och risk finns för spridning av tungmetaller. I områdena kring Ale, Kungälv och Lilla Edets kommun påverkas ett antal industriområden och områden med förorenad mark. Förutom urlakning av miljöfarliga ämnen kommer den ökade strömningshastigheten att bidra till ökad erosion och därmed också ökad föroreningsavgång till älven. Den ökade strömningshastigheten ökar också skredrisken. Fastigheter i Ale, Kungälv och Lilla Edet, både bostäder och näringsfastigheter, översvämmas. Dämning och översvämningar av dagvatten och delar av spillvattennätet sker. Delar av VA-, el- och teleinfrastrukturen slås ut. Vattenverket Dösebacka i Kungälv svämmas över, med driftstörningar i vattenproduktionen som konsekvens.

Riksväg 45 är projekterad att byggas om på en nivå om 2,5 m över normalvattentillståndet i Göta älv vilket säkerställer vägtransporterna.

Ur översvämningssynpunkt krävs invallning inom låglänta bebyggda områden, främst nedströms Lilla Edet. Omfattningen av bedömda åtgärder baseras på framtidsscenarioer som ungefär motsvarar en framtida medelvattennivå i havet. Behov av invallningar för areella näringar samt för att skydda Göta älv nedströms Marieholm inom Göteborgs kommun har inte beaktats inom ramen för SGI:s studie. Ytterligare och högre invallningar krävs om översvämningar skall undvikas vid högre vattennivåer orsakade exempelvis av mer extrema havsnivåer.

Stabilitetshöjande åtgärder

Utgående från bedömd ändring av erosions- och grundvattenförhållandena för de två flödesscenarierna har översiktligt studerats hur stabiliteten förändras på 100 år sikt genom studier av några ”typsektioner” längs Göta älv. Stabiliteten kvantifieras med hjälp av begreppet ”stabilitetsklass”, där stabilitetsklass 1 motsvarar ”försumbar sannolikhet för skred” och stabilitetsklass 4 motsvarar ”påtaglig sannolikhet för skred”. Resultatet av den översiktliga studien är att stabilitetsklassen bedöms höjas en halv till en stabilitetsklass på 100 års sikt. I princip innebär detta genomgående en ökad skredsannolikhet inom delsträckor omfattande lösa lerjordar. De slänter som idag är på gränsen till att vara instabila, kan med de ovan beskrivna faktorerna av ökad erosion, höga porvattentryck och förändringar av vattennivåer komma att skreda om inte åtgärder vidtas. Även med dagens förhållanden är sannolikheten för skred så stor för dessa slänter att geotekniska åtgärder är angelägna.

Inom de delsträckor, motsvarande totalt drygt 40 km strandlinje, där SGI för dagens förhållanden tidigare utfört s.k. skredriskanalyser har en övergripande bedömning genomförts för de två flödesscenarierna enligt tabellen nedan.

Tabell 4.15 Bedömd förändring av stabilitetsklasser och tillkommande omfattning på stabilitetsförbättrande åtgärder inom delsträckor där skredriskanalyser har utförts

Nuvarande stabilitetsklass	Bedömd framtida stabilitetsklass	Bedömd omfattning på stabilitetshöjande förstärkningsåtgärder på grund av de framtida flödesscenerierna	
		Flöde 1 030 m ³ /s	Flöde 1 400 m ³ /s
4	>4	Ca 30–50 % av delsträckorna	Ca 50–70 % av delsträckorna
3	3-4	Ca 20–40 % av delsträckorna	Ca 40–60 % av delsträckorna
2	2-3	Ca 5–15 % av delsträckorna	Ca 10–20 % av delsträckorna
1	1-2	Sannolikt erfordras endast mindre stabilitetshöjande förstärkningsåtgärder	Sannolikt erfordras endast mindre stabilitetshöjande förstärkningsåtgärder

Källa: SGI, 2006.

Inom de delsträckor, motsvarande totalt ca 4 km strandlinje, där Räddningsverket tidigare låtit genomföra översiktliga stabilitetskarteringar för dagens klimatförhållande har motsvarande bedömning gjorts för de två flödesscenerierna. Det bedöms att ca 0,5–2,5 km av delsträckorna behöver åtgärdas för flödesscenario 1 030 m³/s. Motsvarande längd är ca 1,5–3,5 km för flödesscenario 1 400 m³/s. Förutom de bedömda förstärkningsåtgärderna kommer mer detaljerade utredningar att krävas längs huvuddelen av delsträckorna.

Inom de delsträckor, motsvarande totalt ca 30 km strandlinje, där en skredriskanalys, för dagens klimatförhållande, påbörjats år 2006 har motsvarande bedömning gjorts för de två flödesscenerierna. Det bedöms att ca 1,5–4,5 km av delsträckorna behöver åtgärdas för flödesscenario 1 030 m³/s. Motsvarande längd är ca 6–12 km för flödesscenario 1 400 m³/s. Förutom de bedömda förstärkningsåtgärderna kommer mer detaljerade utredningar att krävas längs huvuddelen av delsträckorna.

Inom övriga delsträckor, motsvarande ca 113 km strandlinje, saknas i stort sett underlag som baseras på moderna analysmetoder. Utgående från en bedömning av grundförhållanden och topografin har dock SGI utfört en mycket grov uppskattning av omfattningen av delområden där stabilitetshöjande åtgärder behövs.

Erosion och sedimenttransport

Vid ett ökat flöde från 1 030 m³/s till 1 400 m³/s kan vattenhastigheten komma att öka med ca 20 % enligt SMHI. Med ett antagande att vattenhastigheten ökar med detta värde och att vattenytan stiger ca 0,8 m i älven både för medel- och maximalflöden kan erosionen komma att öka med ca 50 % och därmed ge en ökad total uttransport av sediment från älven. Erosionens förhållande mellan maximala flöden och medelvattenflöden bedöms bli samma som idag (ca 4–6 gånger större) vid valt scenario.

Då det kommer att finnas behov av ett tappa ett högre flöde vid fler tillfällen jämfört med dagens klimat kommer erosionen i Göta älv att öka. Detta kommer att ske även med bibehållen maxtappning av 1 030 m³/s på grund av att det kommer att krävas en maximal tappning betydligt oftare än idag. Baserat på överslagsmässiga beräkningar bedöms att erosionstakten ökar med i storleksordningen 15–55 % vid bibehållen maxtappning 1 030 m³/s.

Fartygstrafiken påverkar erosionen på tre sätt:

- Förändringar i strömningshastighet och vattenstånd i älven på grund av att fartyget färdas i en begränsad vattenmassa.
- Inducerad strömning på grund av propellerrörelsen
- Ökad materialtransport på strandplanet på grund av vågbildning (svallvågor från fartyget)

Vid bedömningen av effekten på erosionen har en utredning från SSPA (1996) av vattenhastighet på älvbotten och älvslänt från fartyg med en hastighet på 6 knop använts som schablon. Studien antyder att fartygstrafiken kan stå för ca 4 % av bottenerosionen och ca 13 % av stranderosionen med dagens flöden. I de studerade framtidsscenarierna bedöms erosionsandelen förorsakad av fartygstrafiken vara lika stor som idag.

Vid ett ökat flöde kommer behovet av muddring av sediment att öka. Erosionen kan komma att öka med ca 50 %. För Sjöfartsverket och Göteborgs Hamn innebär detta större underhållskostnader. I Nordre älv, som idag inte muddras, kan en större sedimentering troligen innebära att viss underhållsmuddring kommer att erfordras. Underlag för omfattningen av muddring i Nordre älv har inte kunnat bedömas inom ramen för denna utredning.

Åtgärder

I det följande har kostnader och förslag på åtgärder uppskattats längs Göta älv från Vargön till strax norr om Marieholm i Göteborg. Nordre älv har inte studerats inom ramen för utredningen, men kommer även att påverkas av ändrade flöden. Nedströms Marieholm har enbart muddringsarbeten beaktats, dvs. inga åtgärder för att skydda Göteborgs hamnanläggningar etc. har beaktats. I de låglänta delarna söder om Lilla Edets sluss som idag utgörs av strandängar, åkrar eller annan naturmark har *inte* invallning och eventuella tillhörande förstärkningsåtgärder kalkylerats.

Inom flera områden utefter Göta älv är skredrisken stor redan för befintliga förhållanden. Det är därför angeläget att åtgärda dessa områden redan i dagsläget, men behovet ökar ytterligare om de studerade klimatscenarierna uppkommer. Åtgärdskostnaderna har överslagsmässigt bedömts även för dagens förhållanden.

Vid bedömningen av kostnader kopplade till stabilitetshöjande åtgärder har följande åtgärder beaktats:

- Avschaktning och stödfyllning vid låga slänter.
- Avschaktning och stödfyllning vid höga slänter.

Vid bedömning av kostnader för invallning av låglänta områden har följande åtgärder beaktats:

- Utläggning av vall på markytan.
- Utläggning av vall på markytan samt tätning av genomsläpplig jordfyllning med t.ex. bentonitskärm.

Vid bedömning av kostnader för utläggning av erosionskydd har följande åtgärder beaktats:

- Förhöjning av befintliga stranderosionsskydd.
- Utläggning av nya stranderosionsskydd.
- Utläggning av nya erosionskydd i anslutning till undervattensslänten vid den djupare farledsfåran (bottenerosionsskydd).

Vid bedömningen av kostnaderna, se Tabell 4.16 har det förutsatts att ingen förändring sker av dagens lågvattennivåer i Göta älv. En förändring av lågvattennivåer ökar risken för skred betydligt.

Tabell 4.16 Tabell Bedömda kostnader för stabilitetsförbättrande åtgärder, invallningar och erosionskydd för olika flöden

Max tappning 1 030 m ³ /s, höjd havsnivå (miljoner kronor)	Max tappning 1 400 m ³ /s, höjd havsnivå (miljoner kronor)
700–4 900	900–6 200

Källa: SGI, 2006.

Kostnaderna för stabilitetsförbättrande åtgärder och botten-erosionskydd är klart dominerande och utgör ca 70–90 % av totalkostnaderna i framtidsscenerierna.

Underhållskostnaderna för erosionskydd samt behov av muddring kommer att stiga vid ett ökat tappningsflöde och/eller fler antal tillfällen då hög tappning sker. De bedömda årliga underhållskostnaderna framgår av Tabell 4.17.

Tabell 4.17 Bedömda årliga kostnader för underhåll

Max tappning 1 030 m ³ /s, höjd havsnivå, miljoner kronor/år	Max tappning 1 400 m ³ /s, höjd havsnivå, miljoner kronor/år
25–35	30–45

Källa: SGI, 2006.

Övervakning genom besiktning och kontrollstationer inom skredkänsliga områden behöver utökas på grund av mer varierande vattenstånd. Låg tappning påverkar stabiliteten negativt t.ex. efter kraftiga regn inom Göta älvs avrinningsområde som gör att vattentrycken i jorden ökar samtidigt som man har ett lågt flöde i älven.

Bedömda årliga kostnader för övervakning framgår av Tabell 4.18.

Tabell 4.18 Bedömda årliga kostnader för övervakning

Max tappning 1 030 m ³ /s, höjd havsnivå, miljoner kronor/år	Max tappning 1 400 m ³ /s, höjd havsnivå, miljoner kronor/år
0,4–1,0	0,6–1,5

Källa: SGI, 2006.

I dag saknas det skredriskanalyser eller stabilitetskarteringar över stora, främst glest bebyggda, sträckor längs Göta älv. För att kunna möta de klimatförändringar som visas i de globala och regionala

klimatscenerierna krävs en ökad kunskap om stabilitetsförhållandena längs hela Göta älv.

För att kunna göra heltäckande studier av stabilitetsförhållandena krävs kunskap om den pågående erosionen i älven samt effekter av förändrade grundvatten- och porvattentryck samt kunskap om jordens egenskaper. Dessutom krävs bättre underlag rörande t.ex. flöden och vattennivåer och hur dessa varierar i tiden. Utredningar av erosionens omfattning, sedimenttransport från Vänern och biflöden, påverkan av fartygstrafik, korttidsreglering m.m. erfordras för att prognostisera framtida effekter av olika klimatscenerier. En sådan utredning, kompletterad med den ovan beskrivna erosionsövervakningen samt geotekniska analyser ger viktig kunskap rörande stabilitetsförhållanden men även kunskap till kommuner, muddringsföretag, sjöfart med flera.

Sammantaget bedöms att kostnaden uppgår till ca 60–110 miljoner kronor för ovan beskrivna utredningar rörande skredrisker, erosion och sedimentationstransport samt grundvatten. Utredningsbehovet är synnerligen angeläget redan i dagsläget, men behovet ökar ytterligare om de studerade flödesscenerierna blir aktuella.

Utöver angivna utredningskostnader tillkommer detaljprojektering inom de områden där ovannämnda utredningar kommer att påvisa att förstärkningsbehov föreligger. Dessa projekteringskostnader bedöms uppgå till i storleksordningen 10 % av förstärkningsåtgärderna.

För dagens förhållanden bedöms att kostnaderna för stabilitetsförbättrande åtgärder och utläggning av erosionskydd uppgår till i storleksordningen 300–1 700 miljoner kronor. Till detta kommer åtgärder vid befintliga vattenkraftverk och dammar. Åtgärder behövs åtminstone vid Vargön och Lilla Edet.

SGI gör bedömningen att en ökad tappning till 1 400 m³/s i Göta älv kan accepteras vid en havsnivåhöjning med 0,5 m, under förutsättning att de lägsta vattenstånden inte minskar och att omfattande stabilitetsförbättrande åtgärder genomförs.

4.4.5 Ny kanal eller tunnel

En ny kanal eller tunnel skulle kunna användas för att avbörda vatten från Vänern. Redan 1908 diskuterades möjligheten att bygga en kanal från Vänern till Uddevallatrakten främst i syfte att gynna

sjöfarten. Efter översvämningarna 2001 lanserades idén med en avtappningstunnel från Vänern till Byfjorden eller Gullmarn i Västerhavet av bl.a. SWECO VBB (SWECO, 2002) och förslaget presenterades för Landshövdingen i Värmland m.fl. tänkbara intressenter i mars 2002.

Vi har med utgångspunkt i tidigare förslag låtit geoteknisk expertis analysera de byggtekniska möjligheterna för en kanal respektive tunnel mellan Vänern och Västerhavet. (Stille et al., 2006) Vi har utgått från en avbördningsförmåga om minst 400 m³/s. En ökad avtappning med denna volym bedöms kunna sänka de högsta vattenstånden i Vänern med ca 0,5 m.

Topografiska förutsättningar

Från Vänerns yta ca +45 m stiger marknivån väster om Vänern snabbt till ca +75 m i området omkring Ursand där ett tänkt intag till tunneln antas vara beläget. Längs den tänkta tunnelsträckningen mot Uddevalla förekommer höjder på upp till +90 m men också några dalgångar på nivåer runt +60 m. Norr om Uddevalla höjer sig terrängen upp mot Herrestadsfjället till cirka +125 m. Där förekommer enstaka toppar på ca +140 omkring de tänkta tunnelsträckningarna. I riktning mot Byfjorden är terrängens höjdnivå cirka +90 m för att sedan brant falla till +5 m närmast fjorden. Väster om Uddevalla passerar tunneln i riktning mot Gullmarn den dalgång där järnväg och Europaväg 6 är anlagda. Där är lägsta marknivå cirka +60 m. Västerut mot Gullmarn är terrängen relativt kuperad med några toppar på ca +80 m. Området korsas av flera dalgångar med nivåer på ca +30 m. Invid Gullmarn stupar terrängen brant mot nivån +0 m.

För en alternativ tunnelsträckning med utlopp i Havstens fjord är terrängens nivå och profil jämförlig med ovan beskrivning av sträckan mellan Vänern och Uddevalla.

Figur 4.22 Möjliga tunnelsträckningar. (De verkliga sträckningarna måste baseras på en teknisk och planmässig utredning)



Källa: Stille et al., 2006.

Byggtekniska förutsättningar för en kanal

Bäveåns dalgång stiger från havsnivån vid dess utlopp i Byfjorden till Bergsjön söder om Lane-Ryr där vattenytans nivå är ca +48 m. Där börjar ett sammanhängande vattensystem bestående av bäckar, åar och sjöar som leder i riktning mot Vänern. Vattenytans högsta punkt i vattensystemet ligger på cirka +55 m. Den sjö som har den högst belägna vattenytan på sträckan ligger ca 1,5 km från Vänern och har en vattennivå på ca +52 m.

I Figur 4.23 visas ett översiktligt förslag på ett stråk i terrängen som skulle kunna tas i anspråk för ett alternativ där existerande vattensystem utnyttjas för kanalsträckningen.

Figur 4.23 Översiktligt förslag på kanalsträckning visat som stråk i terrängen



Källa: Stille et al., 2006.

För att bedriva sjöfart och övervinna höjdskillnad mellan Uddevalla och det högst belägna partiet antas att minst fyra slussar måste uppföras. Vid avbördning från Vänern måste vattenytan för sjöarna belägna mellan Vänern och Bergsjön avsänkas under Vänerns vattennivå. Vänerns högsta dämningssgräns är cirka +45 m och det naturliga djupet på sjöarna bestämmer schaktarbetenas omfattning. Det är troligt att flera sjöar måste fördjupas för att åstadkomma en avtappningskapacitet på 400 m³/s men närmare studier av i vilken omfattning sådana fördjupningar behövs har inte utförts. För att bedriva sjöfart motsvarande dagens Vänersjöfart bör kanalen vara minst 6 m djup och 25 m bred (Sjöfartsverket, 2006). Dessa dimensioner räcker dock inte för att avbörda 400 m³/s. Överlagmässiga beräkningar visar att för att avbörda 400 m³/s behövs en tvärsnittsarea av cirka 150 m². Vattenspegeln för en sådan sektion är cirka 35 meter bred vid 6 meters djup. Denna kapacitet förutsätter en lutning på 1 meter per km.

I sin nedre del skulle kanalen följa Bäveånssträckning. Dagens flöden i Bäveån varierar mellan 3 och 6 m³/s. För en avbördning från Vänern runt 400 m³/s skulle det alltså krävas omfattande mark- och schaktarbeten för fördjupning och breddning samt invallning.

På den sista delen vidare mot Uddevalla sträcker sig Bäveån nära bostäder, industriområden och vägar. Här passerar ån genom två naturreservat samt tangerar gränsen på ytterligare ett naturreservat. Uddevallas huvudvattentäkt är Köperödsjöarna och allt vatten till tükten pumpas från Bäveån. En kanal skulle alltså inverka på Uddevallas vattenförsörjning. Inom Bäveån-Risån vattenområden finns också sex vattenkraftverk med tillhörande dammar. Tre vattenkraftverk med dammar ligger längs Bäveån några kilometer från Uddevalla. De övriga kraftverkens lägen har inte fastlagts i detalj. Det är oklart om det skulle vara möjligt att förlägga slussar i anslutning till existerande vattenkraftverk i Bäveån och Risån. På flera sträckor finns också stabilitetsproblem och risk för ras- och skred.

Byggtekniska förutsättningar för en tunnel

Totala fallhöjden mellan Vänern och Västerhavet är ca 45 m. För att tillräcklig vattenmängd ska kunna tappas genom tunneln får inte de fallförluster som friktion mot tunnelväggarna mm ger överstiga fallhöjden. Med en tunnelarea om 170 m² bedöms fallförlusterna bli ca 43 m vid ett flöde på 400 m³/s om man tittar på den längsta tunnelsträckningen (till Gullmarn).

För att säkerställa tunnelns tekniska funktioner behöver överväganden göras beträffande utformning och design. Det påverkar i sin tur omfattningen av bergarbetena som ligger till grund för den grova kostnadsuppskattningen. Inom ramen för denna utredning omfattar övervägandena tunnelns höjdläge, täthetskrav samt minsta antal arbetsfronter som kan krävas, se Tabell 4.19.

En tunnelarea på 170 m² motsvaras av en hästskoformad tunnel med en höjd på 12 m och en spännvidd på 20 m. Storleken är jämförbar med Stockholms T-banestationer och tågstationerna under Arlanda.

Antagna tätningskrav är jämförbara med vad som gäller för järnvägstunnlar i rural miljö. Tunnlarna har bedömts kunna utformas utgående från krav som ställs i den lägsta säkerhetsklassen. Denna bedömning baseras på att personer inte uppehåller sig i tunnlarna vid normal drift. De skall då vara fyllda med vatten oavsett om avbördning sker eller inte. Om tunneln också ska stängas av vid inloppet (för att kunna utföra underhåll och reparationer), påverkar detta konstruktionen såväl som de totala kostnaderna.

Tabell 4.19 Tekniska överväganden som beaktas i kostnadsuppskattningen

Teknisk funktion	Praktisk konsekvens	Tekniskt övervägande som beaktats i kostnadsuppskattningen
Avbördning från Vänern sker periodvis när tillflödet till och nivån i Vänern så kräver och tunneln är vattenfylld vid stillestånd	Vattentrycket i tunneln längs sträckan kommer att variera beroende på om vatten avbördas eller inte	Trycklinjens läge bör i möjligaste mån inte överstiga marknivå på någon del av tunnelsträckningen för att förhindra vatten att läcka ut från tunneln
Intagskonstruktion vid Vänern kan ligga nära markytan	Tunneltak kan ligga strax under lägsta vattennivå i Vänern	Tunneltakets nivå bör förläggas under nedre dämningssgränsen som är +43 m
Utloppet i Gullmarn och i Havstensfjorden bör ligga med viss marginal under lägsta vattennivå	Turbulens eller virvelbildning i ytvattnet kan reduceras	Tunnelbottens nivå förläggs på -25 m
Utloppet till Byfjorden förläggs i kanal med energiomvandlande funktion	Erosion av bottensediment av hög strömningshastighet kan undvikas	Tunnelbottens nivå förläggs till -12 m i kanalens uppströmsände
Konstruktion för avstängning av tunnelns avbördande funktion är belägen nedströms i tunneln	Trycklinjens nivå befinner sig på cirka +45 m uppströms om denna konstruktion när avbördning inte sker	Terrängprofil beaktas vid lokalisering av denna konstruktion. Det kan innebära att ett bergschakt mellan markyta och tunnel behöver uppföras
För en optimerad byggtid och ekonomi måste arbete bedrivas på flera tunnelfronter	Flera arbetstunnlar måste uppföras	Påslag med arbetstunnlar förläggs längs tunnelsträckningen så att berguttag av huvudtunneln omfattar cirka 11 km per påslag
Tunnelns täthet	Grundvattnet påverkas under byggtiden både när avbördning inte sker och under avbördning	Inläckning under byggtid anses vara dimensionerande och tillåten inläckning ansätts till 10 l/min, per 100 m tunnel

Källa: Stille et al., 2006.

Geotekniska förutsättningar för en tunnel

Berggrunden mellan Gullmarn och Uddevalla utgörs i stort av gråa åderrika sedimentgnejser med inslag av bredare områden bestående av gråa och röda medelkorniga graniter.

Mellan Uddevalla och Vänern återfinns gråa, homogena eller bandade gnejser med förekomst av ögonförande gnejser och por-

fyriska graniter. Längs denna del av tunnelsträckningen är berggrundens sammansättning och ursprung liknande tunnarna i Göteborg och berggrunden i Stenungsund. Flera större regionala sprickzoner genomkorsar området med företrädesvis nord-sydlig strykning. En har observerats vid Bokenäs och andra kring Lane-Ryr. Söder om stora Hästefjorden finns en överskjutningszon. I detta område förekommer även flera krosszoner.

Längs hela tunnelsträckningen går urberget frekvent i dagen. I dalgångarna finns företrädesvis leror av glacialt ursprung. Lerdjupen uppgår till mellan ca 10 m och 15 m men lokalt finns observationer på djup som överstiger 25 m. Kärr och mossmarker är också frekvent förekommande speciellt i området mellan Uddevalla och Vänern. Endast lokalt finns isälvsavlagringar.

Hydrogeologiska kartblad indikerar att bergområdet mellan Vänern och Uddevalla är tämligen genomsläppligt vilket är i överensstämmelse med förekomst av krosszoner. I området mellan Gullmarn och Uddevalla är berggrunden tätare. Här finns sammanhängande dalgångar innehållande mäktiga finkorniga sediment (lera) med möjlig förekomst av underliggande sand och grus vilket gör att en grundvattenpåverkan även vid små vattenuttag kan sprida sig långt ut och ge upphov till sättningar i marken.

För den alternativa tunnelsträckningen med utlopp i Havstens fjord bedöms de geologiska förutsättningarna ur byggnadsteknisk synpunkt vara likvärdiga de som förekommer mellan Vänern och Gullmarn. Söder om Uddevalla är berggrunden ur byggnadsteknisk synpunkt jämförbar med berggrunden väster om Uddevalla.

Tunnel från Vänern till Byfjorden

Anläggningen skulle bestå av en intagskonstruktion i Vänern söder om Ursand, en cirka 30 km lång tunnel med utlopp anordnat norr om Kärråån väster om Uddevalla samt en cirka 700 m lång utloppskanal som leder till Byfjorden vid Kärrååns utlopp. På sträckan skulle det behövas minst tre arbetstunnlar med en total längd av ca 2 km. Tunnelns sträckning förläggs i möjligaste mån utanför Uddevallas stadsmiljö för att reducera omgivningspåverkan.

De geologiska förutsättningarna bedöms ur tunnelbyggnadsteknisk synpunkt vara goda. Berggrunden utgörs längs stora delar av tunnelsträckningen av svenskt urberg av god kvalitet. Berggrund

med sämre kvalitet förekommer och vissa avsnitt bedöms komma att kräva mer omfattande tätnings- och förstärkningsarbeten.

Tunnel från Vänern till Gullmarn

Även här skulle en intagskonstruktion i Vänern söder om Ursand byggas. Tunneln blir cirka 43 km lång. Här förutsätts en avstängningskonstruktion samt undersjöutlopp anordnas i Gullmarn. På sträckan behövs minst arbetstunnlar med en total längd av ca 2,5 km.

Berggrunden längs tunnelsträckan mellan Uddevalla och Gullmarn bedöms uppvisa en något större andel berg av god kvalitet än längs sträckningen mellan Vänern och Uddevalla. Men även här förekommer avsnitt som kommer att kräva mer omfattande tätnings- och förstärkningsarbeten.

Tunnel från Vänern till Havstensfjorden

Samma sorts intagskonstruktion i Vänern söder om Ursand är aktuell också här. Tunneln blir cirka 32 km lång. Även här byggs en avstängningskonstruktion samt undersjöutlopp i Havstens fjord. På sträckan behövs minst arbetstunnlar med en total längd av ca 2 km.

Berggrundens kvalitet längs hela tunnelsträckan bedöms ungefär ha samma fördelning som sträckan mellan Vänern och Gullmarn. Det vill säga att berggrunden längs stora delar av tunnelsträckningen utgörs av svenskt urberg av god kvalitet men att avsnitt förekommer som kommer att kräva mer omfattande tätnings- och förstärkningsarbeten.

Miljökonsekvenser

Ett stort utsläpp av sötvatten i Västerhavet skulle påverka ekosystemen. Hur stor påverkan som sker beror bl.a. av hur ofta tunneln skulle komma till användning. Gullmarn och sannolikt också Havstens fjord har större vattenomsättning än Byfjorden. Syresituationen i Byfjorden är ofta ansträngd och en tillförsel av lätt sötvatten skulle kunna bidra till ökad inströmning av salt, bättre syresatt havsvatten i fjorden. Liknande effekter skulle kunna

uppstå i Havstens fjord samt i Gullmarn. De negativa effekterna för marina arter kan dock bli betydande och miljökonsekvenserna av en avtappningstunnel behöver därför noggrant utredas innan ett beslut fattas.

Kostnader för de olika tunnelalternativen

De här redovisade byggkostnaderna baseras på rådande marknadspriser. Berguttag för tunnel och arbetstunnlar inklusive bergförstärkning, tätning, konstruktioner för intag och utlopp samt förundersökningar och projektering utgör 75 % av den totala kostnaden. Beställarens och utförarens allmänna omkostnader samt påslag för risk och vinst utgör 25 % av de uppskattade totala byggkostnaderna. Kostnader för marklösen, tillståndprocesser, etc., ingår ej.

- Byggkostnaden för tunneln mellan Vänern och Byfjorden har beräknats till ca 3,5 miljarder kronor inklusive schakt för utloppskanal.
- Byggkostnaden för tunneln mellan Vänern och Gullmarn har uppskattats till ca 4,6 miljarder. Det vill säga för en förlängning till Gullmaren från Uddevalla tillkommer byggkostnader på totalt ca 1,1 miljarder.
- Byggkostnaden för tunneln mellan Vänern till Havstens fjord har beräknats till ca 3,8 miljarder.

Tid för byggande

Tid för byggande beror på ett antal parametrar. De som påverkar mest i detta skede är längden på tunneln, kapacitet för berguttag och antalet parallella arbetsfronter. Med en kapacitet per arbetsfront på mellan 65 och 80 m per arbetad månad tar det mellan 5 och 7,5 år att färdigställa tunneln, beroende på valt alternativ. Utökas antalet arbetsfronter med två, i form av ytterligare en arbetstunnel, kan byggtiden förkortas med uppskattningsvis 12 till 18 månader.

För projektet i sin helhet tillkommer tider för förundersökning, framtagande av bygghandling och miljökonsekvensbeskrivning samt berörda myndigheters tillståndprocesser. Tid till färdig-

ställande efter beslut om uppförande kan således uppgå till mellan 10 och 15 år.

Möjlighet att producera vattenkraft

Om ett vattenkraftverk uppförs och ansluts till tunnelalternativet har det bedömts att det skall dimensioneras för ett flöde genom tunneln på ca 150 m³/s. Vid detta flöde blir fallförlusterna i tunneln betydligt mindre och är ca 6 m för den längsta tunneln till Gullmarn. Den alstrade effekten för ett vattenkraftverk med ovan flöde kan uppskattas till mellan 40 och 45 MW, beroende på vilket tunnelalternativ som beaktas.

SWECOS utredning från 2002 belyser möjligheten att förlägga en vattenkraftanläggning i anslutning till huvudtunneln för alternativ Gullmarn. En sådan anläggning borde även vara möjlig att utföra för de två andra tunnelalternativ som föreslås här. Konsekvenser av en eventuell vattenkraftanläggning ur teknisk eller ekonomisk synvinkel beaktas dock inte i denna utredning. Vår bedömning är dock att utformningen på avtappningstunneln och deras sträckningar inte utgör någon byggnadsteknisk begränsning för att uppföra en vattenkraftanläggning.

4.4.6 Kostnader för olika åtgärder

Huvudsakligen fyra typer av åtgärder för att minska översvämningsrisken är möjliga:

- åtgärder uppströms
- öka avtappningskapaciteten, dvs. det maximala flödet som kan tappas från Vänern,
- sänka den genomsnittliga vattennivån i Vänern genom en ändrad regleringsstrategi
- genomföra skyddsåtgärder för att förebygga och kunna avhjälpa skador vid höga nivåer.

Effekterna av dessa åtgärder diskuteras i avsnitt 4.4.2–4.4.5.

Åtgärder uppströms

Åtgärder uppströms kan inte ensamma minska risken för översvämningar i Vänern tillräckligt. En höjning av dammkrönen uppströms med 1 m kan maximalt sänka de högsta vattenstånden i sjön med ca 19 cm förutsatt att den maximala fyllnadsmängden i vattenmagasinen inte ökas.

Kostnaderna för dammsäkerhetshöjande åtgärder inom Fortum är i medeltal ca 20 miljoner kronor per åtgärdat regleringsmagasin. Inget av dessa projekt innefattar dock höjning av tillåten dämningnivå. En höjning av dämningnivån innebär en höjning av dammkonstruktionerna, ett kraftigt ökat krav på stödfyllningarnas storlek samt ofta en förlängning av dammkonstruktionerna. Försiktigt räknat, på 20 miljoner kronor per damm, blir kostnaden för att höja dammkrönen på femtio av magasinen uppströms Vänern minst 1 miljard kronor. Därtill kommer kostnader för inlösen av mark mm och skador på bebyggelse uppströms, vilket troligen är de största kostnadsposterna. Att istället sänka vattennivån i magasinen med en meter bedöms bli billigare när det gäller investeringskostnaderna. Den årliga kostnaden bedöms av Fortum Generation AB uppgå till ca 50 miljoner kronor i form av förlorade elproduktionsintäkter. Till detta kommer t.ex. kostnader för minskade möjligheter till att utnyttja sjömagasinen för olika ändamål när vattennivån sänks.

Ökad maxavtappning genom Göta älv

För att kunna öka utskovet genom Göta älv utan svåra konsekvenser för intilliggande bebyggelse måste åtgärder vidtas mot ras och skred längs älven. Vidare måste avbördningsförmågan kvid kraftstationen Lilla Edet ökas.

Inom utredningen har effekter på ras och skredrisker vid dagens maximala tappning av 1 030 m³/s respektive en ökad tappning av 1 400 m³/s studerats, i båda fallen kombinerat med 0,5 m höjning av havsnivån. Möjligheter till en ökad tappning beror av såväl tappningen från Vänern som av rådande havsnivå. SGI:s bedömning av totala kostnader för de studerade scenarierna presenteras i Tabell 4.20. Kostnader för invallning av obebyggda låglänta områden, Nordre älv samt Göteborg ingår ej.

Tabell 4.20 Kostnader för åtgärder vid Göta älv vid olika tappningsnivåer från Vänern, miljoner kronor

	Max tappning 1 030 m ³ /s (ökad återkomsttid) och höjd havsnivå	Max tappning 1 400 m ³ /s och höjd havsnivå
Stabilitetsåtgärder, erosionskydd, invallningar (miljoner kronor)*	700–4 900	900–6 200
Utredningar (miljoner kronor)	60–110	60–110
Totalt (miljoner kronor)	760–5 010	960–6 310
Övervakning (miljoner kronor /år)	0,5–1,0	0,7–1,6
Årligt underhåll (miljoner kronor /år)	25–35	30–45
Totalt (miljoner kronor /år)	25–36	31–47

* Exklusive projekteringskostnader. *Källa:* SGI, 2006.

För dagens förhållanden bedöms att kostnaderna för stabilitetsförbättrande åtgärder och utläggning av erosionskydd uppgår till i storleksordningen 0,3–1,7 miljarder kronor, att jämföra med kostnaderna vid ökade återkomsttid av maxflödet 1 030 m³/s. Den ökade återkomsttiden i klimatscenerierna kan således ge upphov till ganska stora kostnader även om maxtappningen inte ökar.

Kostnaderna för övervakning och underhåll i Tabell 4.20 är årliga kostnader. Totala kostnader för en period på 50 och 100 år i diskonterat nuvärde med 4 % kalkylränta visas i Tabell 4.21. Livslängden för åtgärderna kan antas vara 100 år (pers.komm SGI, Carina Hultén), varför dessa värden är de mest relevanta.

Tabell 4.21 Totala kostnader för övervakning och underhåll, diskonterat nuvärde. Kalkylränta 4 %, miljoner kronor

	Årligt värde	Nuvärde på 100 år
Maxtappning 1 030 m ³ /s	25–36	600–900
Maxtappning 1 400 m ³ /s	31–47	800–1200

Källa: SGI, 2006.

Merkostnaderna för att öka maxtappningen till 1 400 m³/s jämfört med kostnaderna för de åtgärder som krävs för att förebygga effekterna av att maxtappningen på 1 030 m³/s kommer att ske oftare i ett förändrat klimat ligger mellan 0,2 och 1,3 miljarder kronor. Inklusiv skillnaden mellan de årliga kostnaderna (räknat på 100 år) för övervakning och underhållning blir merkostnaden 0,4–1,6 miljarder kronor.

Utöver detta behövs invallningar mm längs Göta älv för att undvika översvämningar inkl ev. geotekniska förstärkningsåtgärder. Merkostnaderna för detta vid högre maxtappning har inte kunnat beräknas.

Vattenfall bedömer att avbördningsförmågan vid Lilla Edet kan ökas med ca 150 m³/s för en kostnad som har bedömts till ca 15–30 miljoner kronor. Därtill skulle det kunna vara möjligt att öka avbördningsförmågan med ytterligare 150 m³/s, till en kostnad av i storleksordningen 20–40 miljoner kronor. Sammanlagt kan således utskovet öka med ca 300 m³/s, till en kostnad av 35–70 miljoner kronor.

Merkostnaden för åtgärder i Göta älv som behövs för att kunna tappa 1 400 m³/s uppgår till ca 0,4–1,7 miljarder plus åtgärder för skydd mot översvämning i Göta älvs andra delar. Inklusivt det skydd som behövs för att skydda mot den ökade frekvensen av höga flöden i ett förändrat klimat ligger kostnaderna mellan 1,8 och 7,5 miljarder kronor.

Tunnel från Vänern till Västerhavet

De tunnelalternativ som beaktas avser ett nytt utskov på ca 400 m³/s. De här redovisade byggkostnaderna baseras på rådande marknadspriser. Berguttag för tunnel och arbetstunnlar inklusive bergförstärkning, tätning, konstruktioner för intag och utlopp samt förundersökningar och projektering utgör 75 % av den totala kostnaden. Beställarens och utförarens allmänna omkostnader samt påslag för risk och vinst utgör 25 % av de uppskattade totala byggkostnaderna. Kostnader för marklösen, tillståndprocesser, etc., ingår ej.

Tabell 4.22 Byggkostnader för tunnel med olika sträckningar, miljoner kronor

Tunnel till Byfjorden	3 500
Tunnel till Gullmarn	4 600
Tunnel till Havstens fjord	3 800

Källa: Stille et al., 2006.

Om ett vattenkraftverk uppförs och ansluts till tunnelalternativet har det bedömts att det skall dimensioneras för ett flöde genom tunneln på ca 150 m³/s. Vid detta flöde blir fallförlusterna i tunneln

betydligt mindre och är ca 6 m för den längsta tunneln till Gullmarn. Den alstrade effekten för ett vattenkraftverk med detta flöde kan uppskattas till mellan 40 och 45 MW, beroende på vilket tunnelalternativ som beaktas. Detta kan generera vissa intäkter; hur stora beror framförallt på vilken drifttid man kan få.

Miljöpåverkan utifrån olika alternativa sträckningar har inte värderats, men bör beaktas i en utvärdering avseende bästa alternativ.

Ändrad reglering

Vid en sänkning av dämningssgränsen måste farleder och hamnbassänger muddras. Marginalerna mellan maximalt djupgående och faktiskt djup, är idag så små att det inte finns någon möjlighet att kompensera lägre sänkningsgräns med minskade marginaler. Behovet av muddring är i stort sett direkt proportionellt till sänkningen.

Tabell 4.23 Kostnader för muddring i Vänern

Sänkning	Muddermassor, m ³ totalt	Kostnad miljoner kronor
1 dm		
Sjöfartsverket	52 000	7,7
Hamnarna	194 000	28,7
Summa		36
2 dm		
Sjöfartsverket	115 000	17,0
Hamnarna	430 000	636,6
Summa		80
5 dm		
Sjöfartsverket	286 000	42,3
Hamnarna	1 010 000	158,4
Summa		200

Källa: Sjöfartsverket, 2006.

Kostnaderna för att muddra är i stort sett proportionell mot den volym som ska muddras. En interpolering ger vid handen att kostnaderna för en muddring med 3 decimeter skulle uppgå till ca 120 miljoner kronor.

Ej kostnadssatta åtgärder som fordras för att upprätthålla sjöfarten:

- Kostnader för omhändertagande av förorenade muddermassor tillkommer för Skoghall, Grums, Älvenäs, Karlstad och Otterbäcken där sjöbotten är förorenad
- Kostnader för omläggning av sjökablar i farleden Vassbotten-Vänern-Norrmansgrundet samt vid Skoghall och Lidköping.
- Något ökade kostnader för underhållsmuddring, framför allt vid Lidköping och Skoghall.
- Åtgärder på kajer och pirar
- Ombyggnad av slussar, vid några ställen även muddring och sprängning. En nybyggnad av en sluss (Brinkebergskulle)
- Erosionsskydd vid slussar, hamnar och längs farleder
- Anpassning av vissa fritidsbåtshamnar
- Framtagning av nya sjökort
- Negativa effekter för fisket. Påverkan på hamnar och bryggor. Fiskbeståndet kan minska, främst på grund av syrgasbrist.
- Negativ påverkan på biologisk mångfald på grund av ökad igenväxning av stränder, vikar och skär. Hotade arter som försvinner.
- Försämrade vattenkvalitet i grunda vikar och sund. Ökade behov av att röja igenväxande vikar och sund, liksom badplatser, rekreationsområden och turistanläggningar.

En ändrad reglering, där man ökar avtappningen i ett tidigare skede, lägger vissa restriktioner på vattenkraftsproduktionen. Vattenfall AB har beräknat produktionsförlusterna till ca 3 miljoner kronor per år, vilket motsvarar ett nuvärde på 65 miljoner kronor över 50 år och 75 miljoner kronor över 100 år. Vid en ändrad reglering kan också ytterligare muddringsarbeten behövas på vissa platser för att säkerställa sjöfarten. Dessa bedöms vara av mindre storlek, men har inte kunnat beräknas.

En lägre dämningssgräns ger också negativa effekter på den biologiska mångfalden. Följande effekter kan väntas som dock ej kostnadsberäknas:

- Negativ påverkan på biologisk mångfald på grund av ökad igenväxning av stränder, vikar och skär. Hotade arter som kan försvinna från området.
- Försämrad vattenkvalitet i grunda vikar och sund. Ökade behov av att röja igenväxande vikar och sund, liksom badplatser, rekreatiomsområden och turistanläggningar.

Invallningar och andra skyddsåtgärder

Om vattennivån i Vänern inte kan hållas nere genom andra åtgärder måste vissa områden vallas in om man ska undvika översvämningsskador. Särskilt drabbade områden är Karlstad, Lidköping och Vänersborg. SWECO har kartlagt de industrier och industriområden som måste vallas in för att skydda mot översvämning. Dessa kostnader anges i Tabell 4.24.

Tabell 4.24 Kostnader för invallningar runt industriföretag vid Vänern. Kostnader för skyddsvallar kring industrier vid Vänern, miljoner kronor

	100-årsnivå	Dimensionerande nivå
Material skyddsvall höjd 0,5 m	82	7
Material skyddsvall höjd 1,5 m	-	227
Oförutsett, diverse arbete/mängder	20	59
Projektering, byggadministration	15	44
Summa	117	337

Källa: SWECO VBB, 2006.

För att skydda jordbruksmarken kring Vänern för en 100-årsnivå krävs en översyn över befintliga vallar. Översvämningen 2001 visade att många vallar är bristfälliga och måste förstärkas, höjas och byggas ut. Omfattningen av detta är emellertid inte känd, varför en kostnadsuppskattning inte har kunnat göras. Åtgärderna skulle bli omfattande. För att kunna skydda jordbruksmarken runt Vänern för dimensionerande nivå måste man flytta ungefär hälften av befintliga invallningsföretag upp till stabilare mark (Jordbruksverket, 2006). Kostnaden för det kan uppskattas till 15 miljoner kronor (50 km vall à 300 kronor/m). Att flytta gamla respektive bygga nya pumpstationer kostar ca 400 000 kronor. Uppskattningsvis måste ca 40 pumpstationer flyttas, vilket betyder

att kostnaden uppgår till ca 16 miljoner kronor. Flyttningen av vallarna innebär också en förlust av åkermark, som uppgår till ca 220 miljoner kronor, räknat på ett värde av 80 000 kronor per hektar. Inom omvallningarna måste sedan omtäckdikning göras, vilket uppgår till ca 8 miljoner kronor. (Jordbruksverket, 2006). Sammantaget blir kostnaderna för att skydda sig för dimensionerande nivå för jordbruket ca 260 miljoner kronor. Det är dock knappast befogat att skydda jordbruksmark mot den dimensionerande nivån.

Karlstad Kommun har genomfört beräkningar av vilka invallningar som skulle behövas för att klara en översvämning motsvarande dimensionerande nivå. Man har beräknat de genomsnittliga kostnaderna för sådana insatser till 10 000 kronor/m. Totalt skulle kostnaderna uppgå till ca 700 miljoner kronor. Det bör dock framhållas att en sådan invallning skulle vara svår att genomföra på många ställen och medföra stora problem med utpumpning av dagvatten, samt vara mycket störande för stadsbilden. Om invallningar också skulle genomföras för andra större samhällen⁴ runt Vänern kan sträckan som skulle behöva vallas in utöver invallningarna i Karlstad grovt uppskattas till ca 110–140 km för att klara 100-årsnivån. Om man utgår från samma förhållande mellan behovet av invallningar vid 100-årsnivån respektive vid en dimensionerande nivå som för industrierna blir sträckan vid en dimensionerande nivå ca 140–170 km. Med samma kostnadsbild som i Karlstad skulle investeringskostnaden för dessa invallningar bli från ca 1,4 miljarder för att klara 100-årsnivån till ca 1,9 miljarder kronor för att klara den dimensionerande nivån. Problematiken som är aktuell för Karlstad skulle vara likartad för många av de andra samhällena.

Invallningar av mindre samhällen och mer enskilt belägna fastigheter, rekreationsanläggningar m.m. skulle kräva betydande ytterligare insatser. Dessa har dock inte kvantifierats.

Flera väg- och järnvägsavsnitt skulle behöva byggas om för att klara höga vattennivåer. Vägverket har beräknat kostnaderna för att höja vägbankarna på de vägsnitt som skulle drabbas vid översvämningar (se avsnitt 4.2.10) vid 100-årsnivå respektive den dimensionerande nivån till 900 respektive 1200 miljoner kronor.

Ombyggnadskostnaderna för berörda järnvägar i området är mycket svår att uppskatta då anpassning måste ske till samhälls-

⁴ De samhällen som ingår i beräkningen är Lidköping, Hällekis, Mariestad, Sjötorp, Otterbäcken, Kristinehamn, Skoghall, Hammarö, Vålberg, Grums, Säffle, Åmål och Vänersborg.

intressena och de omgivande intressena som gäller för respektive bana. Banverket bedömer att det enbart för att anpassa Norge – Vänerbanan och Värmlandsbanan handlar om miljardbelopp (Banverket, 2006).

Kostnaderna för att skydda elförsörjningen uppgår minst till 7 miljoner kronor för 100-årsnivån och 10 miljoner kronor vid dimensionerande nivå (utredningens enkät till elbolag, 2006). Därtill kommer stora men ej kvantifierade kostnader för att skydda avloppsverk, värmeverk och vattenverk samt telestationer.

Summan av de kostnader som här har kunnat uppskattas uppgår till minst ca 3,5 miljarder för att skydda sig mot en 100-årsnivå och 5 miljarder kronor för att skydda sig mot en dimensionerande nivå.

4.5 Samlade bedömningar och överväganden av åtgärder i Vänern

4.5.1 Kostnadsnyttoanalys för Vänern

I detta avsnitt görs en kostnadsnyttoanalys av de åtgärder som bedömts vara möjliga att genomföra. För att få en uppfattning om den samhällsekonomiska nyttan med dessa åtgärder jämförs kostnaderna för åtgärderna, som beräknades i avsnitt 4.4.6, med skadekostnaderna i avsnitt 4.2.10.

För att kunna jämföra intäkter och kostnader som uppstår vid olika tidpunkter diskonteras framtida kostnader och intäkter till ett nuvärde.

Diskonteringsräntan kan sägas bestå av två delar. En del av räntan beror på vår negativa tidspreferens, dvs. att människor föredrar att få något idag framför att få det vid en senare tidpunkt. Den andra delen av räntan speglar alternativkostnaden, dvs. givet att vi har tillväxt i ekonomin ger investerade pengar en avkastning, så att en viss summa pengar idag måste motsvaras av en större summa pengar om tio år för att de ska vara likvärdiga.

Intäkterna, eller nyttan, med åtgärderna är i det här fallet värdet av de skador man på detta sätt undviker. Investeringskostnaden för åtgärderna antas med viss förenkling tas idag. För att kunna diskontera driftskostnaderna och intäkterna till ett nuvärde krävs att tidpunkten då de infaller är känd, vilket vi vet då det gäller driftskostnaderna. Tidpunkten för när eventuella framtida översvämningar inträffar är emellertid osäker. För ett givet år är

sannolikheten 1 procent att ett 100-årsflöde inträffar. Vi vet dock inte om det inträffar om 1, 10 eller 100 år, eller om det inträffar en eller flera gånger under den närmaste hundraårsperioden. Vilket antagande som görs om detta påverkar i hög grad resultatet av kostnadsnyttoanalysen.

Hur man hanterar detta beror delvis på vad man antar om samhällets förhållande till risk. Om samhället, så som ofta är fallet (Institut for Miljøvurdering 2006) har en relativt hög grad av riskaversion, dvs. är negativt inställt till risk, kan ett rimligt tillvägagångssätt vara att jämföra åtgärdskostnaderna dels med värdet på skadorna om det skulle hända imorgon, dels med diskonterade värden från några utvalda tidpunkter. Alternativt kan man beräkna hur långt fram i tiden skadan ska ske för att kostnader och nytta av investeringen ska gå jämnt upp.

Här har vi valt att dels göra en genomsnittsberäkning, där en hundradel av skadan antas inträffa varje år, dels beräkna inom vilket tidsspänn översvämningen ska inträffa för att kostnaderna och nyttan ska gå jämnt upp. Beräkningarna är utförda med en diskonteringsränta på 4 %, vilket vanligen rekommenderas (EU-kommissionen 2002, SIKA 2002, Naturvårdsverket 2003). Skadorna viktas med sannolikheten för att de inträffar under den tidsperiod investeringen avser, vilket ger ett s.k. väntevärde.

Det kan finnas skäl att i en samhällsekonomisk bedömning välja en lägre diskonteringsränta, eftersom en uthållig samhällsplanering bör ta hänsyn också till kommande generationer och därmed ha en längre tidshorisont än kanske enskilda människor har. I Bilaga 2 redovisas därför även beräkningar med en ränta på 2 %. Där görs också känslighetsanalyser med olika antaganden om precisa tidpunkter skadorna sker samt olika lång livslängd på investeringarna. Dessa faktorer påverkar resultaten i hög grad.

I miljösammanhang har alternativet har förts fram att använda antingen en lägre kalkylränta än för andra typer av värden eller en avtagande kalkylränta, eftersom effekterna kan var irreversibla och en hållbar utveckling innebär att förvalta naturkapitalet även för kommande generationer. Detta resonemang har inte ansetts vara relevant här, eftersom det endast är materiella skador som ingår i kostnadsberäkningarna. Effekter på naturmiljön har beaktats, men inte kvantifierats monetärt.

Det har med det tillgängliga materialet inte varit möjligt att utföra någon egentlig marginalkostnadsanalys. En sådan skulle kräva information om hur stor nytta åtgärderna ger på marginalen.

Om exempelvis åtgärden innebär att öka avtappningskapaciteten, kanske det inte ökar nyttan så mycket att öka utskovet med 900 m³/s istället för 800 m³/s. Sådana beräkningar har inte varit möjliga att genomföra, av flera skäl. Höjddata inte tillräckligt detaljerade, som diskuterats i avsnitt 2.4.2. Detta, samt den med nödvändighet översiktliga bedömningen och kostnadsberäkningen av skadorna, gör att det inte går att uppskatta hur stora konsekvenserna blir vid andra nivåer än de studerade, dvs. 100-årsnivå och dimensionerande nivå. Dessutom är kopplingen mellan åtgärder och skador också svår att bestämma med erforderlig noggrannhet. Kostnadsnyttoanalysen har därför fått begränsas till att jämföra totala kostnader för en viss bestämd åtgärd med den totala nytta denna bedöms kunna ge.

När resultaten tolkas bör flera typer av osäkerhet tas med i bedömningen. Dels finns det en betydande osäkerhet i kostnadsuppskattningarna. Skadekostnaderna täcker endast delar av de skador som kan uppkomma, och kan därför betraktas som en minimigräns. Relativpriserna mellan olika tillgångar, varor och tjänster i framtiden är osäkra, vilket kan påverka förhållandet mellan kostnader och nytta. Möjligheten att den tekniska utvecklingen gör det möjligt att åstadkomma lika goda effekter till ett lägre pris är ett skäl till att det kan vara rationellt att vänta med stora, kostsamma investeringar och begränsa åtgärderna till mer provisoriska, mindre kostsamma åtgärder, om sådana möjligheter finns.

De åtgärder som diskuteras för att minska skadorna kring Vänern är:

- Åtgärder uppströms
- Ökade utskovsmöjligheter, antingen genom Göta älv eller genom en ny tunnel
- Ändrad regleringsstrategi
- Skyddsåtgärder i form av invallning, höjning av väg- och järnvägsbankar, skydd av avloppssystem m.m.

De åtgärder som vi bedömer som realistiska är ökade utskovsmöjligheter och en ändrad regleringsstrategi. För jämförelsens skull redovisas också skyddsåtgärder.

Skadekostnaderna vid olika vattennivåer beräknades i avsnitt 4.2.10 till 10 respektive 22,4 miljarder kronor, se Tabell 4.25. Dessa summor representerar värdet av skadorna om de skulle ske nu. I

den fortsatta texten refererar vi till dem som *direkta kostnader*. Eftersom flera potentiellt stora poster saknas på skadekostnads-sidan, bör de tolkas som en minimikostnad.

Alla kostnader är angivna exklusive moms. Summan av dem representerar värdet av skadorna om de skulle ske i morgon. I Tabell 4.25 presenteras dessutom ett diskonterat nuvärde på 50 och 100 års sikt, viktat med sannolikheterna för respektive vattennivå.

Tabell 4.25 Skadekostnader för Vänern, miljoner kronor

Vattennivå	+ 46,5	+ 47,4
Summa avrundad till tiotal miljoner	10 450	22 380
<i>50 års sikt</i>		
Diskonterat väntevärde	6 730	6 760
<i>100 års sikt</i>		
Diskonterat väntevärde	7 680	7 710

Väntevärdena för de olika vattennivåerna skiljer sig endast marginellt åt, dels på grund av att sannolikheten för att ett dimensionerande flöde ska inträffa är så pass liten, dels på grund av att man i flera fall inte kunnat beräkna de extra kostnaderna vid ett dimensionerande flöde. Så som diskuteras i avsnitt 2.4.3 kan risk hanteras på olika sätt i samhällsekonomiska kalkyler. Vissa händelser kanske är av sådan art att samhället inte kan riskera att de inträffar; då är ett riskbaserat väntevärde för skadekostnaden inte relevant, utan bedömningen får ske antingen genom en kostnadsnyttanalyt med det deterministiska värdet, eller genom en renodlad kostnadseffektivitetsanalys, där man endast söker det billigaste sättet att uppnå ett visst mål.

För att kunna jämföra stora åtgärder med små är det vanligt att uttrycka resultatet av en samhällsekonomisk kalkyl som en nettovärdeskvot. Åtgärdens samlade nettonyttan (dvs. nyttan minus kostnaden) divideras med dess totala kostnad. Enkelt uttryckt kan detta sägas vara ett mått på hur mycket man får tillbaka per satsad krona.

Ökat utskov genom Göta älv

En näraliggande åtgärd för att minska riskerna för översvämning i Vänern är att öka avtappningskapaciteten genom Göta älv. Genom vattendomen för Vänern är det maximala flödet som idag får tappas vid Vänerns utlopp 1 030 m³/s. Vid en klimatförändring beräknas denna maxtappning behöva utnyttjas oftare, vilket ökar ras- och skredrisken. För att skydda enbart för denna ökade frekvens av maxtappning på 1 030 m³/s krävs investeringar i erosionsskydd, invallningar och stabilitetsåtgärder, som beräknas kosta någonstans mellan 1,3 och 5,8 miljarder kronor. För därutöver åtgärda ras- och skredriskerna längs Göta älv för en ökad maxtappning på 1 400 m³/s tillkommer en kostnad på 0,4–1,7 miljarder kronor. Kostnaderna går inte att bestämma med större noggrannhet eftersom tillräcklig kunskap om förutsättningarna saknas i dagsläget. En jämförelse med nyttovärdet är därför osäker, om skillnaderna mellan de båda sidorna är små. Ett ökat flöde ökar också erosionen vilket ger ett ökat behov av muddring i Göteborgs hamn och i Nordre älv. Dessa kostnader är inte medräknade.

Risken för att vattennivån stiger till +47,4 m bedöms vara försumbar om utskovsmöjligheterna ökas. Vattennivån +46,5 (100-årsnivån) bedöms i detta fall uppnås endast vid dimensionerande flöde, dvs. med en sannolikhet på 0,01 promille per år. Livslängden för åtgärderna antas vara 100 år med underhåll, vilket ingår i kostnadsberäkningarna (SGI, 2006).

Nyttan av projektet blir därmed värdet av de skador som undvikits, vars väntevärde är 7 710 miljoner kronor (se Tabell 4.25), minus väntevärdet av den kvarvarande skadekostnaden, vilket är ca 12 miljoner kronor. Nyttan är således ca 7 700 miljoner kronor. Projektet har en positiv samhällsnytta om kostnaden understiger denna summa. Nettonuvärdeskvoten för de extra kostnaderna för att öka utskovet i Göta älv är hög; 4,0. Den maximala totalkostnaden för samtliga erforderliga åtgärder för att säkra Göta älv mot ras och skred i ett framtida klimat samt utskovet, är 7,5 miljarder kronor, inklusive kostnader för övervakning och underhåll. Nettonuvärdeskvoten för detta är 0,12. Eftersom värdet för nyttosidan/skadekostnaderna representerar en undre gräns, kan resultatet betraktas som robust för det angivna kostnadsintervallet.

Med ett alternativt betraktelsesätt är investeringen lönsam om de höga vattennivåerna inträffar minst en gång inom 45 år. Sannolikheten för att detta inträffar är 75 %.

Tunnel från Vänern till Västerhavet

Följderna av att öka utskovskapaciteten genom en tunnel är samma som i ovanstående alternativ. Livslängden för en tunnel har beräknats på 100 år. Nyttan uppgår då till 7,7 miljarder kronor. Kostnaden för en tunnel har beräknats till 3,5–4,6 miljarder kronor. Nettonuvärdeskvoten är även här positiv med viss marginal (0,67 för maxkostnaden 4,6 miljarder kronor), skadekostnaderna för ras och skred i Göta älv oräknade. En tunnel kommer också att minska kostnaderna för erosionsförebyggande och stabilitetsförhöjande åtgärder samt för invallningar eftersom frekvensen av dagens maxflöde 1 030 m³/s minskar drastiskt.

Investeringen är lönsam om de höga vattennivåerna inträffar minst en gång inom 26 år. Sannolikheten för att detta inträffar är 55 %.

Sänkning av dämningensgräns eller ändrad regleringsstrategi

En sänkning av dämningensgränsen i Vänern skulle innebära kostnader dels för muddring, för att upprätthålla dagens farledsdjup, dels minskade intäkter för vattenkraft. Kostnaderna för att muddra 3 dm uppgår till ca 120 miljoner kronor.

Om regleringsstrategin ändras så att de lägsta nivåerna inte sänks, så skulle muddring kunna undvikas. Detta skulle betyda att de direkta kostnaderna inskränker sig till produktionsbortfallet för vattenkraften, vilket bedöms vara i storleksordningen 3 miljoner kronor/år. Denna åtgärd skulle minska de högsta vattennivåerna och ge en längre tidsfrist innan vattnet når nivåer där skador inträffar. Över en hundraårsperiod blir kostnaden 70 miljoner kronor. Skadekostnaderna för 100-årsnivån är 7,7 miljarder kronor. Åtgärden har följaktligen en hög samhällsekonomisk lönsamhet. Kostnader finns dock även för förlorad biologisk mångfald, ökat behov av röjning av igenväxande stränder, sund, badplatser, turistanläggningar och för minskad fiskproduktion i grunda vikar.

Invallningar och andra skyddsåtgärder

För att skydda viktiga områden för översvämning krävs omfattande invallningar av såväl städer, industriområden, åkermark och andra områden med bostadshus och infrastruktur. I ett flertal städer skulle en sådan invallning betyda ett mycket stort intrång eftersom de skulle behöva vara så omfattande. Även på andra områden skulle invallningarna störa sjöutsikt och landskapsbild. Denna typ av effekter ingår inte i kostnads kalkylen. Vidare ingår inte kostnader för reparationer och övervakning av vallar.

De kostnader som kunnat uppskattas uppgår till 3,5 miljarder vid 100-årsnivån och 5 miljarder vid den dimensionerande nivån. Hur stor del av skadorna dessa åtgärder skulle förhindra är svårt att uppskatta. Om vi antar att åtgärder för industrin, jordbruket, vägar, järnvägar, VA-verk och avloppssystem och elverk helt eliminerar skadekostnaderna inom dessa områden på båda vattennivåerna, och att hälften av byggnaderna skyddas mot översvämning, blir den sammanlagda nyttan av åtgärderna ca 15,9 miljarder kronor vid dimensionerande nivå. Väntevärdet av detta är ca 5 miljarder kronor. De kostnader som nu kunnat uppskattas skulle således precis uppvägas av kostnaderna för de skador de antas förhindra.

4.5.2 Överväganden

Riskerna för omfattande översvämningar runt Vänern är stora redan i dagens klimat, vilket översvämningarna 2000/2001 visade. Den förväntade klimatförändringen kommer att öka riskerna successivt under de kommande 100 åren.

Den vattennivå vi använt för konsekvensbedömningar ligger nära den av SMHI framräknade 100-årsnivån baserad på klimatet under 1900-talet. En viss klimatförändring har dock redan skett och klimatscenerierna visar dessutom betydande ökningar av 100-årsnivån i framtiden. Den vattennivå som motsvarar en 100-årsnivå idag beräknas återkomma med 20 års mellanrum mot slutet av seklet. Vi har i konsekvensbedömningarna utgått från ett medeltal av de klimatscenerier som studerats. Nivåerna i det värsta scenariot ger ännu mer nederbörd och därmed en högre dimensionerande nivå i Vänern än den dimensionerande nivå vi studerat.

Skadorna vid översvämningar i Vänern drabbar i huvudsak ekonomiska värden, miljön och kulturmiljön. Människoliv kan komma

i fara i samband med bl.a. ras och skred som kan uppstå i översvämningarnas spår. Det finns en överhängande risk för ras och skred vid stora flöden i Göta älv, vilket är en klar risk för människor som bor eller vistas i utsatta områden.

Konsekvenserna av dagens 100-årsnivå är omfattande och påverkar en rad områden och verksamheter runt Vänern. Vid en dimensionerande nivå bedömer vi att många samhällsfunktioner riskerar att mer eller mindre bryta samman.

De totala beräknade skadekostnaderna vid en 100-årsnivå beräknas uppgå till ca 10,5 miljarder kronor och för den dimensionerande nivån till drygt 22 miljarder kronor. Detta är att betrakta som minimisiffror eftersom många av skadorna inte kunnat kostnadsberäknas. Skador på byggnader och industrier dominerar stort medan effekter av inskränkningar, stopp eller omledning av väg och järnvägstrafik bara i begränsad omfattning kunnat beräknas. Med hänsyn till tidigare erfarenheter av naturkatastrofer med stora konsekvenser för infrastrukturen kan vi dra slutsatsen att kostnaderna sannolikt skulle bli betydligt större om effekter av detta kunnat kostnadsberäknas.

Förutom att en omfattande översvämning skulle leda till betydande samhällsekonomiska påfrestningar skulle många enskilda, företag och kommuner drabbas hårt.

Åtgärder

Mot bakgrund av den förhållandevis stora risken för storskaliga översvämningar i Vänern och de omfattande konsekvenserna bedömer vi att åtgärder som minskar översvämningensriskerna är nödvändiga.

De preliminära beräkningar som redovisas ovan visar att åtgärder för att öka avtappningskapaciteten genom en ny tunnel är samhällsekonomiskt lönsamma. Åtgärder i Göta älv för att kunna öka avtappningskapaciteten till 1 400 m³/s är också samhällsekonomiskt lönsamma. En ökning till 1 400 m³/s är sannolikt i lägsta laget, det innebär i princip att dagens risknivå bibehålls vid ett förändrat klimat. För att kunna göra en mer säker bedömning av hur stora åtgärder som är motiverade samt kostnaderna för dem krävs bättre underlag.

Huvudsakligen fyra typer av åtgärder för att minska översvämningensrisken är möjliga:

- öka avtappningskapaciteten, dvs. det maximala flödet som kan tappas från Vänern,
- åtgärder uppströms
- sänk den genomsnittliga vattennivån i Vänern genom en ändrad regleringsstrategi
- genomför skyddsåtgärder för att förebygga och kunna avhjälpa skador vid höga nivåer.

Ökning av avtappningskapaciteten

Vi bedömer att avtappningskapaciteten från Vänern bör ökas. Detta kan ske antingen genom att möjligheter skapas för ett högre maximalt flöde genom Göta älv eller genom att en tunnel byggs för avbördning av vatten från Vänern till Västerhavet. Vi anser inte att något av dessa alternativ kan avfärdas i nuläget, men förutsättningarna för respektive alternativ bör utredas ytterligare.

Det som förutom utskovsbegränsningarna i Vargön och Lilla Edet begränsar flödet genom Göta älv är framför allt att det leder till en ökad erosion och ökade risker för ras och skred om inte stabilitetshöjande åtgärder vidtas. Flera ras och skred har skett de senaste decennierna och även längre tillbaka, flera med dödlig utgång. Risken för ett stort skred med mycket allvarliga konsekvenser finns också med i bilden.

En heltäckande bild av ras- och skredriskerna i hela Göta älvdalen behöver tas fram innan man kan ta ställning om det finns förutsättningar att efter stabilitetshöjande åtgärder öka maxflödet utan att risken för ras och skred ökar. SGI har kostnadsbedömt en kartering till 60–110 miljoner kronor och en sådan kartering tar flera år i anspråk. Kostnaderna för förstärkningsarbeten som krävs för att öka flödet bedöms till 0,4–1,7 miljarder kronor, utöver kostnaden för de åtgärder som måste vidtas för ökad frekvens av maxtappning vid dagens maxtappningsgräns. Fortsatt kartering och ytterligare förstärkningsarbeten motiveras också utifrån den ras- och skredrisk som finns idag. Dvs. åtgärderna bör genomföras även om en ökning av flödet genom älven inte blir aktuellt.

Vidare bör problematiken med högre flöden i Göta älv och riskerna för översvämning längs främst den nedre flacka delen av älven studeras ytterligare. I samband med höga vattenstånd i havet är översvämningensriskerna längs den nedre delen av älven redan idag betydande. Tappningen i älven minskas i samband med tillfälligt

höga havsvattenstånd. I takt med klimatförändringarna kommer havsvattenståndet att stiga. På längre sikt kan denna problematik därför förvärras och den bör därför också studeras närmare. Avsaknaden av mer detaljerad höjddata i Göta älv dalen har hindrat utredningen från att mer ingående studier. En ny mer exakt höjddatabas håller nu på att tas fram av Vattenfall AB. Med denna och Lantmäteriverkets kartmaterial som bas bör SMHI och Länsstyrelsen i Västra Götaland kunna bedöma riskerna för översvämningar i området och möjligheterna till större avtappning i ett förändrat klimat.

Det andra alternativet för att öka avtappningsmöjligheterna från Vänern är att bygga en tunnel från Vänern till Västerhavet. En sådan tunnel skulle kunna användas vid extrema nederbördstillfällen, som det som skedde 2000/2001, dvs. relativt sällan. Vi bedömer att uppförandet av en tunnel från Vänern till Västerhavet är genomförbart ur geoteknisk synpunkt och att arbetena kan utföras med beprövad teknik. Kostnaden har i dagens penningvärde uppskattats till mellan 3,5 och 4,6 miljarder beroende på vald tunnelsträckning. Tunnelalternativen skiljer sig fysiskt genom att de har olika längder vilket också avspeglas i uppskattad kostnad för uppförande.

Miljöpåverkan har inte kunnat värderas, men bör beaktas i en vidare utvärdering avseende bästa alternativ. Miljökonsekvenserna av att få ut stora mängder sötvatten i det marina ekosystemet bör belysas för olika alternativa tunnelutlopp. En av de undersökta sträckningarna mynnar i det marina reservatet Gullmarn. Detta alternativ bedömer vi inte som realistiskt att genomföra.

Likaså bör möjligheten till kraftproduktion utredas. Med dagens flöden är potentialen för kraftproduktion nästan helt utnyttjad i kraftverken i Göta älv. Med en klimatförändring kan dock tillrinningen till Vänern öka med uppemot 25–30 % och därigenom skulle förutsättningar för en ökad kraftproduktion finnas. En annan möjlighet är att gamla turbiner i kraftverken i Göta älv när de tjänat ut ersätts med en ny anläggning i en framtida tunnel.

Mer precisa kostnadsberäkningar och konsekvensbedömningar kan göras efter ytterligare analyser och förundersökningar. I ett första skede rekommenderas att en studie genomförs som syftar till att precisera tunnelns planläge. Här bör också ingå att kontrollera dels bergöverytans läge, dels bergkvaliteten längs vissa avsnitt av tunnelsträckningen med metoder som omfattar seismik och resistivitetsmätning.

Ett alternativ till en tunnel skulle kunna vara att bygga en kanal som förutom för avtappning skulle kunna användas för sjöfart. Den rimliga sträckningen av en sådan kanal skulle utnyttja de lägst liggande punkterna i terrängen väster om Vänern men skulle ändå innebära mycket omfattande förändringar i landskapet med ett behov av sänkning av flera sjöar med upp till 6 meter och stora schaktningsarbeten. En kanal som i så fall skulle sträcka sig från Vänern till Byfjorden i Uddevalla innebär också att grundläggande förutsättningar förändras för befintliga vattenföretag. I Bäveåns dalgång skulle tre naturreservat beröras. Vidare kan också byggnader och infrastruktur komma att beröras inom tätbebyggda områden i Uddevalla. Vi bedömer att svårigheterna är så stora att kanalalternativet inte är aktuellt.

Föreslagna utredningar om Göta älv respektive en ny tunnel kommer att kräva flera års arbete. När dessa är klara bör beslut fattas om den mest lämpliga åtgärden för att öka avtappningskapaciteten. Vid detta tillfälle har vi sannolikt också ett förbättrat underlag om klimatriskerna. Vi kan dock inte förvänta oss några säkra prognoser, besluten måste även då fattas under ett mått av osäkerhet. Om klimatförändringarna förväntas bli kraftiga kan båda alternativen, eller om det är möjligt en ännu större avtappning via ett av dem, bli aktuellt. Både förstärkningar i Göta älv och tunnelalternativet tar dock lång tid att genomföra, minst 5–10 år. Med hänsyn till att klimatförändringarna väntas leda till successivt ökande risker för översvämningar i Vänern bedömer vi det som angeläget att vidare utredningsarbete kring frågorna inleds snarast.

Ökning av magasineringsskapaciteten uppströms

På kortare sikt än en ökning av avtappningskapaciteten kan åtgärder genomföras som ändrar tappningen så att en större buffert sparas i Vänern eller i de mindre magasin som finns i Vänerns tillflöden.

Det är teoretiskt möjligt att höja dammkrönen i de befintliga magasinerna uppströms Vänern. Underlag från Fortum Generation AB visar att en höjning på 1 m skulle ge ca en volym som motsvarar 19 cm på Vänerns yta till en kostnad av ca 20 miljoner kronor per dammagasin, mycket grovt uppskattat. Då är inte kostnader för förstärkningar av dammar, behov av spärrdammar m.m. inräknat. Inte heller är den påverkan på bebyggelse med mera runt magasinerna

som skulle bli fallet när de utnyttjas fullt ut medräknat. Bl.a. skulle Karlskoga, Sunne, Torsby, Åmotsfors och Ed påverkas kraftigt vid fullt utnyttjande av dammar med högre dammkrön. Mot bakgrund av detta anser vi inte en höjning av dammkrönen generellt är en rimlig åtgärd för att förebygga översvämningar i Vänern.

En sänkning av dämningssgränsen i magasinen uppströms skulle ge en liknande effekt som en höjning av dammkrönet. Med en sänkning med 0,5 m i de tio största magasinen, motsvarande ca hälften av magasinvolymen, skulle Vänerns yta vid översvämning kunna hållas knappt en dm lägre. Kostnaderna bedöms av Fortum Generation AB vara ca 100 miljoner kronor för investeringar samt en årlig kostnad om ca 50 miljoner kronor. Vidare skulle vattendomarna för samtliga magasin sannolikt behöva prövas om. Fri-luftslivet runt sjöarna skulle också påverkas och enskilda bryggor mm skulle bli svåra att angöra. Vi bedömer det inte som realistiskt att genomföra en sådan åtgärd mot bakgrund av de betydande konsekvenserna och den begränsade nyttan.

Lägre vattennivå i Vänern

En sänkning av dämningssgränsen i Vänern skulle i princip ge en lika stor sänkning vid höga nivåer. En sänkning av dämningssgränsen med 50 cm ger enligt SMHI:s beräkningar en genomsnittlig sänkning av medelnivån med 48 cm om man i övrigt bibehåller den tappningsstrategi som tidigare tillämpats av Vattenfall. Vi bedömer emellertid att en så stor sänkning skulle medföra för stora olägenheter för olika verksamheter runt sjön och för sjöfarten.

En sänkning av dämningssgränsen med 30 cm skulle påverka lägstanivån i Vänern så att den sjönk nästan lika mycket. För att möjliggöra för sjöfart i nuvarande omfattning skulle det då krävas muddringar av hamnområden och farleder med 20–30 cm och en ombyggnad av slussen i Brinkebergsskulle m.m. Kostnaden, enbart för muddringarna, beräknas uppgå till ca 80–120 miljoner kronor. Fisket och annan båttrafik skulle också påverkas. För att minska de olägenheter som följer av en generell sänkning av vattenståndet i Vänern kan mer sofistikerade förändringar i vattenregleringen vara ett alternativ.

SMHI har på utredningens uppdrag studerat hur en ändrad tappningsstrategi där tappningen jämfört med idag framför allt

ökas vid medelhöga vattenstånd. Beräkningarna visar att de högsta vattenstånden på så sätt kan minskas med upp till 30–40 cm utan att de lägsta vattenstånden blir avsevärt mer frekventa eller lägre. Därmed bör olägenheterna för sjöfarten kunna begränsas men viss muddring behövs troligen i några hamnområden. De minskade vattenståndsvariationer som följer av åtgärden riskerar dock att öka förutsättningarna för vasstillväxt längs stränderna och kan därmed påverka naturmiljön negativt. En rad faktorer har dock betydelse för naturmiljön och den biologiska mångfalden och vi bedömer att de negativa konsekvenserna som skulle kunna drabba sjön vid en allvarlig översvämning, inklusive påverkan på miljön, är av så allvarlig art att en förändrad tappningsstrategi ändå bör genomföras.

En sänkning av vattennivån i Vänern som ger en ökad säkerhetsmarginal vid höga flöden kan genomföras snabbt. Detta förutsätter dock en frivillig överenskommelse med Vattenfall som kan ändra sin tappningsstrategi på detta sätt inom ramen för gällande vattendom. Om staten skulle driva en omprövning av tappningsbestämmelserna inför Miljödomstolen riskerar det att dra ut på tiden. Ett genomförande av en ändrad tappningsstrategi i Vänern kan då sannolikt inte genomföras på flera år.

En frivillig ändring av tappningsstrategin skulle tjäna syftet att minska riskerna till dess en ökad avtappningskapacitet, genom Göta älv eller genom en tunnel, kan komma till stånd. Åtgärden kan därmed komma att bli temporär. En ökad avtappningskapacitet ger möjligheter till en större flexibilitet i tappningsstrategin och ökade möjligheter att tillåta vattenståndsvariationer. Olika samhällsintressen tillgodoses på ett bättre sätt och förutsättningar kan skapas för en rik biologisk mångfald och naturmiljö kring sjön.

Skyddsåtgärder för att minska konsekvenserna av översvämning

En invallning av alla hotade områden runt Vänern skulle bli mycket omfattande och kostsam. Dessutom skulle åtgärder behövas bl.a. för att bl.a. säkra vatten- och avloppsförsörjningen. Sammantaget skulle sådana åtgärder medföra mycket stora kostnader, i paritet med skadekostnaderna vid en översvämning och de vore också problematiska med hänsyn till bl.a. natur- och kulturmiljön och från estetisk synpunkt. Vi föreslår därför inga generella förstärkta åtgärder för invallning utan ansvaret för eventuella åtgärder bör

liksom idag ligga på kommuner och respektive verksamhetsutövare. Vår huvudstrategi är istället att på sikt höja avtappningskapaciteten, enligt ovan och på kort sikt höja säkerhetsmarginalen genom en ändrad tappningsstrategi.

En punkt som bör ses över i det korta perspektivet är risken för ett nytt utlopp öster om Halleberg. Här bör förstärkningar, av bl.a. en vägbank, övervägas eftersom konsekvenserna skulle kunna bli stora om Vänerns vatten delvis kom att avtappas via Slumpån ner till Göta älv söder om Trollhättan. Likaså bör Slussen vid Brinkebergskulle säkras till en nivå motsvarande dimensionerande flöde i dagens klimat.

Ett problem i detta sammanhang är det ökade byggandet vid vatten. Det är ett stort tryck på nybyggande i anslutning till sjöar och kust. Ofta tas inte tillräcklig hänsyn till översvämningsriskerna. Generellt anser vi att kommunerna bör vara mer uppmärksamma på dessa risker. Vi vill hänvisa till de rekommendationer som länsstyrelserna i Mellansverige tagit fram, (Länsstyrelserna, 2006). I linje med länsstyrelsernas rekommendationer och med tanke på riskerna runt Vänern, bör man tills vidare inte bygga på nivåer under den dimensionerande nivån +47,4 m. Undantag kan göras för byggnader av lägre värde, byggnader av mer robust konstruktion, vägar med förbifartsmöjligheter, enstaka villor, fritidshus, samt mindre industrier med obetydlig eller liten miljöpåverkan. Under dagens 100-årsnivå, +46,5 m, bör endast enkla byggnader som uthus m.m. byggas. Kommunerna runt sjön bör i sitt ordinarie planarbete se till att genomföra dessa riktlinjer. Även vid nyinvesteringar i vägar, järnvägar, vatten och avloppsanläggningar bör man undvika att bygga under den dimensionerande nivån, helst med viss säkerhetsmarginal.

Vi har i vårt arbete erfarit att kunskaperna om riskerna för översvämmning och dess konsekvenser är begränsade hos vissa kommuner och andra intressenter. Samtidigt är andra kommuner väl införstådda med översvämningsriskerna och arbetar aktivt för att motverka dem. Vi anser därför att ett utvecklat regionalt samarbete bör komma till stånd för att främja utbytet av erfarenheter. Befintliga organisationer bör därvid utnyttjas. Vänerns älvsamordningsgrupp är en sådan organisation som bör kunna utvecklas för detta ändamål. Samtliga kommuner runt sjön bör delta i arbetet och länsstyrelsens roll som samordnare bör stärkas. Man bör också sträva efter att involvera berörda delar av det privata näringslivet i arbetet.

Referenser

- Ahlberg, P. (1995). *Skredriskanalys i södra Göta älv dalen*. Statens geotekniska institut, Varia 439, Linköping.
- Alén, C., Bengtsson, P-E., Berggren, B., Johansson, Å. (2000). *Skredriskanalys i Göta älv dalen – Metodbeskrivning*, Statens geotekniska institut, Rapport 58, Linköping.
- Banverket (2006). *Konsekvenser för järnvägar vid översvämningar i Vänern*. PM.
- Bergström, S., Hellström, S-S., Andréasson, J. (2006). *Nivåer och flöden i Vänerns och Mälarens vattensystem – Hydrologiskt underlag till Klimat- och sårbarhetsutredningen*, SMIH Reports Hydrology, RH 20, Norrköping.
- Cedervall, K. (2001). *Vänernprojektet, en översikt*. KTH.
- Elforsk (2005a). Kommittén för komplettering av flödeskommitténs riktlinjer.
- Elforsk (2005b). *Dammsäkerhet, Dimensionerande flöden för stora sjöar och små tillrinningsområden samt diskussion om klimatfrågan*. Elforsk Rapport 05:17, Stockholm.
- EU-kommissionen (2002). *Impact Assessment in the Commission of the European Communities*. Meddelande.
- Finansdepartementet (2002). *Bidrag för kostnader till följd av översvämningar i Värmland och Västra Götaland*. Regeringsbeslut.
- Fiskeriverket (2005). Statistik över fiske i sötvatten. JO 56SM 0501.
- Fiskeriverket (2006). PM till Klimat- och sårbarhetsutredningen 2006-06-05.
- Flowsprojektet (2006). *Bedömning av rixskostnad vid översvämning i Karlstad tätort*. Inom Flowsprojektet, WP3, Karlstad 2006-06-20.
- Göteborg stad (2006). *Extrema vädersituationer – Hur väl rustat är Göteborg?* Rapport.
- Hultén, C., Olsson, M., Svahn, V., Odén, K., Rankka, K., Engdahl, M. (2005). *Släntstabilitet i jord – konsekvenser av ett förändrat klimat*. Delrapport inom uppdraget Jordskred och ras i klimatförändringens spår. Statens geotekniska institut, Varia 560-1, Linköping.
- Institut för miljövurdering (2006). *Risk and uncertainty in cost benefit analysis*. Köpenhamn.

- Holmberg, M., Stille, H. (2006). *Bedömningar om tunnel eller kanal från Vänern till Västerhavet – En preliminär analys av de byggtkniska förutsättningarna*. Rapport.
- Karlstad kommun (2006). *Klimat- och sårbarhetsutredningen om översvämningsrisker i bl.a. Vänern*. PM.
- Klimat- och sårbarhetsutredningen (2006). Enkät till elbolag.
- LRF (2002). *Skador orsakade av Vänerns översvämning*. Rapport.
- Länsstyrelserna i Mellansverige (2006). *Översvämningsrisker i fysisk planering*. Rapport.
- Länsstyrelsen i Värmland (2000). *Vänern stiger*. PM.
- Länsstyrelsen i Värmland (2001). *Översvämningarna i Värmland hösten-vintern 2000–2001*. PM.
- Länsstyrelsen i Västra Götaland (2006). *Beskrivning enligt önskemål om fortsatt medverkan i klimat- och sårbarhetsutredningen*. PM.
- Naturvårdsverket (2003). *Konsekvensanalys steg för steg. Handledning i samhällsekonomisk konsekvensanalys*. Handbok.
- SCB (2006). Statistikdatabasen.
- Schröder, E. (2003). *Översvämningar i Sverige – orsakssammanhang och fördjupad frekvensstudie för Vänern och Mälaren*. Magisteruppsats från Miljövetarprogrammet, Linköping Universitet, Institutionen för tematisk utbildning och forskning, V-campus Norrköping.
- Schälin, J., Johansson, Å., Andersson, H., Sandros, C., Blomqvist, L., Jonsson, H. (1997, kompletterad 2004). *Skredriskanalys för nordöstra Göta älvdalen, inom Lilla Edets kommun, sektion 5*. Statens geotekniska institut, Varia 548, Linköping.
- SIKA (2002). *Övergripande kalkylparametrar*. Statens Institut för kommunikationsanalys. Rapport nr 2002:07.
- SIKA (2003). Rapport nr 2003:6.
- Skogsstyrelsen (2006). *Översvämningar – effekter på skogsproduktion*. PM.
- SMHI (2000) *Vattenståndsmätningar i Vänern*. Väder och Vatten 11/2001.
- SOU (1962). *Rasriskerna i Göta älvdalen*. Betänkande avgivet av Göta älvkommittén. Statens offentliga utredningar (SOU) rapport nr 48, Stockholm.
- SSPA (1996). Utredning utförd av SSPA vid Eka Chemical i Bohus (opublicerat material).

- Statens geotekniska institut (2006a). Larsson, M. , Hansson, H (2006). *Sedimenttransport och erosion i Göta älv. Inverkan av framtida klimatförändringar*. Teknisk vattenresurslära, Lunds Universitet.
- Statens geotekniska institut (2006b). *På säker grund för hållbar utveckling*. Rapport.
- Statens geotekniska institut (2006c). *Geografiska förutsättningar för ökad avtappning från Vänern till Göta älv*. Rapport.
- SWECO VBB (2006). *Industrier*. Rapport 2006-09-12.
- SWECO VBB (2002). *Översiktlig bedömning av avtappningstunnel*. Rapport.
- Tranberg, K (2002). *Vänerns höga vattenstånd och dess omfattning 1807–2000*. Serie B, nr 311. Institutionen för geovetenskap., Göteborgs universitet.
- Viberg, L (1982). *Kartering och klassificering av lerområdets stabilitetsförutsättningar*. Statens geotekniska institut. Rapport nr 15 Linköping.
- Vägverket (2001). *Ökade vattenflöden – behov av åtgärder inom väghållningen*. PM.
- Vägverket (2006). *Redovisning av trafikeffekter vid en månads vattenstånd på +46, 5 m i Vänern*. Rapport.
- Vänerns vattenvårdsförbund (2006). *Vattenvårdplan för Vänern*.

Muntlig / Personlig kommunikation

- Jordbruksverket 2006, Rolf Larsson.
- Karlstad kommun 2006, Göran Engström.
- LRF 2006, Eva Tejle-Ekbyörn.
- Sjöfartverket 2006, Ingav Dybergh.
- SMHI 2006, Sten Bergström.
- Statens geotekniska institut 2006, Carina Hultén.
- Vägverket 2006, Håkan Ohlsson.

5 Ytterligare områden där konsekvenserna kan bli stora vid översvämning

Utredningen har haft i uppdrag att utöver översvämningsrisker i Väneren, Mälaren och Hjälmaren även studera andra områden där konsekvenserna av översvämningar blir stora. Vi redovisar översiktligt några bedömningar om vilka områden som är särskilt utsatta och återkommer i vårt slutbetänkande till frågan om översvämningsrisker i ett förändrat klimat.

5.1 Finns särskilda geografiska områden i landet som ofta är utsatta för översvämningar?

Översvämningar kan drabba alla landsdelar

Utöver de i föregående avsnitt redovisade problemen med de stora sjöarna kan översvämningar i stort sett inträffa var som helst i landet. Speciellt gäller det problem som orsakas av lokala skyfall och som främst drabbar dagvattensystem, vägar och järnvägar. Dessa skapar även miljöproblem och problem för vattenförsörjningen om reningsverk tvingas brädda orenat vatten i närheten av ytvattentäkter. Lokala skyfall är en naturlig del av vårt klimat, men frekvensen och intensiteten kan komma att öka i ett förändrat klimat. När det gäller mer utbredda översvämningar som uppstår p.g.a. ihållande regn eller snösmältning är det självfallet områden nära vattendrag som är särskilt utsatta. Sådana områden finns i hela landet.

Kusterna särskilt utsatta i framtiden

Längs låglänta kuster är höga vattenstånd i havet redan i dag ett problem. Stranderosion, i samband med stormar, utgör också ett problem för många områden. Detta gäller speciellt i södra Sverige

som är mer exploaterat, mer utsatt för stormar från väster och delvis har mer erosionsbenägna stränder. I ett framtidsperspektiv kan södra Sveriges kuster inte heller dra fördel av landhöjningen, på samma sätt som är fallet längre norrut. Klimatförändringar har redan höjt världshavens yta och under de närmaste hundra åren väntas havsytan höjas ytterligare, dels som ett resultat av avsmältning av glaciärer, dels p.g.a. den utvidgning av havsvatten som sker då vattnet blir varmare. Omblandning av havsvatten är en mycket långsam process och uppvärmningen av djupare skikt släpar efter ytans uppvärmning. Havsytan kan bl.a. därför förväntas fortsätta att höjas under flera hundra år även om klimatet skulle kunna stabiliseras. Fram till år 2100 kan såväl medelvattenståndet som de mest extrema höga vattenstånden längs Sydsveriges kuster höjas med upp till ca 1 meter (Meier, 2006). På ännu längre sikt kommer havsytan sannolikt att stiga mer. Dessutom finns det en risk, även om den hittills bedömts som relativt liten av klimatforskarna, att havsytan kan komma att stiga betydligt mer under det närmaste seklet till följd av att den Västantarktiska iskalotten börjar glida ut i havet eller en oförutsedd snabb avsmältning av grönländsisen. Detta bör beaktas vid samhällsplanering, särskilt av mer långlivade tekniska system i låglänta områden.

Översvämningar i sjöar, älvar och andra vattendrag

Lokalt kan stora problem uppstå vid mindre vattendrag men det är då oftast geografiskt ganska begränsade områden som drabbas. Vid större vattendrag kan emellertid större områden drabbas. Bland de större vattendragen varierar problembilden i samband med översvämning mellan årstider och mellan olika landsdelar. I det följande diskuteras några mer kända problemområden i närheten av sådana vattendrag.

I de många älvar som innehåller stora regleringsmagasin är flödesbilden mycket komplex. Regleringen innebär oftast att vårfloden blir mindre eller uteblir helt i älvens nedre delar, åtminstone om det ligger normala snömängder i avrinningsområdet. Smältvattnet magasineras i stället i regleringsmagasinen. Detta behöver dock inte innebära att översvämningens riskerna minskar. Ibland blir man tvungen att tappa vattnet förbi magasinen. Flödena återkommer då mer oregelbundet, vilket ökar överraskningsmomentet för

boende längs stränderna. Sommar- och höstflödena kan till och med bli större än före regleringen. Denna problemställning är störst längs norrlandsälvarna och har diskuterats mer utförligt av SMHI (Bergström, 1999) och i Svenska Kraftnäts analys efter översvämningarna 2000/2001 (Svenska Kraftnät, 2001). Under senare år har frågan om regleringarnas påverkan på flöden varit speciellt aktuell åren 1993, 1998 och 2000.

I reglerade älvar är dammsäkerheten en mycket viktig fråga. Som nämnts tidigare (kapitel 2) pågår en omfattande översyn av vattenkraftanläggningarnas förmåga att klara höga flöden. Det pågår också forskning om hur en framtida klimatförändring kan komma att påverka dessa beräkningar. På uppdrag av Elforsk och Svenska Kraftnät genomför SMHI en känslighetsanalys av hur Flödeskommitténs riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar kan komma att stå sig i ett framtida förändrat klimat. Inom det Nordiska CE projektet (Climate and Energy, <http://www.os.is/ce>) studeras påverkan av klimatförändringar på den nordiska vattenkraften. Bägge dessa projekt slutredovisas under år 2006.

Ras och skred – sekundära effekter av översvämning

Konsekvenserna av ras och skred kan bli stora materiellt men här är också risken för att människoliv går till spillo betydande. Ras och skred kan utlösas av översvämningar och ett förändrat klimat kan påverka riskerna. Göta älvdalen är en av de mest skredfrekventa dalgångarna i Sverige men det finns även andra områden i Sverige som är skredkänsliga (se Figur 5.1).

Figur 5.1 Frekvens av skredär och raviner i Sverige. I Västsverige och speciellt i Göta älvdalen är skred vanligt förekommande



Källa: Sveriges geologiska undersökning, 2005.

Ett förändrat klimat med ökad nederbörd kan höja grundvattentryck och grundvattennivåer. Detta försämrar stabiliteten. Ökat medelvattenflöde i vattendrag i skredkänsliga trakter medför ökad erosion, vilket också försämrar stabiliteten. Enligt SGI (Hultén et al., 2005) är en trolig effekt av ökad nederbörd en långsiktig ökning av portrycket i jordprofilen. Regionalt varierar grundvattennivåer och portryck och är beroende av flera faktorer såsom jordart, topografi, till- och ytavrinningsområden, etc. Även minskade flöden försämrar stabiliteten eftersom en lägre vattennivå, om så bara kortvarig, minskar vattnets mothållande effekt.

5.2 I vilka områden blir konsekvenserna av en översvämning stora?

Översvämningar i städer och större samhällen kostsamma

Genom stora akuta insatser av räddningstjänst m.fl. lyckades man undvika de svåraste konsekvenserna av översvämningarna i Glafs fjorden som påverkade Arvika år 2000. Trots detta ledde översvämningen till betydande skador. Totalt uppgick skadekostnaderna på främst ledningsnät och byggnader till nära 60 miljoner kronor. Räddningstjänstinsatserna uppgick till ca 23 miljoner kronor. Arvika kommun arbetar nu med att förstärka skyddet mot översvämning. Miljödombstolen gav i augusti 2006 Arvika kommun tillståndet att bygga en damm mellan Kyrkviken och Glafs fjorden vilken ska skydda Arvika vid höga vattennivåer. Byggstarten är planerad till år 2008 och dammen beräknas kosta 65 miljoner kronor (Nätverket för Älvsäkerhet, <http://www.nac.kau.se/>).

Städer och större samhällen vid vattendrag generellt i farozonen

Även om skador vid översvämningar kan drabba många olika verksamheter i glesare bebyggelse blir skadorna i större samhällen ofta betydligt kostsammare. Städer och större samhällen belägna vid sjöar och andra vattendrag utgör därför sådana plaster som särskilt bör studeras. I syfte att ringa in områden där konsekvenserna av översvämningar kan bli stora. Konsekvenserna av översvämningar kan bli stora på flera platser i landet. I kapitel 3 och 4 visas att detta gäller flera städer runt Vänerne samt också Stockholms innerstad. Det finns dock fler platser där översvämningar kan få stora konsekvenser.

Översvämningssrelaterade skador på infrastruktur kan också få betydande konsekvenser

Kraftiga flöden i små vattendrag kan också få stora konsekvenser. Avbrott i viktiga kommunikationsleder, vägar, järnvägar och annan infrastruktur, kan också leda till betydande konsekvenser för samhället. Översvämningar kan bidra till att utlösa ras och skred och effekterna av sådana kan bli mycket kännbara för infrastrukturen med betydande risker också för människoliv. Med

anledning av skredet i Ånn i Jämtland i somras gav regeringen i augusti 2006 Vägverket och Banverket i uppdrag att redovisa vilka åtgärder verken vidtagit eller planerar att vidta för att bedöma och förebygga risker för ras, skred och erosion som kan påverka de statliga väg- och järnvägsnäten.

5.3 Några specifika områden utöver Mälaren, Vänern och Hjälmararen som riskerar att drabbas hårt

Vi har inte i detalj studerat omfattningen av de skador som kan förväntas vid översvämning i andra områden än Vänern, Mälaren och Hjälmararen men vill ändå peka på några områden där vi bedömer att konsekvenserna av översvämning kan bli betydande.

Samhällen längs Dalälven

Dalälven, med biflöden, är ett speciellt problemområde, på grund av att det är en stor älv i bitvis ganska tätbefolkade trakter. Av utsatta orter är Vansbro, Mora och Falun de som kanske förtjänar mest uppmärksamhet. I Mora vid Österdalälvens mynning i Siljan finns betydande tämligen instabila sandavlagringar och en historik av skred och s.k. kalvning uppströms. I Dalälven finns det två väl dokumenterade extrema flöden, ett år 1860 och ett år 1916. Den dag som dessa upprepas eller överträffas kommer konsekvenserna att bli mycket stora på många platser längs älven. Dalälven var också mycket aktuell i september 1985, när bl.a. dammen i Noppikoski havererade i ett av dess biflöden, Oreälven. Dalälven är ett av de områden som specialstuderats av SMHI i projektet Framtidens översvämningssrisker, se avsnitt 5.4, (Carlsson et al., 2006). Dalälven har också studerats i det s.k. Dalälvsprojektet där Länsstyrelsen, Svenska Kraftnät och Dalälvens vattenregleringsföretag deltog.

Kristianstad och andra samhällen längs södra Sveriges kuster

Förhållandena i Kristianstad är mycket speciella eftersom staden till stora delar är belägen under havets nivå och omges av Helgeå och Hammarsjön. Därmed påverkas riskerna för översvämningar både av vattenflöden från det Småländska höglandet och av höga

vattenstånd i Hanöbukten. Höga flöden och höga vattenstånd i Hammarsjön år 1980 och år 2002 bekräftade farhågorna om att skyddsvallarna är otillräckliga. För närvarande pågår omfattande förstärkningar av dessa, bl.a. med stöd av Räddningsverket.

Även om Kristianstads problem är unika i Sverige så finns det liknande frågor som kan uppstå vid exploatering av lågt liggande områden nära havet. Speciellt gäller detta i södra Sverige, som praktiskt taget saknar den landhöjning som delvis kan kompensera för ett stigande världshav.

Skånes kust är idag utsatt för erosion. Särskilt stora är problemen öster om Ystad. Erosionsproblemen kan med stigande vattennivåer förvärras i framtiden. Falsterbo-Skanör är ett annat känsligt område där översvämningar förekommit tidigare. Stora områden ligger endast någon meter över havsytans medelnivå. Med stigande havsnivå är det sannolikt att riskerna för en översvämning i området, som skulle kunna få stora konsekvenser, kommer att öka.

5.4 Framtidsscenarioer för översvänningsrisker

Frågan om den globala uppvärmningen och översvänningsrisker i Sverige har varit studerats inom projektet *Framtidens översvänningsrisker* som slutredovisades i juni 2006. Detta projekt genomfördes vid SMHI:s forskningsavdelning under perioden 2004–2006, med ekonomiskt stöd från Länsförsäkringsbolagens Forskningsfond. Arbetet berörde främst Väneren, Mälaren samt Dalälven, men en del rikstäckande analyser redovisa också. Några av de viktigaste resultaten från projektet *Framtidens översvänningsrisker* (Carlsson et.al., 2006) sammanfattas i följande punkte:

- Dagens översvänningsrisker

Översvänningsriskerna är stora på många håll i Sverige redan idag. Situationen har efterhand förvärrats genom att den fysiska planeringen och utbyggnaden av infrastrukturen inte fullt ut tagit hänsyn till översvänningsriskerna. Regleringar av vattendrag och sjöar har gjort det svårare att överblicka riskbilden och i många fall förstärkt överraskningseffekten vid extrema händelser.

- Allmänt om översvämningssrisker i Sverige i framtiden

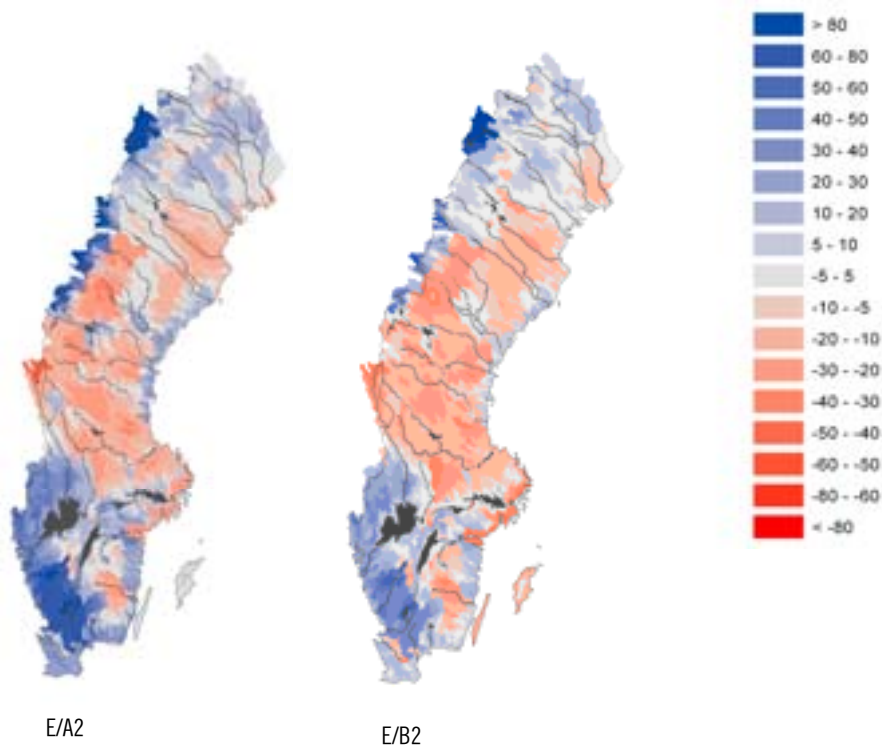
För Sverige som helhet ökar risken för översvämningar främst i de västra fjälltrakterna, i västra Götaland och i västra Svealand. I övriga delar av landet minskar riskerna snarare något. Det finns ingenting som tyder på att de geografiska områden som drabbas samtidigt skulle bli större i framtiden. Riskexponeringen kan ändå öka genom att tätbefolkade områden drabbas av mer intensiva regn.

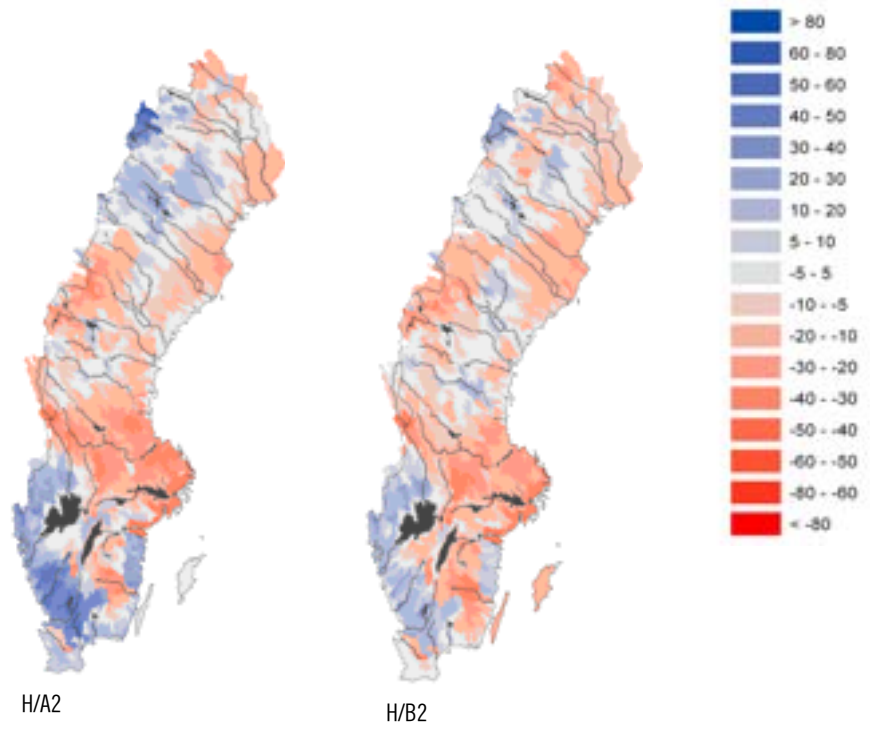
- Dalälven

Riskerna för översvämningar i Vansbro, Falun och stränderna kring sjön Runn på grund av höga flöden i Dalälven beräknas förbli oförändrade eller minska något i ett framtida förändrat klimat. Resultaten är dock inte helt entydiga. Dessa områden är utsatta för betydande risker redan under dagens klimatförhållanden. För Dalälven innebär älvens reglering, som ju kan ändras om så krävs, att beräkningarna är något osäkrare än för övriga områden.

På uppdrag av Klimat- och sårbarhetsutredningen och projektet *Framtidens översvämningssrisker* har SMHIs forskningsavdelning tagit fram rikstäckande kartor över hur översvämningssrisker kan förändras på grund av den globala uppvärmningen. Utgångspunkt är perioden 1961–1990 och det framtida klimatet beskrevs enligt de fyra regionala scenarier, benämnda H/A2, H/B2, E/A2 respektive E/B2 för perioden 2071–2100 som vi även i övrigt använt oss av inom arbetet med detta delbetänkande. De hydrologiska konsekvenserna är beräknade med den s.k. HBV-modellen, som i detta fall är uppsatt för 1 001 avrinningsområden för att täcka hela Sveriges yta (Andreasson et al., 2004). Liksom vid tidigare redovisade beräkningar för Väneren och Mälaren visar Figur 5.2 att de scenarier som bygger på den tyska globala klimatmodellen (E/A2 och E/B2) är betydligt mer nederbördsrika och ger mer avrinning än de som bygger på modellen från Hadley Centre (H/A2 och H/B2). Men det finns gemensamma drag. Alla fyra scenarier visar en ökning av risken för översvämningar främst i de västra fjälltrakterna, i västra Götaland och i västra Svealand. I övriga delar av landet minskar riskerna snarare något, framför allt på grund av att risken för kraftiga snösmältningssflöden minskar.

Figur 5.2 Beräkning av hur 100-års flödena kan komma att förändras enligt fyra klimatscenarier och hydrologisk modellering. Kartorna representerar skillnaden mellan förhållanden 2071–2100 och 1961–1990 i %. De två översta kartorna avser E/A2 och E/B2 scenarierna medan de två nedre avser H/A2 respektive H/B2





Källa: SMHI, 2006.

6 Förslag till åtgärder, finansiering och konsekvensbedömningar

6.1 Förslag till åtgärder

6.1.1 Förslag till åtgärder för Mälaren

Öka avtappningskapaciteten från Mälaren till ca 1 800 m³/s:

- Bygg ny avtappningskapacitet för ca 700 m³/s vid Söderström (Slussen) i samband med ombyggnation av Slussenområdet så att totala avtappningskapaciteten där når ca 1 000 m³/s. I den mån det är möjligt bör kapacitetshöjningar genomföras redan under byggperioden. Förstärk vid behov kajer i området för att undvika erosion.
- Anpassa slussen i Södertälje för utökad tappningskapacitet med ca 300 m³/s så att totala avtappningskapaciteten når ca 350 m³/s och erosionskydda Södertälje kanal.
- SMHI ges i uppdrag att i samarbete med berörda intressenter undersöka möjligheten att ytterligare täta luckor, utskov och markpartier där vatten från Mälaren strömmar ut för att undvika låga vattenstånd.
- Länsstyrelsen i Stockholms län ges i uppdrag att kartlägga riskerna för översvämningsskador på centrala funktioner i systemet med försörjningstunnlar under Stockholm samt att upprätta en plan för höjd säkerhet i dessa system.
- Undvik tillsvidare nybyggnation kring Mälaren under nivå ca +230 cm. Vissa undantag kan göras ned till nivån +130 cm. Under nivån +130 cm bör enbart enkla byggnader som uthus m.m. tillåtas. Denna byggpolicy bör gälla till dess nya avtappningsmöjligheter finns tillgängliga och bör åstadkommas genom att kommunerna i sitt ordinarie planarbete beaktar risken för översvämning till dessa nivåer.

- Höj beredskapen kring översvämningsfrågorna hos kommuner och verksamhetsutövare genom att förstärka samarbetet mellan berörda kommuner, länsstyrelserna, berörda myndigheter och verksamhetsutövare kring Mälaren. Alla kommuner runt sjön bör delta. Utnyttja befintligt samarbete i bl.a. Mälarens översvämningsgrupp

6.1.2 Förslag till åtgärder för Hjälmarén

- Skydda bebyggelse mm mot höga vattenstånd.
 - Valla in tätare bebyggelse som finns under hundraårsnivån +22,90 m permanent med säkerhet mot dimensionerande nivå. Berörda kommuner bör ta ansvaret för att denna typ av åtgärder genomförs.
 - Valla in eller höj utsatta vägar och åtgärda färjeläget för Vinöfärjan. Berörda trafikverk ges i uppdrag att höja säkerheten.
- Länsstyrelserna i Västmanlands och Örebro län ges i uppdrag att i samarbete med lantbrukets organisationer kartera jordbrukets invallningsföretag och identifiera möjligheterna till och behoven av höjningar och förstärkningar för att skydda jordbruksmark och andra objekt. Vidare bör möjligheterna att tappa vatten genom gamla Hjälmaré kanal studeras. Svårigheterna att tappa mer vatten via Arbogaån bör därvid beaktas.
- Undvik tillsvidare nybyggnation kring Hjälmarén under nivån ca +23,80 m. Vissa undantag kan göras ned till nivån +22,90 m. Under nivån +22,90 m bör enbart enkla byggnader som uthus m.m. tillåtas. Detta bör åstadkommas genom att kommunerna i sitt ordinarie planarbete beaktar risken för översvämnning till dessa nivåer.
- Höj beredskapen kring översvämningsfrågorna hos kommuner och verksamhetsutövare genom att förstärka samarbetet mellan berörda kommuner, länsstyrelserna, berörda myndigheter och verksamhetsutövare kring Hjälmarén. Alla berörda kommuner bör delta i samarbetet. Utnyttja befintliga samarbetsstrukturer t.ex. inom Hjälmaréns vattenförbund.

6.1.3 Förslag till åtgärder för Vänern

Förslag för Vänern på kortare sikt

- Minska vattenhållningen så att de högsta vattenstånden kan sänkas med minst ca 0,4 m. Detta bör åstadkommas genom en frivillig överenskommelse mellan Staten och Vattenfall AB om att öka tappningen från Vänern vid lägre nivåer än vad som sker idag. Flera alternativa tappningsregimer är möjliga för att nå samma resultat. En utgångspunkt bör vara den modell som beskrivs i kapitel 4.4.3. Vid den slutliga utformningen av tappningsstrategin bör hänsyn tas till sjöfarten och påverkan på naturmiljön.
- Räddningsverket bör ges ett sammanhållande ansvar för fortsatta utredningar kring ökade avtappningsmöjligheter från Vänern. Senast år 2012 bör ett förslag på långsiktig lösning presenteras. Inom ramen för detta arbete bör:
 - SGI ges i uppdrag att genomföra fortsatta utredningar kring hur maximal avtappning genom Göta älv kan ökas och vilka åtgärder som i så fall behövs. Arbetet innefattar bl.a. att kartera Göta älv fullständigt för ras och skred samt att bedöma behoven av förstärkningsarbeten för att klara ett större flöde genom Göta älv. Påverkan på erosion och stabilitet från korttidsreglering och sjöfart bör också klarläggas.
 - SGU ges i uppdrag att mer ingående studera de geologiska förutsättningarna för en tunnel genom t.ex. seismisk analys och provborrningar.
 - Länsstyrelsen i Västra Götaland ges i uppdrag att i samarbete med Fiskeriverket och Naturvårdsverket noggrannare studera möjliga effekter på den marina miljön vid olika möjliga tunnelutlopp. Länsstyrelserna i Värmland och Västra Götaland bör dessutom ges i uppdrag att noga följa utvecklingen i naturmiljön till följd av mindre vattenståndsvariationer i Vänern.
 - SMHI ges i uppdrag att i samarbete med Lantmäteriverket och Vattenfall AB belysa översvänningsriskerna längs Göta älvs nedre lopp i ett framtida klimat och möjligheterna till

- ökad avtappning utan risk för stora översvämningsskador i området.
- STEM ges i uppdrag att i samarbete med SMHI och Vattenfall studera förutsättningarna för vattenkraftsproduktion i en eventuell avtappningstunnel.
 - Undvik tillsvidare nybyggnation kring Vänern under nivå ca +47,4 m. Vissa undantag kan göras ner till nivån ca +46,5 m. Under nivån +46,5 m bör enbart enkla byggnader som uthus tillåtas. Detta bör åstadkommas genom att kommunerna i sitt ordinarie planarbete beaktar risken för översvämning till dessa nivåer.
 - Höj beredskapen kring översvämningsspörsmålen hos kommuner och verksamhetsutövare genom att förstärka samarbetet mellan berörda kommuner, länsstyrelserna, berörda myndigheter och verksamhetsutövare kring Vänern. Alla kommuner runt sjön och längs Göta älv bör delta. Utnyttja befintligt samarbete i bl.a. Vänerns älvsamordningsgrupp och Göta älvs Vattenvårdsförbund.

Förslag för Vänern på längre sikt

På sikt anser vi att det blir nödvändigt att öka tappningsmöjligheterna med minst 400 m³/s. Baserat på de utredningar vi föreslår ovan och Räddningsverkets förslag bör beslut fattas om en långsiktig lösning där avtappningsmöjligheterna ökas. Detta kan ske antingen genom att en avtappningstunnel byggs eller genom att större tappning möjliggörs i Göta älv genom förstärkningar av älvsidorna, erosionsskydd m.m. Förstärkningar av älvsidorna i Göta älv bör genomföras oavsett eventuella tappningsökningar. Ett sådant beslut bör också baseras på utvecklad kunskap om klimatförändringarna. Om klimatscenerierna då i ökad utsträckning pekar mot förändringar som leder till stora öknings av högvattenstånd kan det bli nödvändigt att åstadkomma kapacitetsökningar såväl i Göta älv som via en avtappningstunnel, alternativt får en större tunnel byggas. Konsekvenser för naturmiljön, såväl i Vänern som i Västerhavet, för vattenförsörjningen och för sjöfarten bör vägas in vid beslutet. För alla öknings av avtappningsmöjligheterna behöver vattendomen för Vänern prövas om.

6.2 Behov av ändring av vattendomar

6.2.1 Regler för omprövning av vattendomar

Alla vattenrättsliga tillstånd kan omprövas oavsett vilken lagstiftning de grundas på. De sakliga kriterierna är i princip också desamma oavsett tillståndets ålder. Prövningen sker enligt miljöbalkens bestämmelser, i första hand mot hänsynsreglerna i 2 kap.

Det finns dock skillnader mellan tillstånd av olika ålder. Skillnaderna gäller tidsfristen för omprövning, den andel av förlust av vatten eller fallhöjd som tillståndshavaren skall tåla samt möjligheten att ompröva med hänsyn till att förhållandena i omgivningen har ändrats väsentligt.

Tidsfristerna för omprövning varierar mellan 10 och 30 år beroende på när dom meddelades. Den här aktuella vattendomen för Mälaren, *Ansökan om ändring av de för Mälarens reglering gällande tappningsbestämmelserna m.m.* är från 1966. För Vänern är domen angående Vänerns reglering från 1937. För dessa har fristen gått ut och de är därför omprövningsbara. För Hjälmarens meddelades dom angående ändring av gällande bestämmelser för Hjälmarens reglering 1988.

Den andel av förlust av vatten eller fallhöjd som tillståndshavaren skall tåla utan ersättning varierar 5 och 20 %, andelen bestäms i domen. För kraftproduktion gäller högst 20 % och lägst 5 % av produktionsvärdet. För gamla tillstånd som det som gäller för Vänern och Göta älv så ligger siffran sannolikt närmare 5 % än 20 %.

Omprövningen kan gå ut på att ändra bestämmelse om "tillåten produktionsmängd eller liknande bestämmelse om verksamhetens omfattning" samt "ändra eller upphäva villkor eller andra bestämmelser eller meddela nya sådana". Det finns alltså inte några begränsningar när det gäller typen av förpliktelser som verksamhetsutövaren kan åläggas vid omprövningen. Begränsningen av hur långt omprövningen kan gå ligger i att omprövningen inte får resultera i så ingripande bestämmelser att verksamheten inte längre kan bedrivas eller att den avsevärt försvåras.

Inskränkningar i tillståndet kan vara ändrade regleringsbestämmelser, minskad regleringsamplitud, eller ökad minimivattenföring. Nya villkor kan gälla skyldighet att vidta skadeförebyggande åtgärder t.ex. spegeldammar eller erosionskydd.

Omprövningen sker vid miljödomstolarna. Ansökan om omprövning får göras av Naturvårdsverket, Kammarkollegiet och länsstyrelsen. Dessutom har Räddningsverket ställning som part i målet och kan komma med direkta yrkanden. Detta gäller också kommuner som vill föra talan om miljöintressen och andra allmänna intressen inom kommunen.

Det åligger sökanden att se till att ansökan innehåller de uppgifter som behövs för att den skall kunna fungera som underlag för prövningen. Enligt bestämmelserna i miljöbalken har också tillståndshavaren en skyldighet att tillhandahålla den utredning om verksamheten som behövs för prövningen.

I andra vattenrättsliga ansöknings mål än omprövningsmål skall sökanden betala alla motparters rättegångskostnader. I omprövningsmålen gäller istället att tillståndshavaren, Naturvårdsverket, Kammarkollegiet och länsstyrelsen skall svara för sina egna kostnader. Däremot står den sökande myndigheten för andra motparters rättegångskostnader.

En omprövning av t.ex. Vänerens reglering bedöms bli omfattande, ta lång tid och kräva stora resurser hos den ansökande myndigheten.

Handläggningstiden generellt beror naturligtvis på omfattningen av de frågor som domstolen skall pröva i målet. En viktig faktor är vilken inställning tillståndshavaren kan förväntas ha till ansökan. Finns en färdig överenskommelse mellan sökanden och tillståndshavaren blir handläggningen normalt mycket enkel. Tiden påverkas också av om det finns andra enskilda intressen än tillståndshavaren som berörs av omprövningen, och av hur komplex den ansökta ändringen är från teknisk och miljömässig synpunkt.

För ett normalt omprövningsmål som riktas mot ett enskilt tillstånd måste man räkna med en handläggningstid på 10–12 månader. Komplexa omprövningar med många intressen företrädda kan ta avsevärt längre tid, flera år.

6.2.2 Ändring av Mälarens och Hjälmarens vattendoromar

Mälaren

Mälaren är idag reglerad genom en vattendom från 1966, se ovan. Domen innehåller tappningsbestämmelser, dvs. vid vilka nivåer i Mälaren olika utskov skall öppnas vid de olika utloppen i Stockholm och Södertälje.

Stockholms stad planerar att bygga om hela området kring Söderström. Ombyggnaden kommer att påverka utskovet och vattenföringen från Mälaren till Saltsjön. Stockholms stad kommer i samband med planeringen av ombyggnaden att söka tillstånd för detta enligt Miljöbalken.

De förslag som vi nu lägger om att öka avtappningsmöjligheterna i Söderström (Slussen) och Södertälje kanal innebär andra förutsättningar för regleringen. De nuvarande tappningsbestämmelserna bör därför ändras. Detta sker lämpligen i samband med prövningen av Söderströms ombyggnad och eventuellt vid prövningen av den föreslagna ombyggnaden av slussen i Södertälje kanal. Det är väsentligt att gällande tappningsbestämmelser inte hindrar en optimal användning av ett nytt utskov. Sjöfartsverket är dock av uppfattningen att frågan om omprövning av vattendomen inte bör tas upp i samband med en sådan utbyggnad.

Enligt den vattendom som reglerar tappningen från Mälaren, Österbygdens vattendomstols dom 4 mars 1966 gäller bl.a. följande.

- 4) Om på grund av riklig snötillgång eller stor nederbörd vattenståndet enligt kontrollantens beprövande befaras komma att stiga icke oväsentligt över 4,40 m äger denne, när fråga härom uppkommer, föreskriva att Riksbro- och Stallkanaldammarna, avtappningskanalen vid Karl Johans torg och kulverten vid Skanstull hållas öppna vid vattenstånd lägre än i mom. 3 säges (flödestappning), dock ej under 4,00 m. Efter samråd med dem som handha skötseln av slussarna äger kontrollanten, när risk för ett synnerligen högt flöde föreligger, även föreskriva, att Karl Johans-, Hammarby- och Södertäljesslussarna hållas öppna också vid vattenstånd lägre än i mom. 3 säges, dock ej under 4,40 m.

SMHI är enligt domen kontrollant. Det bör alltså finnas vissa möjligheter att vid extrema vattenstånd använda sig av den ökade kapaciteten i Södertälje.

Tillståndshavare och sökanden för ombyggnaden i Söderström är Stockholms stad. I samband med prövningen av stadens tillståndsansökan bör tappningsbestämmelserna revideras.

Om en ökning av utskovskapaciteten i Södertälje sker mycket tidigare än prövningen av Söderström kan det bli aktuellt att revidera tappningsbestämmelserna även i samband med en prövning av en ombyggnad av slussen i Södertälje. Tillståndshavare för Södertälje kanal och sökande vid en sådan ombyggnad är Sjöfartsverket.

Något behov av en omprövning enligt omprövningsbestämmelserna i Miljöbalken finns därför inte enligt vår bedömning. De nödvändiga ändringarna av tappningsbestämmelserna bör ske i samband med prövningar av de ombyggnader som planeras.

Hjälmaren

Hjälmaren regleras idag genom en dom från 1988 där de tidigare tappningsbestämmelserna reviderades. År 1991 övergick ansvaret för regleringen till Hjälmarens vattenförbund som består av kommuner, jordbruksintressenter och kraftverksintressenter.

En eventuell anpassning av tappningsstrategin för att motverka flöden kan enligt uppgift till stor del göras inom ramen för nuvarande vattendom. Hjälmarens vattenförbund bör själva kunna bedöma behovet av en eventuell framtida justering av domen och bör då även söka ändring.

Något behov av en omprövning enligt omprövningsbestämmelserna i Miljöbalken finns därför inte enligt vår bedömning.

6.2.3 Ändring av Vänerns vattendom

Vänern är reglerad genom en vattendom från 1937 se ovan, avsnitt 4.1.2. Vattenfall AB har fallrättigheterna i Göta älv och ansvarar för genomförandet av domens tappningsbestämmelser. Inom ramen för bestämmelserna har Vattenfall AB en relativt stor frihet att utforma sin tappningsstrategi. Detta innefattar såväl korttidsreglering över dygnet och veckan som den årsvisa regleringen. Syftet är att anpassa kraftproduktionen till marknadens behov och priser. Vänern fungerar alltså i detta avseende som ett stort regleringsmagasin för kraftverken i Vargön, Trollhättan och Lilla Edet.

Ett normalår uppgår produktionen i Göta älv till ca 1,5 TWh vilket skall jämföras med den svenska vattenkraftproduktionen på drygt 60 TWh. Värdet av produktionen i Göta älv uppgår till 550 miljoner kronor per år, räknat med ett råkraftpris på 40 öre/kWh.

En ändrad vattenregleringsstrategi i Vänern enligt förslagen i avsnitt 6.1 i avvaktan på långsiktiga åtgärder innebär minskad kraftproduktion och därmed lägre intäkter för Vattenfall AB. Denna minskning av intäkterna är dock jämförelsevis liten.

Vid en omprövning skall Vattenfall i enlighet med lagstiftningen tåla inskränkningar på mellan 5 och 20 % av produktionsvärdet. Det skall noteras att Vattenfall AB är helägt av staten.

Vänerns vattendom från 1937 är mycket omfattande, akten består av drygt 9 000 sidor. Själva domen är på drygt 700 tryckta sidor varav knappt hälften utgörs av en lista över de olika ersättningsar som betalades ut. Förhandlingarna pågick från det ansökan lämnades in 28 mars 1925 tills dom avkunnades 19 juni 1937.

En omprövning vattendomen skulle bli mycket kostsam och ta lång tid. Stora resurser skulle krävas för den myndighet som söker omprövning, för Vattenfall AB som tillståndshavare och för övriga berörda parter. Staten i form av sökande myndighet skall stå för rättegångskostnaderna för övriga berörda parter, dock inte för Vattenfall AB, förutom för de egna kostnaderna.

Enligt vår bedömning ryms en ändrad regleringsstrategi, som syftar till en sänkning av de högsta nivåerna med ca 40 cm och med oförändrad sänkingsgräns, inom den gällande vattendomen. Det vore därför en stor fördel om en sådan ändring av regleringsstrategin kunde ske genom en frivillig överenskommelse med Vattenfall AB.

6.3 Finansiering av föreslagna åtgärder

Förslagen till finansiering av de åtgärder vi lägger fram vägleds av en princip om att den som drar nytta av åtgärderna också ska bidra till att finansiera dem. Berörda aktörer bör, som huvudprincip, stå för kostnaderna för att skydda sin egendom. I de fall då nyttan med en åtgärd är spridd över många aktörer kan det vara praktiskt omöjligt att kostnaderna tas direkt av problemägarna. Då bör den offentliga aktör som har ansvar för det område eller den sektor som drabbas ta kostnaden. I vissa fall kan det vara svårt att peka ut exakt

vilka offentliga aktörer som berörs och i vilken omfattning. Ett annat argument för viss statlig finansiering av åtgärderna är att effekterna av klimatförändringarna fördelas mycket olika över landet. Vissa kommuner och verksamheter drabbas tämligen hårt medan andra inte drabbas alls eller påverkas positivt i vissa avseenden. Det kan då vara rimligt att delar av kostnaden bärs av landet som helhet. Utredningen återkommer i slutbetänkandet i frågan om statliga medel för förebyggande åtgärder mot översvämningar, ras och skred samt effekter av klimatförändringarna.

Vänern

För Vänern föreslår utredningen dels ändrad tappningsstrategi för att förebygga översvämningar på kort sikt, samt att en fortsatt undersökning av möjligheterna att öka utskoven genom Göta älv eller genom en ny tunnel genomförs.

En ändrad tappningsstrategi bedöms inte ge några extra kostnader utöver eventuella produktionsförluster för Vattenfall. Dessa bedöms vara mycket små i relation till Vattenfall AB:s intäkter från vattenkraftproduktionen.

Kostnaden för en geoteknisk utredning av att öka avbördningen genom Göta älv har bedömts av SGI till 60–110 miljoner kronor. Detta bör utföras av SGI och finansieras av de medel för förebyggande åtgärder som hanteras av Räddningsverket. För att snabbt kunna sätta igång en geoteknisk utredning av Göta älv föreslås ett tillfälligt tillskott till SGI. Det är viktigt att understryka att denna utredning bör komma till stånd oavsett om man avser öka avbördningen genom Göta älv eller inte, eftersom riskerna för ras och skred är betydande redan idag och eftersom klimatförändringarna i sig ökar ras- och skredrisken i detta område.

Övriga utredningar som föreslås för att undersöka möjligheterna att öka avtappningen från Vänern bör i huvudsak kunna finansieras inom respektive myndighets ordinarie budget. Omfördelningar inom respektive utgiftsområde kan dock bli nödvändiga.

Mälaren

I Mälaren föreslår vi att avtappningskapaciteten ökas både vid Söderström och vid Södertälje sluss enligt vad som beskrivits i avsnitt 6.1.

Nyttan av att minska översvämningssriskerna tillfaller kommuner och verksamheter i hela Mälardalen. Risken för skador på byggnader, vägar, järnvägar, vatten- och avloppsverk och annan infrastruktur samt påverkan på sjöfarten minskar. Vi anser att en betydande del av kostnaderna för de insatser som fordras i Södertälje sluss för att avtappningskapaciteten ska kunna ökas bör kunna finansieras av Sjöfartsverket.

Stockholms stad äger slussen vid Söderström och planerar en ombyggnad, som dock inte omfattar en lika stor ökning av avtappningsmöjligheten som föreslås här. Stockholms stad skulle drabbas tämligen hårt vid ett översvämningssituation vid både ett hundraårsflöde och ett dimensionerande flöde och bör kunna stå för en betydande del av kostnaderna för avtappningen i Söderström-Slussen. Nyttan av den ökade avtappningskapaciteten, både vid Slussen och vid Södertälje sluss, kommer hela Mälardalen till del. Därför bör övriga kommuner eventuellt bidra. Med tanke på att översvämningssriskerna berör ett stort område, och att riksintressen, bl.a. nationella järnvägsförbindelser genom Stockholm, står på spel är det rimligt att staten är med och bidrar, på samma sätt som vid vissa infrastrukturinvesteringar och förebyggande åtgärder för översvämningar i andra städer. Detta skulle kunna ske genom att medel från de anslag för förebyggande åtgärder som idag hanteras av Räddningsverket används för att bidra till finansieringen av ökad avtappningskapacitet i Södertälje och Söderström.

Hjälmaren

Kostnaderna för de åtgärder som föreslås vid Hjälmaren består främst i kostnader för utredningar och kostnader för skyddsåtgärder såsom invallningar mm för skydd mot översvämningar. Kostnaderna för invallningar bör bäras av respektive verksamhetsutövare. Visst utrymme finns också inom Räddningsverkets anslag för förebyggande åtgärder. Som ovan nämnts avser utredningen att återkomma i frågan om huruvida detta anslag bör utökas i framtiden. Kostnaderna för utredningar bör i huvudsak kunna

rymmas inom befintliga anslag men det bör övervägas att tillfälligt förstärka budgeten för berörda länsstyrelser.

6.4 Konsekvensbedömningar

6.4.1 Statsfinansiella konsekvenser med förslag till finansiering

Kostnaderna för de åtgärder som föreslås för Vänern och Mälaren uppgår till sammanlagt ca 750 miljoner kronor. För några av dessa åtgärder föreslås viss statlig finansiering.

För att snabbt kunna sätta igång en geoteknisk utredning av Göta älv föreslås ett tillfälligt tillskott till SGI från de medel för förebyggande åtgärder som hanteras av Räddningsverket. Vi återkommer till den fortsatta finansieringen av denna utredning i vårt slutbetänkande. Vidare är det rimligt att staten tar en del av kostnaden för att öka avtappningsförmågan i Slussen i Söderström. Statens finansiering bör även här kunna tas ur medlen för förebyggande åtgärder. Sjöfarten drar nytta av en ökad avtappningsförmåga från Mälaren i så måtto att risken för mycket höga vattenstånd som hindrar sjöfarten minskar. Vidare innebär förslagen att risken för de mycket låga vattenstånd, som hindrar sjöfarten, också minskar. En betydande del av finansieringen av de merkostnader som uppkommer i Södertälje sluss vid en ombyggnad som tillåter ökad avtappning bör därför kunna bäras av Sjöfartsverket. Det är dock rimligt att en del av dessa kostnader också finansieras av de statliga medel för förebyggande åtgärder som hanteras av Räddningsverket.

I budgetpropositionen för 2007 (prop. 2006/07:1) har regeringen föreslagit en ökning av anslaget för förebyggande åtgärder med 15 miljoner kronor/år. De statsfinansiella konsekvenserna av våra förslag består i en eventuell ytterligare ökning av anslaget för förebyggande åtgärder. Hur stor denna ökning skulle behöva vara och hur den i så fall ska finansieras kommer vi att behandla i slutbetänkandet, i samband med den totala bedömningen av effekterna av klimatförändringarna.

6.4.2 Sociala och ekonomiska konsekvenser för enskilda och näringsliv

Åtgärderna för att minska risken för översvämningar i Vänern bedöms inte ha några betydande negativa konsekvenser för berörda aktörer. Förslaget att ändra vattenregleringsstrategin innebär att låga nivåer, i närheten av den för sjöfarten kritiska nedre gränsen kan bli vanligare. De negativa konsekvenserna av låga vattennivåer kan bli temporära om en tillräckligt stor avtappningskapacitet för Vänern kan komma till stånd.

Viss muddring kan bli aktuell i några hamnområden. Alternativt kan näringslivets möjligheter att utnyttja sjöfarten för gods-transporter under de perioder då vattenståndet är lågt begränsas. SMHI beräknar att den tid då vattenstånd i närheten av den kritiska gränsen förekommer kommer att bli ca 30 dagar under en 30-årsperiod. Den negativa påverkan på näringslivet bedöms därför bli tämligen marginell.

Enskilda, fiskerinäringen och delar av turistnäringen inklusive vissa småföretag (t.ex. campingplatser) kan i någon utsträckning påverkas negativt av minskade vattenståndfluktuationer till följd av en ändrad regleringsstrategi. Ökad igenväxning av vikar, stränder och skärgårdsområden kan påverka fisket och aktiviteter längs stränderna. En följd kan bli vissa ökade kostnader för att röja vass vid badplatser och i båthamnar. De positiva effekterna med minskade risker för allvarliga översvämningar som nästan helt skulle slå ut fisket under längre perioder och i betydande omfattning påverka turistnäringen väger dock upp de negativa effekterna.

Elproduktionen vid vattenkraftverken i Göta älv bedöms minska något med en ändrad regleringsstrategi. Minskningen är dock marginell sett i ett nationellt perspektiv. Vattenfall AB bedömer att de förlorar intäkter på ca 3 miljoner kronor/år. (Vattenfall, 2006).

Åtgärderna för att avtappningsmöjligheterna från Mälaren bedöms inte heller föra med sig några negativa konsekvenser av betydelse för näringslivet, enskilda eller offentlig verksamhet. Ett ökat utskov genom Söderström (Slussen) kan möjligen påverka området utanför slussen i form av ökad erosion och påverkan på kajerna. Detta skulle då påverka Stockholms hamn. De positiva konsekvenserna för näringslivet, enskilda eller offentlig verksamhet i närheten av Mälaren blir betydande i form av kraftigt minskade risker för översvämningar med stora konsekvenser.

Utredningen föreslår restriktioner för byggande under de översvämningshotade nivåerna. De nya förutsättningarna i ett förändrat klimat påverkar byggandet av bostäder och näringsidkare (t.ex. turistnäringen, hotell- och restaurang) som har intresse av att bygga inom dessa områden, liksom sjönära kommuners samhällsplanering. De föreslagna restriktionerna är dock en nödvändig anpassning till de översvämningsrisker som finns, behovet av skydd av boende och egendom samt till effekter av klimatförändringarna.

6.4.3 Miljöpåverkan

Förslagen kan framförallt påverka miljömålen Levande sjöar och vattendrag, en giftfri miljö, myllrande våtmarker, ett rikt växt- och djurliv samt en god bebyggd miljö.

Vänern

Minskade vattenståndfluktuationer kan leda till att vikar, stränder och skärgårdsområden växer igen ytterligare med vass vilket påverkar Vänerns natur, växt- och djurliv. Skötselåtgärderna för att hålla strandängar och sandständer öppna behöver då ökas. Den biologiska mångfalden kan komma att minska när flera hotade arter, som den ettåriga strandväxten grönskära, är beroende av vattenstandsfluktuationer för att överleva. Sumpskogar och andra våtmarker i omedelbar närhet av sjön kan påverkas av de genomsnittligt lägre vattennivåerna, vilket också det kan påverka den biologiska mångfalden.

Några av Vänerns grunda och skyddade vikar har övergödningsproblem, med bland annat syrebrist och algblomningar. Vattenkvaliteten kan komma att försämrans i dessa områden när vassen ökar i sunden och grunda områden får lägre vattendjup. Fiskbeståndet kan påverkas.

Sjöns och dess stränders stora värde för natur- och kulturmiljön kan påverkas vid en genomsnittligt lägre vattennivå. Dricksvattenintag som sker på grundare områden kan eventuellt behöva flyttas längre ut, exempelvis i Mariestad och Åmål.

Samtidigt innebär förslagen att den högsta tänkbara nivån minskas med ca 40 cm. Därmed minskar risken för urlakning och läckage av föroreningar från förorenad mark, jordbruksmark och

industriområden kring Vänern. Risken för stor negativ påverkan på vattenkvaliteten i sjön minskar då. Likaså minskar risken för skador på kulturhistoriskt värdefulla byggnader.

Mälaren

Förslagen för Mälaren innebär att risken för översvämningar minskar kraftigt. Därmed minskar risken väsentligt för svåra föroreningar av Mälaren från industrier, förorenad mark, jordbruk mm. Riskerna för allvarlig påverkan på vattenförsörjningen kan på så sätt minskas. Genom att större avtappningsmöjligheter skapas kan vattennivån i Mälaren tillåtas fluktuera mer än idag. Om en ny vattendom tillåter sådana fluktuationer kan större årliga vattenståndsfluktuationer än idag tillåtas och den biologiska mångfalden kring sjön kan då värnas på ett bättre sätt. Riskerna för igenväxning och utarmning av ekosystemen kan då minskas.

6.4.4 Övriga konsekvenser

De förslag som lagts bedöms i huvudsak ha positiva effekter för de berörda områdena. Sysselsättning, näringslivet och offentlig service i områdena skyddas genom att konsekvenserna av översvämningar och det förändrade klimatet mildras.

Kostnads- och intäktskalkyler har utförts och redovisas på annan plats i betänkandet.

Förslagen bedöms inte ha någon bäring på den kommunala självstyrelsen, brottsligheten, jämställdhet mellan män och kvinnor, de integrationspolitiska målen eller den personliga integriteten.

Referenser

- Andreasson, J., Bergström, S., Carlsson, B., Graham, L.P och Lindström, G. (2004). *Hydrological Change – Climate Change Impact Simulations for Sweden*. Ambio.
- Andreasson, J., Bergström, S., Carlsson, B., Hellström, Sara-Sofia (2006). *Framtidens översvämningsrisker*. SMHI 2006:19.
- Bergström, Sten (1999). *Höga vattenflöden i reglerade älvar*. SMHI fakta nr 1, Norrköping.
- Hultén, C., Olsson, M., Svahn, V., Odén, K., Rankka, K., Engdahl, M. (2005). *Släntstabilitet i jord – konsekvenser av ett förändrat klimat*. Delrapport inom uppdraget Jordskred och ras i klimatförändringens spår. Statens geotekniska institut, Varia 560-1, Linköping.
- Meier, M., Andréasson, J., Broman, B., Graham, L.P., Kjellström, E., Persson, G. och Viehhauser, M. (2006). *Climate change scenario simulations of wind, sea level and river discharge in the Baltic Sea and Lake Mälaren region – a dynamical downscaling approach from global to local scales*. SMHI Reports Meteorology and Climatology, No 109, Norrköping.
- Nordiska CE-projektet (2006). *Climate and Energy*. <http://www.os.is/ce>
- Nätverket för Älvsäkerhet (2006). <http://nac.kau.se/>
- Svenska Kraftnät (2001). *Analys av översvämningsarna under sommaren och hösten 2000 samt vintern 2001*. Rapport nr 2001:1
- Sveriges geologiska undersökningar (2005). *Skred och ras*. <http://www.sgu.se/>
- Vattenfall (2006). Brev nr. 3 till Klimat- och sårbarhetsutredningen.

Kommittédirektiv



**Effekterna av klimatförändringar och hur
samhällets sårbarhet för dessa kan
minska**

**Dir.
2005:80**

Beslut vid regeringssammanträde den 30 juni 2005

Sammanfattning av uppdraget

En särskild utredare skall kartlägga det svenska samhällets sårbarhet för globala klimatförändringar och de regionala och lokala konsekvenserna av dessa förändringar samt bedöma kostnader för skador som klimatförändringarna kan ge upphov till. Den särskilde utredaren skall föreslå åtgärder som minskar samhällets sårbarhet för både successiva klimatförändringar och enstaka extrema väderhändelser samt redovisa om det finns behov av ändrade uppgifter och förbättrad beredskap vid berörda myndigheter. Av särskilt intresse är klimatförändringarnas påverkan på infrastruktur, t.ex. vägar, järnvägar, telekommunikation, byggnadsbestånd, energiproduktion och elförsörjning, areella näringar, vattenförsörjning och avloppssystem och på människors hälsa samt på den biologiska mångfalden. Behovet av anpassning till de förväntade klimatförändringarna och ekonomiska effekter för samhället och olika näringar skall redovisas baserat på möjliga scenarier.

För att inhämta så bred erfarenhet och sakkunskap som möjligt skall utredaren samråda med berörda aktörer, bl.a. myndigheter, kommuner, näringsliv, vetenskapliga institutioner och enskilda organisationer. Utredaren bör också se över det samlade forskningsbehovet avseende samhällets sårbarhet och beredskap för klimatförändringar. Erfarenheter från andra länders arbete med sårbarhetsfrågan skall tas till vara.

En redovisning om översvämningsrisker och avtappningsmöjligheter när det gäller Mälaren, Hjälmaren, Vänern och ytter-

ligare områden där konsekvenserna blir stora vid översvämningar skall senast den 1 juni 2006 lämnas till regeringen.

Ett slutbetänkande skall lämnas senast den 1 oktober 2007.

Bakgrund

Förändringar i klimatet kan ge upphov till stora effekter på samhällets funktioner, t.ex. på infrastruktur såsom elförsörjning, telekommunikationer, vägar och järnvägar samt på naturmiljön. I vissa fall kan detta leda till en svår påfrestning för samhället. Samhällets sårbarhet vid klimatförändringar beror bl.a. på hur stora förändringarna blir samt hur vi i dag planerar och tar hänsyn till dessa förväntade förändringar. Sårbarheten är även beroende av vilken beredskap samhället har. Det senare gäller särskilt eftersom extrema vädersituationer med stormar och omfattande nederbörd kan förväntas bli vanligare i framtiden. En kartläggning av samhällets, näringslivets och de naturliga ekosystemens sårbarhet för klimatförändringar är en förutsättning för en effektiv planering för hur samhällets sårbarhet kan reduceras.

Översvämningar och höga flöden inträffar regelbundet men har sedan sommaren 2000 i ökad omfattning drabbat flera områden i landet i samband med kraftig nederbörd. Översvämningar inträffade i Värmland och Västra Götaland sensommaren 2001 och i Sundsvall och Timrå hösten 2001. Häftiga regnväder och påföljande översvämningar drabbade Orust sommaren 2002 och Småland 2004. Flera ras och skred inträffade också i Värmland sommaren 2004. Vattennivån i älvar och andra vattendrag höjdes kraftigt vilket i sin tur medförde att skador uppkom på såväl statlig som kommunal och enskild egendom.

Natten mellan den 8 och 9 januari 2005 drabbades Sverige av en mycket kraftig storm. Vindbyar med orkanstyrka över det inre av Småland noterades. Stormen orsakade omfattande skador på skog, telekommunikationer och eldistribution. Stormen fällde omkring 75 miljoner kubikmeter skog, dvs. dubbelt så mycket som under de svåra stormarna 1969. De direkta kostnaderna för stormen har uppskattats till 17 miljarder kronor.

Denna typ av extrema väderhändelser kan bli mer vanligt förekommande i framtiden, med ökade kostnader för samhället som följd. Samtidigt sker en successiv förändring av klimatet med stigande temperaturer, förhöjd havsnivå och förändrade livs-

betingelser för flora och fauna. Både de extrema händelserna och den fortgående förändringen måste beaktas vid en bedömning av samhällets sårbarhet och vilken beredskap som behövs.

Sårbarhet och risker i Sverige vid ett förändrat klimat har hittills enbart varit föremål för enstaka analyser. Visst arbete har påbörjats av olika aktörer, t.ex. Boverket, Statens räddningsverk, Lantmäteriverket och Vägverket, med syfte att se över sårbarheten vid översvämningar och behovet av anpassningsåtgärder. Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) och kraftindustrin har sett över möjliga konsekvenser för vattenkraftsproduktionen och dammsäkerheten. Skogsstyrelsen analyserar fortlöpande på vilka sätt skogsskötsel och naturvård kan behöva anpassas till följd av framtida klimatförändringar och ökad risk för extrema väderhändelser. Ingen sammanhållen analys har dock gjorts av de nya behov som uppstår och kostnader som en klimatförändring kan orsaka.

Inom ramen för FN:s klimatkonvention har anpassningsfrågorna genom det tionde partsmötet i december 2004 fått större utrymme än tidigare. Då fattades beslut om att utarbeta ett femårigt program i syfte att stärka parternas kapacitet för sårbarhetsanalys och anpassningsåtgärder. Vid världskonferensen om riskreduktion och förebyggande av naturkatastrofer i Kobe den 18–22 januari 2005 uppmanades varje land att etablera s.k. nationella plattformar som ett led i att förbättra beredskapen mot naturolyckor. De nationella plattformarna skall vara genomförda senast 2015. Även inom EU har sårbarhetsfrågor uppmärksamats men ännu har inga analyser eller åtgärder påbörjats på gemenskapsnivå. Inom EU beslutade miljöministrarna dock hösten 2004 att uppmana kommissionen att lägga fram ett lämpligt förslag till europeiskt handlingsprogram om hantering av översvämningrisker. Enskilda medlemsländer, t.ex. Finland och Förenade kungariket, har genomfört analyser av sårbarhet och anpassningsbehov.

Vetenskaplig bakgrund

Enligt FN:s klimatpanels (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) senaste utvärdering av klimatförändringar har jordens medeltemperatur ökat med ca 0,6 °C under de senaste hundra åren. Fram till år 2100 kan temperaturen komma att öka med ytterligare mellan 1,4 och 5,8 °C, enligt IPCC:s beräkningar.

Det är inte bara den absoluta förändringen av klimatet till slutet av detta sekel som har betydelse när sårbarhet och anpassningsbehov skall kartläggas. Även takten i en klimatförändring bör beaktas och takten beror delvis på resultaten av olika strategier för att begränsa utsläppen av växthusgaser. Modelleringar tyder på att takten på temperaturförändringen kommer att hålla sig på nuvarande nivå under de närmaste 50 åren för att därefter sakta ned. Detta förutsätter dock att effektiva åtgärder för att begränsa utsläppen av växthusgaser vidtas.

För att begränsa klimatförändringarna krävs kraftiga utsläppsminskningar i alla länder, men inte ens drastiskt minskade globala utsläpp kan helt förhindra en klimatförändring. Dock kan en internationell och ambitiös klimatpolitik långsiktigt påverka i vilken hastighet och omfattning en klimatförändring kommer att ske. På kort sikt (10–40 år) är möjligheterna att påverka takten och omfattningen av klimatförändringarna betydligt mindre. Ännu har de internationella överenskommelserna inte lett till något påtagligt trendbrott när det gäller de globalt sett ökande utsläppen av växthusgaser.

De regionala och lokala effekterna på klimatet kommer dock att avvika väsentligt från de globala medelvärdena. I en del regioner kan risken för översvämningar öka medan risken för torka kan öka på andra ställen. Klimatet i Norden bedöms vara känsligare för förändringar än det globala klimatet i genomsnitt. En god prognos av möjliga framtida regionala och lokala klimatförhållanden behövs som underlag för att kunna göra en bedömning av samhällets sårbarhet till förändringarna. Globala klimatsimuleringar som t.ex. tas fram inom ramen för FN:s klimatpanel har inte tillräckligt god upplösning för att ligga till grund för regionala bedömningar. Sådana modeller utgör i stället en utgångspunkt för utvecklingen av regionala klimatscenarier för Norden och Sverige, som vid Rossby Centre vid SMHI. Med dessa modeller kan regionala särdrag, såsom Östersjön, älvsystem, insjösystem och fjällkedjan beskrivas mer realistiskt vilket medger att mer detaljerad information kan tas fram om möjliga klimatförändringar på ett regionalt plan.

I de scenarier som använts i dessa regionala klimatmodelleringar kommer årsmedeltemperaturen i Sverige att ha höjts med i genomsnitt ca 4 °C under perioden 2071–2100 jämfört med perioden 1961–1990, vilket är mer än vad som förutses i de prognoser som gjorts över den globala medelförändringen. Liknande resultat har rapporterats i rapporten från ACIA (Arctic

Climate Impact Assessment, 2004) som tagits fram på beställning av Arktiska rådet. Flera osäkerhetsfaktorer finns emellertid i antagandena och i modellberäkningarna. Andra utfall, både med större och mindre temperaturförändringar, är därför möjliga. Europeiska miljöbyråns (EEA) rapport *Impacts of Europe's Changing Climate* (2004) pekar på att klimatförändringarna blir större i Europa än det globala genomsnittet. Europa måste därför förbereda sig och EEA konstaterar att det behövs strategier för detta på alla nivåer.

Temperaturförändringar påverkar flera olika variabler. De säsongsvisa snöförhållandena och havsisen påverkas också av temperaturen. Som en följd av klimatförändringarna förväntas vegetationsperiodens längd kunna förlängas med en till två månader i Sverige.

Nederbördsförhållandena kan också komma att påverkas i regionen. Längs Norges västkust och i norra Skandinavien förväntas ökad nederbörd medan förhållandena kan bli de omvända under sommaren i delar av sydöstra Sverige. Både snötäckets varaktighet och det maximala snödjupet minskar i Sverige enligt de regionala modellberäkningarna. Vattenföringen bedöms öka i norr och bli oförändrad eller minska något i södra Sverige. Förändringarna i snötäcket och nederbördsmonstren förväntas leda till att översvämningsrisken ökar under hösten och minskar under våren. Tillrinningen till Östersjön ökar i norr och är oförändrad eller minskar något i söder. Vattentemperaturen i Östersjön förväntas stiga med 3 °C i genomsnitt vilket bl.a. kan medföra en avsevärd minskning av isutbredningen i Östersjön. Den globala uppvärmningen väntas leda till att vattenståndet i världshaven stiger med 0,1–0,9 meter till år 2100 jämfört med år 1990, vilket även kommer att påverka vattenståndet i Östersjön.

Hur kan samhället påverkas av en klimatförändring?

Fysisk planering, infrastruktur, bebyggelse och elförsörjning

Ett förändrat klimat med risk för intensivare nederbörd leder till intensivare hydrologiska förlopp i vattendrag vilket kan få konsekvenser i form av översvämnning, skred och ras samt en långsiktig höjning av havsytan. Detta ställer nya krav på planeringen av samhällets infrastruktursystem som vägar, järnvägar,

broar, kraftöverföring, telekommunikation, hamnar, dammar, slussar, avlopps- och vattenförsörjningssystem samt byggnader. Risken för påverkan på byggnader av ett förändrat klimat kan ställa krav på nya riktlinjer för dimensioneringsgrunder och ändrade konstruktioner men också på förändrade underhållsmetoder, t.ex. i form av ökad användning av träskyddsmedel mot mögel. Andra effekter av klimatförändringar som kan ha omfattande inverkan på samhällets infrastruktur och förutsättningarna för vindkraftsproduktion är förändringar i vindklimatet samt förekomsten och intensiteten av stormar.

Ett förändrat nederbördsmonster och ökad temperatur kan vidare påverka vattenföringen i reglerade vattendrag och kan därmed ha stor betydelse för elproduktionen i landet. Förutsättningar förväntas uppstå för en ökad och jämnare produktion av vattenkraft. Den ökade vattenföringen i reglerade vattendrag kan också leda till en förhöjd risk för dammbrott eftersom dammarna har dimensionerats efter dagens vattenföringsförhållanden. Därför arbetar kraftbranschen med att öka dammsäkerheten genom att förstärka och höja dammar samt öka kapaciteten för avtappning. De begränsade avtappningsmöjligheterna från Mälaren, Hjälmaren och Vänern medför risk för översvämning av angränsande mark vilket kan komma att förvärras genom framtida klimatförändringar. Stigande nivåer i världshaven och därmed Östersjön påverkar möjligheterna till avtappning. Detta beror bl.a. på begränsning i slussarnas och vattendragens avtappningskapacitet.

Areella näringar, turism och biologisk mångfald

De biologiska förutsättningarna och de areella näringarna påverkas av förändringar av bl.a. temperatur, vegetationssäsong, vegetationszoner och hydrologiska förhållanden. Risken för spridning av skadeinsekter, sjukdomar och svampangrepp ökar om klimatet blir varmare och fuktigare. Förändringar i vegetationszoner och arters utbredningsområden kan leda till att hotade arter och ekosystem utsätts för ytterligare påfrestningar.

En långsiktig planeringshorisont behövs inom skogsbruket med dess långa omloppstider samtidigt som påverkan på näringen kan vara omedelbar vid till exempel stormar. De långsiktiga förutsättningarna för skogsbruket och svensk skogsindustri kan väsentligen förändras till följd av klimatförändringarna. Därför behöver

bl.a. bruksformerna inom skogsbruket analyseras och studeras. Ett varmare klimat skulle ge förutsättningar för att öka skogsproduktionen i Sverige. Trädslagens liksom andra skogslevande arters utbredning kommer generellt att förskjutas norrut till följd av högre temperatur och ändrade nederbördsförhållanden. Därför krävs fördjupade studier kring detta.

Jordbruket kommer sannolikt att påverkas vid klimatförändringar vilket kan ge upphov till längre vegetationssäsong, förskjutning av vegetationszoner och förändrade hydrologiska förhållanden.

Förutsättningarna för odling av grödor och djurhållning kan förändras väsentligt vilket i sin tur kan leda till både positiv och negativ påverkan på svensk livsmedelsförsörjning och livsmedelsindustri. Med avseende på livsmedel och foder samt från energisynpunkt kan möjligheten till odling av andra och nya grödor, ökat skördeutbyte och fler antal skördar innebära positiva effekter.

Liksom i skogsbruket kan sjukdomar på djur och grödor få lättare att etablera sig. Förekomsten av skadeinsekter, sjukdomar och svampangrepp kan förvärras och det finns risk för att nya arter etablerar sig i ett varmare och fuktigare klimat. Ökade insekts- eller svampangrepp riskerar även leda till ökad användning av bekämpningsmedel. Klimatrelaterade problem kan även finnas vid större utbrott av djursjukdomar. Utsläppen av växtnäringsämnen till luft och vatten kan förändras både i omfattning såväl som i tid och rum. Förändrade produktionsbetingelser gör det också viktigt att säkra djur- och växtgenetiska resurser med egenskaper som kan komma till användning. Jordbruket och glesbygden kan vara särskilt känsliga vid brott i elförsörjningssystemen liksom i andra system, vilket bör särskilt uppmärksammas.

En högre trädgräns och påverkan på markfloran skulle kunna förändra förutsättningarna för rennäringen, vilket även kan få konsekvenser för den samiska befolkningen som lever på renskötsel.

Turistnäringen kan påverkas av en klimatförändring. T.ex. kan kortare och snöfattigare vintrar och andra effekter, t.ex. förbuskning, av ett förändrat klimat innebära försämrade förutsättningar för turistnäringen i fjällvärlden. Effekter på näringen kan även uppstå på andra håll i Sverige.

Klimatförändringarna kan också påverka många andra miljöfaktorer och därmed även möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsmålen. Det gäller t.ex. målen om rent vatten och luft samt

biologisk mångfald. Förändringar i vegetationszoner och arters utbredningsområden kan leda till att hotade arter och ekosystem utsätts för ytterligare påfrestningar.

Förändrade förhållanden i våra kusthav och insjöar kan leda till förändrad artsammansättning vilket i sin tur kan få effekter på såväl den marina biologiska mångfalden som fiskerinäringen och fritidsfisket i våra hav och insjöar.

Vattenförsörjning, avloppssystem samt hälsa

En ökad temperatur i våra sjöar och vattendrag kan ha stora effekter på kvaliteten för dricksvatten såsom smak, lukt och färg. Det finns också en ökad risk för spridning av smittämnen och gifter om översvämningar uppströms för ut föroreningar i sjöar och vattendrag som används som dricksvattentäkt. Infrastrukturen för vattenförsörjningen har mycket lång livslängd och kan vara känslig för ett förändrat klimat t.ex. om vattentäkter blir otjänliga. En långsiktigt säkrad försörjning och distribution av vatten är en central fråga för samhällets funktion och vår överlevnad.

Ett varmare och fuktigare klimat kan på sikt leda till att olika sjukdomar som i dag inte förekommer i vårt land får fäste här. Risken är också betydande att fästing- och andra insektsburna sjukdomar som drabbar människor och djur får en ökad spridning. Luftföroreningar och utdragna värmeböljor är andra faktorer som kan påverka hälsan vid klimatförändringar.

Även system för dag- och avloppsvatten måste dimensioneras för att hantera en ökad frekvens av stora nederbörds mängder. Sådana åtgärder stärker indirekt även samhällets allmänna beredskap mot svåra påfrestningar.

Förebyggande insatser och genomförda utredningar

Regeringen har i olika sammanhang pekat på behovet av ökade insatser från samhällets sida för att förebygga skador till följd av naturolyckor. I propositionen Samhällets säkerhet och beredskap (prop. 2001/02:158) fastslog regeringen att det finns ett behov av ökade insatser från samhällets sida för att förebygga skador av höga vattenflöden. Som en följd av ställningstagandena i propositionen har regeringen beslutat om förordningen (2002:472) om åtgärder

för fredstida krishantering och höjd beredskap. Av förordningen följer att de statliga myndigheterna årligen skall analysera om det finns sårbarheter och risker inom myndighetens ansvarsområde som synnerligen allvarligt kan försämra förmågan till verksamhet. Vissa utpekade myndigheter har även ett särskilt ansvar att vidta åtgärder i form av planering och förberedelser. Arbete pågår nu inom Regeringskansliet med att ta fram en proposition om krisberedskap.

Som en följd av det s.k. Tuveskredet 1977 fick Statens räddningsverk 1987 i uppdrag att ta fram översiktliga stabilitetskarteringar och har sedan dess karterat knappt hälften av landets kommuner. Den översiktliga stabilitetskarteringen skall utgöra ett stöd i den ordinarie kommunala riskhanteringen då kunskaper om ras och skred ofta är begränsad i kommunerna. På uppdrag av Räddningsverket utförs förstudierna av Statens geotekniska institut och huvudstudien av konsultfirmor.

Till stöd för den kommunala riskhanteringen utför Räddningsverket sedan 1998 också översiktliga karteringar av översvämningshotade områden utmed de större vattendragen. Hittills har drygt 6 500 kilometer vattendrag karterats. De översiktliga översvämningskarteringarna kan utgöra en bra grund för kommunernas översiktliga fysiska planering och för räddningstjänstens planering. På uppdrag av Räddningsverket utförs karteringarna av SMHI eller konsultfirmor. Stabilitets- och översvämningskarteringar identifierar riskområden och kan också ligga till grund för bedömningar av för vilka områden kommunerna bör gå vidare och utföra detaljerade utredningar.

Miljöbalkskommittén drog slutsatsen i sitt delbetänkande (SOU 2002:50 s. 155) att det finns åtgärder som i viss mån skulle kunna minska antalet översvämningsfall men att dessa medför stora kostnader för samhället i form av bortfall av elproduktion och omfattande påverkan på bebyggelse och naturmiljö. Kommittén ansåg dock att det inte finns systematiska brister i nuvarande vattendomar och föreslog inga ändringar i reglerna. Utredningen konstaterade däremot att det finns andra åtgärder som förefaller mer ändamålsenliga, t.ex. utbyggnad av så kallade älvsamordningsgrupper och ökad hänsyn till risk för översvämningsfall i den fysiska planeringen. För att förebygga naturolyckor och därmed begränsa såväl kostnader som lidande finns sedan mitten av 1980-talet möjlighet för kommuner att söka statsbidrag för förebyggande åtgärder mot naturolyckor. Statsbidrag medges inte för före-

byggande åtgärder inför nyexploatering av mark och inte heller för underhållsåtgärder som underlåts av fastighetsägare. Med åren har antalet ansökningar ökat och många av de förebyggande åtgärderna är stora, komplexa och kostsamma. Åtgärderna måste ofta prövas i miljödomstol.

Räddningsverket redovisade den 1 juli 2002 regeringsuppdraget att göra en översyn av nuvarande system för att förebygga naturolyckor såsom t.ex. ras och skred. I rapporten föreslog Räddningsverket att bidragssystemet för förebyggande åtgärder mot naturolyckor även skall omfatta vissa långsamma naturskeden som så småningom kan leda till akuta lägen, samt att tvingande åtgärder, enligt olika myndighetsbeslut och regelsystem t.ex. miljö- och arkeologiska undersökningar, som erfordras för att kunna genomföra den förebyggande åtgärden skall vara bidragsberättigad kostnad. Medel för förebyggande åtgärder mot jordskred och andra naturolyckor utbetalas av Räddningsverket från anslaget 7:2 Förebyggande åtgärder mot jordskred och andra olyckor. Någon särskild lagstiftning för detta finns inte utan reglering sker utifrån tidigare bedömningar och praxis genom årliga beslut.

Regeringen uppdrog åt Skogsstyrelsen i februari 2005 att i samverkan med Naturvårdsverket och andra berörda myndigheter utvärdera de ekologiska, ekonomiska och sociala konsekvenserna för skogsbruket av stormen i januari 2005. Analysen skall utgöra ett underlag för framtida rådgivning och insatser för återbeskogning. Uppdraget skall slutrapporteras senast den 15 januari 2006.

Frågeställningar rörande jordbruket med koppling till sårbarhet och klimatförändringar har behandlats i ett antal rapporter. I rapporten Statens ansvar för skörde-skador i samband med naturkatastrofer (dnr Jo2003/1612/Veg) analyseras statens ansvar för dessa skörde-skador. Likaså har Jordbruksverket koordinerat ett beredskapsprojekt, STUDS (Större Utbrott av Smittsamma Djursjukdomar), som bör vara en utgångspunkt med avseende på dessa frågeställningar.

Uppdraget

En särskild utredare skall göra en kartläggning av samhällets sårbarhet och beredskap för extrema väderhändelser och långsiktiga klimatförändringar samt bedöma behovet av anpassning till ett förändrat klimat för olika sektorer i samhället. Även positiva

effekter av klimatförändringarna bör beaktas. Den särskilde utredaren skall också identifiera och studera verksamheter som är särskilt sårbara för extrema väderhändelser. Utredaren skall:

- göra en kartläggning av sårbarheten och sannolikheten för extrema väderhändelser och klimatförändringar på kort, medellång och lång sikt samt bedöma vilka anpassningsåtgärder som behöver vidtas och kostnaderna, totala såväl som marginella, för dessa,
- bedöma kostnader för skador och kompensationsåtgärder till följd av förväntade klimatförändringar utifrån olika scenarier och extrema väderhändelser på kort, medellång och lång sikt,
- bedöma vilka konsekvenser klimatförändringar kan få för människors hälsa,
- identifiera olika nyckelaktörer i samhället som kan minska sårbarheten, såväl inom offentlig verksamhet som i privat näringsliv och på nationell, regional och lokal nivå,
- redovisa åtgärder som redan vidtas av myndigheter, kommuner och företag för att minska påverkan från extrema väderhändelser och från klimatförändringar,
- identifiera eventuella organisatoriska brister vad gäller ansvaret för beredskap vid extrema väderhändelser och för anpassning till ett förändrat klimat,
- föreslå hur systemet för statliga bidrag till förebyggande åtgärder beträffande översvämningar, ras och skred kan effektiviseras,
- redovisa erfarenheter av försäkringskyddet för allmänheten, bostadsrättsföreningar, ideella föreningar, småföretagen och jordbruket samt bedöma behov av åtgärder för att förbättra skyddet,
- analysera behovet av fler och mer detaljerade klimatscenarier för att minska osäkerheten i bedömningarna om behoven av anpassningsåtgärder och beskriva möjligheterna till och behoven av att utveckla klimatscenerierna,
- klargöra behovet av ökad kunskap om sårbarhet för klimatförändringar inom olika samhällssektorer och ange behov av fortsatt arbete inom respektive sektor samt av ytterligare forskning,
- belysa konsekvenser av kommande klimatförändringar för europasamarbetet inom olika områden, t.ex. bevarandet av biologisk mångfald,

- vid behov föreslå lagstiftningsåtgärder, organisationsförändringar eller ett ändrat eller förtydligt myndighetsansvar för att förbättra möjligheterna att möta konsekvenserna av framtida extrema händelser och gradvisa klimatförändringar med beaktande av det fredstida krishanteringssystemet i sin helhet,
- när det gäller Hjälmarén, Mälaren, Vänern och ytterligare områden där konsekvenserna kan bli stora vid översvämningar, redovisa både översvämningensriskerna och avtappningsmöjligheterna samt föreslå åtgärder för att komma till rätta med eventuella problem och föreslå finansiering för de föreslagna åtgärderna,
- föreslå hur statens och kommunernas förebyggande åtgärder kan utvecklas och lämna förslag till hur de s.k. älvsamordningsgrupperna och länsstyrelsernas roller kan utvecklas och
- utvärdera genomförda karteringar för att göra en bedömning av kvalitén och användbarheten av dessa samt redovisa hur dessa karteringar hanteras i den kommunala planeringsprocessen.

Arbetets genomförande, tidsplan, m.m.

Den särskilde utredaren skall i sitt arbete utgå från den kunskap som finns om framtida klimatförändringar. Resultaten av den regionala klimatmodellering som utförts vid Rossby Centre och SMHI:s studie Anpassning till klimatförändringar (2005) skall särskilt beaktas. Samhällets sårbarhet bör utifrån detta kartläggas i olika tidsperspektiv och med hänsyn tagen till takten i klimatförändringarna enligt olika scenarier.

Erfarenheterna av tidigare statliga insatser vid extrema väderhändelser och naturolyckor skall tas till vara. De s.k. älvsamordningsgrupperna liksom länsstyrelsernas uppgifter är här betydelsefulla. Erfarenheter av hur statliga myndigheter arbetar med anpassning till förändringar i klimatet skall tas till vara.

Inom ramen för nordisk energiforskning pågår ett större arbete för att kartlägga konsekvenser av klimatförändringar i Norden. Den särskilde utredaren bör beakta resultatet från detta arbete.

Den särskilde utredaren skall följa regerings och riksdags fortsatta arbete med samhällets krisberedskap.

Samråd skall ske med relevanta myndigheter, kommuner, näringslivet, vetenskapliga institutioner, experter, forskare och organisationer.

Utredaren skall beakta motsvarande arbete och beskriva hur några med Sverige jämförbara länder, t.ex. Norge, Finland och Österrike, behandlar frågan om samhällets sårbarhet och förebyggande åtgärder samt förekomsten av statliga bidrag till sådana åtgärder. Vidare skall utredaren följa det arbete som pågår inom FN och EU när det gäller förebyggande åtgärder och anpassning till effekter av klimatförändringar.

För förslag som läggs fram skall samhällsekonomiska och statsfinansiella konsekvenser redovisas. För de förslag som har statsfinansiella konsekvenser skall utredaren föreslå finansiering. I de samhällsekonomiska beräkningarna skall sannolikheten för de olika utfallen beaktas. En bedömning av sociala och ekonomiska konsekvenser för enskilda och näringsliv samt vilken miljöpåverkan förslagen får om de fullföljs skall också genomföras.

Utredaren skall senast den 1 juni 2006 till regeringen redovisa översvämningsrisker och avtappningsmöjligheter när det gäller Mälaren, Hjälmaren, Vänern och ytterligare områden där konsekvenserna blir stora vid översvämningar. Utredaren skall också föreslå åtgärder för att komma tillrätta med eventuella problem.

Ett slutbetänkande skall lämnas senast den 1 oktober 2007.

(Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet)

Känslighetsanalys för skadekostnadsberäkningarna

I tabellerna nedan visas nuvärdes- och väntevärdesberäkningar av skadekostnaderna för de tre sjöarna.

Den första kolumnen, ”direkt kostnad” visar summan av de skadekostnader som räknats fram. Dessa summor är den kostnad som bedöms uppkomma om översvämningen skedde det närmaste året. I kolumn två visas nuvärdet av skadekostnaden givet att de höga vattennivåerna inträffar om tio år, diskonterat med 4 respektive 2 procents ränta. Kolumn tre visar samma sak givet att översvämningarna inträffar om 40 år. Dessa värden är deterministiska, dvs. ingen hänsyn har tagits till osäkerheterna. Värdena i kolumn fem och sex inkluderar däremot osäkerhet. Detta är de värden som används i kostnadsnyttokalkylerna, här beräknade med både 2 och 4 procents diskonteringsränta. Dessa värden är viktade med sannolikheten att respektive vattennivå uppkommer under varje år, dvs. 1 procent för hundraårsnivå och 0,01 procent för dimensionerande nivå. Skadorna fördelas på så sätt över hela tidsperioden, till skillnad från de två nuvärdesberäkningarna där översvämningen antagits uppkomma exakt om 10 eller 40 år. Värdet för varje år diskonteras sedan med 4 och 2 procents ränta.

Värdena i kolumn två till fyra visar att skadekostnadsvärdet varierar kraftigt beroende på när man antar att händelserna inträffar. Valet av diskonteringsränta slår också igenom. Vid valet av åtgärder kan det därför vara lämpligt att beakta både den direkta kostnaden och väntevärdena. Om samhället har hög riskaversion är de direkta kostnaderna de mest avgörande. Alternativet att inte vidta några åtgärder innebär att man bör vara beredd att ta de direkta kostnaderna om händelsen inträffar. Om samhället är mer tolerant gentemot risk är väntevärdena det relevanta måttet. Hur man betraktar risk beror naturligtvis också på vad det är som riskeras. I vissa fall, då säkerheten är den avgörande faktorn, är kostnadsnyttanalyt ett otillräckligt verktyg. I de fallen tillämpas

ofta rättighetsbaserade kriterier, där utgångspunkten är att en viss risknivå inte får överskridas (t.ex. kärnbränsleförvaring). Detta bör vara aktuellt vid hot mot samhällsviktiga funktioner i Stockholms innerstad och vid risk för allvarliga ras och skred i Göta älv.

Mälaren					
	Direkt kostnad, miljarder kr	Nuvärde, inträffar om 10 år	Nuvärde, inträffar om 40 år	Väntevärde under en 50-årsperiod	Väntevärde under en 100-årsperiod
<i>Diskonteringsränta 4 %</i>					
1,30 m	4 040	2 729	841	868	990
2,30 m	7 369	4 978	1 535	875	998
<i>Diskonteringsränta 2 %</i>					
1,30 m	4 040	3 314	1 829	1 269	1 741
2,30 m	7 369	6 045	3 337	1 280	1 755

Hjälmaren					
	Total kostnad, miljarder kr	Nuvärde, inträffar om 10 år	Nuvärde, inträffar om 40 år	Väntevärde under en 50-årsperiod	Väntevärde under en 100-årsperiod
<i>Diskonteringsränta 4 %</i>					
22,90 m	597	403	124	128	146
23,70 m	1 852	1 251	386	131	149
<i>Diskonteringsränta 2 %</i>					
22,90 m	597	490	270	135	257
23,70 m	1 852	1 520	839	138	263

För Vänern kommer de s.k. hundraårsnivåerna återkomma oftare i det framtida förväntade klimatet. Återkomsttiden kommer att öka under det närmaste seklet, och under den senare delen blir återkomsttiden ca vart tjugonde år i stället för vart hundra, dvs. sannolikheten för att vattennivån ska stiga till +46,5 m om ett givet år är 5 procent. Över hela seklet antas här återkomsttiden vara mellan 30 och 40 år, dvs. sannolikheten för att en översvämning ska inträffa ett givet år är 3 procent.

Vänern					
	Total kostnad, miljarder kr	Nuvärde, inträffar om 10 år	Nuvärde, inträffar om 40 år	Väntevärde under en 50- årsperiod	Väntevärde under en 100-årsperiod
<i>Diskonteringsränta 4 %</i>					
46,5 m	10 449	7 059	2 176	6 734	7 682
47,4 m	22 382	15 120	4 662	6 760	7 711
<i>Diskonteringsränta 2 %</i>					
46,5 m	10 449	8 572	4 732	9 850	13 510
47,4 m	22 382	18 361	10 137	9 888	13 561

Analys av översvämmade byggnadsytor

Räddningsverket utförde på uppdrag av Klimat- och sårbarhetsutredningen en analys av markanvändning och bebyggelse på översvämmade ytor vid 100-års- och dimensionerande nivå för Vänern, Mälaren och Hjälmaren.

SMHI och länsstyrelsen i Västra Götaland har tagit fram nya översiktliga översvämningskarteringar över Mälaren och Hjälmaren respektive Vänern och angivit översvämmade ytor för respektive sjö på följande nivåer:

Mälaren: 1,30, 2,00 och 2,30 m ö h, samtliga värden anges i RH00.

Hjälmaren: 22,90 och 23,70 m ö h, samtliga värden anges i RH00.

Vänern: 46,5, 47,4 och 48,0 m ö h, samtliga värden anges i RH70.

Från Lantmäteriet erhöles bebyggelseytor ur Fastighetskartan, samt Terrängkartans markklasser.

Tabell 1 Använda markklasser

Annan öppen mark	Marklager från Terrängkartan T5
Annan öppen mark utan skogskontur	Marklager från Terrängkartan T5
Fritidsbebyggelse	Marklager från Terrängkartan T5
Fruktodling	Marklager från Terrängkartan T5
Hygge	Marklager från Terrängkartan T5
<i>Hög bebyggelse</i>	<i>Marklager från Terrängkartan T5</i>
<i>Industriområde</i>	<i>Marklager från Terrängkartan T5</i>
<i>Låg bebyggelse</i>	<i>Marklager från Terrängkartan T5</i>
Lövskog	Marklager från Terrängkartan T5
Skog, barr- och blandskog	Marklager från Terrängkartan T5
<i>Sluten bebyggelse</i>	<i>Marklager från Terrängkartan T5</i>
Vattenyta	Marklager från Terrängkartan T5
Vattenyta med diffus strandlinje	Marklager från Terrängkartan T5
Åker	Marklager från Terrängkartan T5
<i>Husbyggnad</i>	<i>Bebyggelse yta från Fastighetskartan</i>

<i>Uthus</i>	<i>Bebyggelse yta från Fastighetskartan</i>
<i>Kyrka</i>	<i>Bebyggelse yta från Fastighetskartan</i>
<i>Byggnader, Hus, m.m.</i>	<i>Bebyggelse punkter från Fastighetskartan, ej inkluderade i bebyggelse arean och ej arealuppskattad</i>

Källa: Räddningsverket.

Terrängkartans markklasser relaterades till översvämmade arealer för varje levererat översvämningsscenario. Fastighetskartans bebyggelseytor selekterades ut innanför samma område. Punktinformationen för bebyggelse selekterades ut ur respektive kartserie.

På så sätt kunde andel översvämmad areal uppdelad per klass erhållas för respektive översvämningssnivå och antalet översvämmade punktobjekt fastställas. Om endast delar av en bebyggelseyta föll inom översvämningssarean räknades hela arealen för den ytan in i den översvämmade zonen. Arealerna kan därför vara något över-skattade, i storleksordningen några procent per scenario.

Ytan för bebyggelseklasserna i Terrängkartan motsvarar inte byggnadernas yta utan hela den markareal som byggnaderna står på och som klassas som bebyggt område. Byggnadsytan anges i Fastighetskartan, där byggnaderna är uppdelade i husbyggnad (bostäder, kontor, handel, offentlig verksamhet) och uthus (industrilokaler samt uthus som lador, garage, bodar på minst 20 m²).

Länsförsäkringar har uppskattat kostnaderna per kvadratmeter byggnadsyta för fyra olika byggnadstyper, baserat på erfarenheter från översvämningen av Väneren år 2000. I kostnaderna ingår att återställa till befintligt skick. Kostnader för eventuella sättnings-skador m.m. ingår inte. (PM Länsförsäkringar 2006-05-17).

Tabell 2 Kostnader vid översvämningsskador (kronor/m² bebyggelseyta)

Vattennivå	100-årsnivå	Dimensionerande nivå
Villor	4 950	5 750
Fritidshus	2 850	3 550
Flerbostadshus	3 500	4 300
Industrilokal	1 000	2 200

Källa: Länsförsäkringar.

I det av Räddningsverket framtagna materialet över översvämningshotade fastigheter finns inte bostadshus särredovisat på villor, fritidshus och flerbostadshus,. Därför har ett medianvärde för kostnaderna på 3 500 kronor/m² vid 100-årsnivån och 4 300 kronor/m² vid dimensionerande nivå använts. För uthus har kostnaderna för industrilokal använts. Den högre kostnaden vid dimensionerande nivå har använts endast på den area som är översvämmad redan vid en 100-årsnivå, eftersom vattnet där når upp till eller över en meters höjd.

I bilaga 4 visas hur översvämningsdrabbade kommuner runt sjöarna.

Drabbad bebyggelseyta per kommun vid olika översvämningarnivåer

**Tabell 1 Väneren – kommunvis drabbad byggnadsyta vid 100 års
respektive dimensionerande nivå**

<i>Nivå (m i RH70)</i>	<i>Bostad yta 46,5</i>	<i>Övrig yta 46,5</i>	<i>Bostad yta 47,4</i>	<i>Övrig yta 47,4</i>
Arvika	1 662	985	3 797	1 784
Götene	14 000	8 907	20 265	15 700
Grästorp	1 211	6 307	2 517	11 005
Grums	11 163	133 901	15 460	171 022
Gullspång	13 563	21 972	17 459	24 939
Hammarö	48 721	84 350	96 392	113 850
Kristinehamn	90 267	102 671	162 706	185 420
Karlstad	622 216	531 165	861 922	849 801
Lidköping	237 612	279 335	416 573	511 886
Mariestad	64 829	98 441	104 790	155 833
Mellerud	21 894	12 020	27 997	15 568
Säffle	30 952	23 732	38 006	30 854
Trollhättan	149 196	644 766	160 597	649 888
Vänersborg	36 378	109 721	64 491	131 181
Åmål	10 718	38 577	13 666	53 728
Totalt Väneren	1 354 383	2 096 850	2 006 638	2 922 459
Totalt Väneren exklusive Trollhättan	1 205 186	1 452 084	1 828 582	2 247 632

Kommentar: Trollhättan ligger nedströms Väneren och bör därför inte tas med i summeringen

Tabell 2 Mälaren – kommunvis drabbad byggnadsyta vid 100 års respektive dimensionerande nivå

<i>Nivå (m i RH00)</i>	<i>Bostad yta 1,30</i>	<i>Övrig yta 1,30</i>	<i>Bostad yta 2,33</i>	<i>Övrig yta 2,33</i>
Botkyrka	263	29 962	2 800	36 031
Ekerö	18 356	25 433	46 419	56 902
Enköping	4 410	14 791	39 436	44 561
Eskilstuna	5 521	2 559	17 473	11 776
Håbo	1 390	578	1 823	975
Hallstahammar	1 489	465	1 628	1 317
Huddinge	0	153	141	195
Järfälla	147	319	763	9 031
Köping	6 959	78 261	16 503	159 757
Kungsör	2 936	7 391	5 863	16 618
Nykvarn	344	1 266	726	1 832
Salem	254	529	487	672
Södertälje	1 500	3 553	4 952	8 080
Solna	15 431	4 110	23 457	4 971
Stockholm	189 457	81 611	350 217	168 980
Strängnäs	21 783	16 370	39 676	28 160
Sundbyberg	9 217	0	13 164	103
Upplands-Bro	4 816	118 477	11 802	124 209
Västerås	76 396	96 103	155 543	218 324
<i>Mälaren totalt</i>	<i>360 667</i>	<i>481 931</i>	<i>732 873</i>	<i>892 494</i>

Tabell 3 Hjälmarén – kommunvis drabbad byggnadsyta vid 100 års respektive dimensionerande nivå

<i>Nivå (m i RH00)</i>	<i>Bostad yta 22,90</i>	<i>Övrig yta 22,90</i>	<i>Bostad yta 23,70</i>	<i>Övrig yta 23,70</i>
Arboga	14 841	16 197	30 283	31 805
Eskilstuna	13 166	14 032	60 736	86 257
Katrineholm	562	1 909	1 101	3 277
Örebro	68 752	72 695	182 147	225 135
Vingåker	118	451	558	975
<i>Hjälmarén totalt</i>	<i>97 439</i>	<i>105 283</i>	<i>274 825</i>	<i>347 449</i>

Statens offentliga utredningar 2006

Kronologisk förteckning

1. Skola & Samhälle. U.
2. Omprövning av medborgarskap. Ju.
3. Stärkt konkurrenskraft och sysselsättning i hela landet. N.
4. Svenska partnerskap – en översikt. Rapport 1 till Organisationsutredningen för regional tillväxt. N.
5. Organisering av regional utvecklingspolitik – balansera utveckling och förvaltning. Rapport 2 till Organisationsutredningen för regional tillväxt. N.
6. Skyddsgrundsdirektivet och svensk rätt. En anpassning av svensk lagstiftning till EG-direktiv 2004/83/EG angående flyktingar och andra skyddsbehövande. UD.
7. Studieavgifter i högskolan. U.
8. Mångfald och räckvidd. U.
9. Kontroll av varor vid inre gräns. Fi.
10. Ett förnyat programkontor. U.
11. Spel i en föränderlig värld. Fi.
12. Rattfylleri och sjöfylleri. Ju.
13. Djurskydd vid hästavel. Jo.
14. Samernas sedvanemarker. Jo.
15. Detaljhandel med nikotinläkemedel. S.
16. Ny reglering om brandfarliga och explosiva varor. Fö.
17. Ny häkteslag. Ju.
18. Kustbevakningens personuppgiftsbehandling. Integritet – Effektivitet. Fö.
19. Att återta mitt språk. Åtgärder för att stärka det samiska språket. Ju.
20. Tonnageskatt. Fi.
21. Mediernas Vi och Dom. Mediernas betydelse för den strukturella diskrimineringen. Ju.
22. En sammanhållen diskrimineringslagstiftning. Del 1+2, särtryck av sammanfattningen, lättläst sammanfattning och daisy. Ju.
23. Nya skatteregler för idrotten. Fi.
24. Avgift för matservice inom äldre- och handikappomsorgen. S.
25. Arbetslivsresurs. Ett statligt ägt bolag efter sammanslagning av Samhall Resurs AB (publ) och Arbetslivstjänster. N.
26. Sverige som värdland för internationella organisationer. UD.
27. Stöd till hälsobefrämjande tandvård. S.
28. Nya upphandlingsregler 2. Fi.
29. Teckenspråk och teckenspråkiga. Kunskaps- och forskningsöversikt. S.
30. Är rättvisan rättvis? Tio perspektiv på diskriminering av etniska och religiösa minoriteter inom rättssystemet. Ju.
31. Anställ unga! U.
32. God sed vid lönebildning – Utvärdering av Medlingsinstitutet. N.
33. Andra vägar att finansiera nya vägar. N.
34. Den professionella orkestermusiken i Sverige. U.
35. Värdepapper och kontrollavgifter. Fi.
36. För studenterna ...
– om studentkårer, nationer och särskilda studentföreningar. U.
37. Om välfärdens gränser och det villkorade medborgarskapet. Ju.
38. Vuxnas lärande. En ny myndighet. U.
39. Ett utvidgat miljöansvar. M.
40. Utbildningens dilemma. Demokratiska ideal och andrafierande praxis. Ju.
41. Internationella sanktioner. UD.
42. Plats på scen. U.
43. Översyn av atomansvaret. M.
44. Bättre arbetsmiljöregler I. Samverkan, utbildning, avtal m.m. N.
45. Tänka framåt, men göra nu. Så stärker vi barnkulturen. + Bilaga/rapport: ”Det ser lite olika ut ...” En kartläggning av den offentligt finansierade kulturen för barn. U.
46. Jakten på makten. Ju.

47. Ökade möjligheter till trafiknykterhetskontroller vid gränserna. Ju.
48. Bidragsbrott. Fi.
49. Asylsökande barn med uppgivenhets-symtom – trauma, kultur, asylprocess. UD.
50. En ny lag om värdepappersmarknaden. + Författningsbilaga. Fi.
51. Tillgänglighet, mobil TV samt vissa andra radio- och TV-rättsliga frågor. + Daisy. U.
52. Diskrimineringens retorik. En studie av svenska valrörelser 1988–2002. Ju.
53. Partierna nominerar. Exkluderingens mekanismer – etnicitet och representation. Ju.
54. Teckenspråk och teckenspråkiga. Översyn av teckenspråkets ställning. S.
55. Ny associationsrätt för försäkringsföretag. + Författningsförslag. Fi.
56. Ansvarsfull servering – fri från diskriminering. S.
57. En bättre tillsyn av missbrukarvården. S.
58. Sanktionsavgift i stället för straff – områdena livsmedel, foder och djurskydd. Jo.
59. Arbetslivets (o)synliga murar. Ju.
60. På tröskeln till lönearbete. Diskriminering, exkludering och underordning av personer med utländsk bakgrund. Ju.
61. Asylförfarandet – genomförandet av asylprocedurdirektivet i svensk rätt. UD
62. Testa och öva i norra Sverige. Center i Arvidsjaur. N.
63. Forensiska institutet. Ny myndighet för kriminalteknik, rättsmedicin och rättspsykiatri. Ju.
64. Internationella kasinon i Sverige. En utvärdering. Fi.
65. Att ta ansvar för sina insatser. Socialtjänstens stöd till våldsutsatta kvinnor. S.
66. Hästtävlingar – på lika villkor. Jo.
67. Fritid till sjöss och i hamn. Förslag till finansiering av service till sjöfolk. N.
68. Klenoder i tiden. En utredning om samlingar kring scen och musik. U.
69. Uppföljning av kostnadsutjämningen för kommunernas LSS-verksamhet. Fi.
70. Oinskränkt produktskydd för patent på genteknikområdet. Ju.
71. Stöd till hälsobefrämjande tandvård del 2. S.
72. Öppna möjligheter med alkohol. N.
73. Den segregerande integrationen. Om social sammanhållning och dess hinder. Ju.
74. En ny lag om värdepappersmarknaden. Supplement. Fi.
75. Jämställdhet i förskolan – om betydelsen av jämställdhet och genus i förskolans pedagogiska arbete. U.
76. Otillbörliga affärsmetoder. Jo.
77. Ungdomar, stress och psykisk ohälsa. Analyser och förslag till åtgärder. U.
78. Hälsa, vård och strukturell diskriminering. Ju.
79. Integrationens svarta bok. Agenda för jämlikhet och social sammanhållning. Ju.
80. Patent och innovationer för tillväxt och välfärd. N.
81. Mervärdesskatt. Del 1. Förslag och ställningstaganden. Del 2. Utredningens underlag A. Del 3. Utredningens underlag B, bilagor. N.
82. Patientdatalag. S.
83. Radio och TV i allmänhetens tjänst. Överlåtelse av rättigheter till offentligt framförande. U.
84. Deluppföljning av den kommunal-ekonomiska utjämningen – med förslag om organisation samt löne- och byggkostnadsutjämning. Fi.
85. Drogtestning av totalförsvarspiktiga. Fö.
86. Mera försäkring och mera arbete. S
87. Arbetskraftsinvandring till Sverige – förslag och konsekvenser. N.
88. Effektivare LEK. N.
89. Tyst godkännande – ett nytt sätt att deklarerar. Fi.
90. På väg mot en enhetlig mervärdesskatt. Fi.
91. Vård och stöd till psykiskt störda lagöverträdare. S.
92. Skadeståndsansvar vid sjötransport av farligt gods. Ju.
93. Gästforskare – nya regler för inresa, vistelse och arbete. U.
94. Översvämningshot. Risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaren och Vänern. M.

Statens offentliga utredningar 2006

Systematisk förteckning

Justitiedepartementet

- Omprövning av medborgarskap. [2]
Rattfylleri och sjöfylleri. [12]
Ny häkteslag. [17]
Att återta mitt språk. Åtgärder för att stärka det samiska språket. [19]
Mediernas Vi och Dom. Mediernas betydelse för den strukturella diskrimineringen. [21]
En sammanhållen diskrimineringslagstiftning.
Del 1+2, särtryck av sammanfattningen, lättläst sammanfattning och daisy. [22]
Är rättvisan rättvis?
Tio perspektiv på diskriminering av etniska och religiösa minoriteter inom rättssystemet. [30]
Om välfärdens gränser och det villkorade medborgarskapet. [37]
Utbildningens dilemma
Demokratiska ideal och andrafierande praxis. [40]
Jakten på makten. [46]
Ökade möjligheter till trafiknykterhetskontroller vid gränserna. [47]
Diskrimineringens retorik. En studie av svenska valrörelser 1988–2002. [52]
Partierna nominerar.
Exkluderingens mekanismer – etnicitet och representation. [53]
Arbetslivets (o)synliga murar. [59]
På tröskeln till lönearbete. Diskriminering, exkludering och underordning av personer med utländsk bakgrund. [60]
Forensiska institutet. Ny myndighet för kriminalteknik, rättsmedicin och rättspsykiatri. [63]
Oinskränkt produktskydd för patent på genteknikområdet. [70].
Den segregerande integrationen.
Om social sammanhållning och dess hinder. [73]

- Hälsa, vård och strukturell diskriminering. [78]
Integrationens svarta bok. Agenda för jämlikhet och social sammanhållning. [79]
Skadeståndsansvar vid sjötransport av farligt gods. [92]

Utrikesdepartementet

- Skyddsgrundsdirektivet och svensk rätt.
En anpassning av svensk lagstiftning till EG-direktiv 2004/83/EG angående flyktingar och andra skyddsbehövande. [6]
Sverige som värdland för internationella organisationer. [26]
Internationella sanktioner. [41]
Asylsökande barn med uppgivenhetssymtom – trauma, kultur, asylprocess. [49]
Asylförfarandet – genomförandet av asylprocedurdirektivet i svensk rätt. [61]

Försvarsdepartementet

- Ny reglering om brandfarliga och explosiva varor. [16]
Kustbevakningens personuppgiftsbehandling. Integritet – Effektivitet. [18]
Drogtestning av totalförsvarspiktiga. [85]

Socialdepartementet

- Detaljhandel med nikotinläkemedel. [15]
Avgift för matservice inom äldre- och handikappomsorgen. [24]
Stöd till hälsobefrämjande tandvård. [27]
Teckenspråk och teckenspråkiga.
Kunskaps- och forskningsöversikt. [29]
Teckenspråk och teckenspråkiga.
Översyn av teckenspråkets ställning. [54]
Ansvarsfull servering – fri från diskriminering. [56]
En bättre tillsyn av missbrukarvården. [57]
Att ta ansvar för sina insatser. Socialtjänstens stöd till våldsutsatta kvinnor. [65]

Stöd till hälsobefrämjande tandvård del 2. [71]
Patientdatalag. [82]
Mera försäkring och mera arbete. [86]
Vård och stöd till psykiskt störda lagöverträdare. [91]

Finansdepartementet

Kontroll av varor vid inre gräns. [9]
Spel i en föränderlig värld. [11]
Tonnageskatt. [20]
Nya skatteregler för idrotten. [23]
Nya upphandlingsregler 2. [28]
Värdepapper och kontrolluppgifter. [35]
Bidragsbrott. [48]
En ny lag om värdepappersmarknaden. + Författningsbilaga. [50]
Ny associationsrätt för försäkringsföretag. + Författningsförslag. [55]
Internationella kasinon i Sveige. En utvärdering. [64]
Uppföljning av kostnadsutjämningen för kommunernas LSS-verksamhet. [69]
En ny lag om värdepappersmarknaden. Supplement. [74]
Deluppföljning av den kommunalekonomiska utjämningen – med förslag om organisation samt löne- och byggkostnadsutjämning. [84]
Tyst godkännande – ett nytt sätt att deklarerat. [89]
På väg mot en enhetlig mervärdesskatt. [90]

Utbildnings- och kulturdepartementet

Skola & Samhälle. [1]
Studieavgifter i högskolan. [7]
Mångfald och räckvidd. [8]
Ett förnyat programkontor. [10]
Anställ unga! [31]
Den professionella orkestermusiken i Sverige. [34]
För studenterna...
– om studentkårer, nationer och särskilda studentföreningar. [36]
Vuxnas lärande. En ny myndighet. [38]
Plats på scen. [42]
Tänka framåt, men göra nu. Så stärker vi barnkulturen. + Bilaga/rapport: ”Det ser lite olika ut...” En kartläggning av den offentligt finansierade kulturen för barn. [45]

Tillgänglighet, mobil TV samt vissa andra radio- och TV-rättsliga frågor. + Daisy. [51]
Klenoder i tiden. En utredning om samlingar kring scen och musik. [68]
Jämställdhet i förskolan – om betydelsen av jämställdhet och genus i förskolans pedagogiska arbete. [75]
Ungdomar, stress och psykisk ohälsa. Analyser och förslag till åtgärder. [77]
Radio och TV i allmänhetens tjänst. Överlåtelse av rättigheter till offentligt framförande. [83]
Gästforskare – nya regler för inresa, vistelse och arbete. [93]

Jordbruksdepartementet

Djurskydd vid hästavel. [13]
Samernas sedvanemarkar. [14]
Sanktionsavgift i stället för straff – områdena livsmedel, foder och djurskydd. [58]
Hästävlingar – på lika villkor. [66]
Otillbörliga affärsmetoder. [76]

Miljö- och samhällsbyggnadsdepartementet

Ett utvidgat miljöansvar. [39]
Översyn av atomansvaret. [43]
Översvämningshot. Risker och åtgärder för Mälaren, Hjälmaran och Väneren. [94]

Näringsdepartementet

Stärkt konkurrenskraft och sysselsättning i hela landet. [3]
Svenska partnerskap – en översikt. Rapport 1 till Organisationsutredningen för regional tillväxt. [4]
Organisering av regional utvecklingspolitik – balansera utveckling och förvaltning. Rapport 2 till Organisationsutredningen för regional tillväxt. [5]
Arbetslivsresurs.
Ett statligt ägt bolag efter sammanslagning av Samhall Resurs AB (publ) och Arbetslivstjänster. [25]
God sed vid lönebildning – Utvärdering av Medlingsinstitutet. [32]
Andra vägar att finansiera nya vägar. [33]
Bättre arbetsmiljöregler I. Samverkan, utbildning, avtal m.m. [44]
Testa och öva i norra Sverige. Center i Arvidsjaur. [62]

Fritid till sjöss och i hamn. Förslag till finansiering av service till sjöfolk. [67]

Öppna möjligheter med alkohol. [72]

Patent och innovationer för tillväxt och välfärd. [80]

Mervärdesskatt.

Del 1. Förslag och ställningstaganden.

Del 2. Utredningens underlag A.

Del 3. Utredningens underlag B, bilagor.

[81]

Arbetskraftsinvandring till Sverige

– förslag och konsekvenser. [87]

Effektivare LEK. [88]

Tyst godkännande – ett nytt sätt att deklarerera

[89]