

RÄTT PLATS FÖR VINDKRAFTEN

Del 2

Slutbetänkande av Vindkraftsutredningen

SOU 1999:75

Landskapstyper och vindkraft

Bilaga 10

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. INLEDNING	5
Uppdrag	5
Problemställning	5
Syfte	5
Organisation	6
Rapportens disposition	6
Metod	7
Begrepp	7
Regional indelning av det svenska landskapet	10
Kartering	10
Kommentarer till metoden	11
2. UTFORMNINGSPRINCIPER FÖR VINDKRAFTSANLÄGGNINGAR	13
Grupperingsprinciper	14
Vindkraftverkens storlek och avståndseffekter	15
Fotostudier av befintliga anläggningar	16
3. GRUNDTYPER I SÖDRA SVERIGE	19
Lista över grundtyper för södra Sverige	19
Regional indelning av det svenska landskapet	21
1. Helt öppen slätt, jordbruk, alvar	22
2. Jordbruksbygd, öppet något böljande landskap, få vegetationsinslag	23
3. Backlandskap	24
4. Jordbruksbygd, öppet plant landskap med vegetation och/eller gårdar, 5-10%	26
5. Jordbruksbygd, inslag av vegetation och gårdar 10-25%	27
6. Riktat landskap	29
7. Mellanbygd, skogsinslag 25-75%	30
8. Skogsbygd, >75% skog	31
9. Skärgård och flikig kust	32
10. Övrig kust	33
11. Hav och större insjö	34
12. Tät bebyggelse	35

4. GRUNDTYPER I NORRLAND	37
13. Högfjällsterräng	38
14. Lågfjällsterräng	41
15. Förfjällsterräng	43
16. Fjällslätt/platå	45
17. Bergkullterräng	47
18. Djupa dalgångar	49
19. Norrländsk uppodlad älvdal	51
5. KARTERING I VINDINTRESSANTA REGIONER	53
Södra Skånes slättbygder	54
Nordvästskåne	54
Inre Skånes Sjö- och åslandskap	54
Skånes skogsbygd	55
Kristianstadsslätten	55
Södra och mellersta Halland	55
Norra Halland	56
Kusten i Bohuslän	56
Göteborgsregionen	56
Bygden runt Göta älv och Säveån	56
Skara-Varaslätten	57
Blekinge	57
Södra Smålands kust	57
Öland	57
Gotland	57
Östergötlands Västan- och Östanstång	58
Sörmländska sjöplatån och “området kring Hjälmarren-Örebro”	58
Mälardalen	58
Semiurbana Stockholm & Uppsala-området	58
Norra Uppland	59

Östra Svealands (& Gästriklands) skärgårdar samt Norra Götalands kustbygd	59
Kommentarer till undersökningsmetoden	59
SLUTDISKUSSION	60
BILAGA 1	61
Fotostudier av befintliga anläggningar	61
Enstaka vindkraftverk	62
Östgötaslätten	62
Laholmsslätten	63
Hardeberga	64
Stockholms skärgård	65
Kommentarer om enstaka vindkraftverk	66
Par - 2 vindkraftverk tillsammans	67
Åstorp	67
Kverrestad	69
Rynges I och II	70
Linje ≥ 3 vindkraftverk i rak placering	73
Tvååker	73
Lund	76
Simrishamn	77
Pilkington	78
Båge som följer tydlig organisk terrängformation	79
Kappel, Danmark	79
Landskrona	80
Holland	80
Regelbunden grupp (≤ 12 VKA)	81
Falkenberg	81
Öland, Borgholms kommun	82
Oregelbunden grupp (≤ 12 VKA)	83
Hisingen, Göteborg	83
Gitterpark (> 12 VKA), flera parallella linjer	84
Vestas, Västra Jylland	84
Oregelbunden vindkraftspark (> 12 VKA)	85
Bassen, Schleswig-Holstein, Tysklands nordsjökust	85
Näsudden, Gotland	86

1. Inledning

Uppdrag

Denna studie har gjorts av Institutionen för landskapsplanering Alnarp på uppdrag av Vindkraftsutredningen (Dir. 1998:35).

Problemställning

Förutsättningarna för lokalisering av vindkraftverk varierar i olika typer av landskap. För att Vindkraftsutredningen skall kunna föreslå kriterier för lokalisering av vindkraftverk behöver förutsättningarna i olika typer av landskap studeras.

Hur vindkraftverk påverkar landskapsbilden beror dels på hur själva vindkraftverken ser ut och grupperas, dels på landskapets fysionomi och karaktär. Hur allmänheten uppfattar vindkraftverk i landskapet påverkas också av deras känslomässiga reaktion till landskapet. Attityden till vindkraft påverkas dessutom av betraktarens inställning till energifrågor. Information om vindkraft och möjligheten att aktivt delta i planeringen när det gäller lokaliseringen påverkar också allmänhetens inställning till vindkraft i landskapet.

Rapporten "Vindkraft i harmoni" (ET 19:1998, Energimyndigheten, maj 1998) innehåller en teoretisk bakgrund och analyser av några förslag på utformning av vindkraftsanläggningar i olika landskap. Den kan fungera som en metodhandledning för fördjupade detaljstudier i enskilda planeringsärenden.

Den visuella upplevelsen är en viktig faktor att ta hänsyn till i planerings- och beslutsprocessen. Därför behövs ett faktaunderlag om hur vindkraftverk påverkar landskapsbilden. Etableringar som inte anpassas till landskapets skala och karaktär kan till exempel ge landskapet en industriell prägel. Därför behövs ett material som utgår från en helhetssyn på landskapsbilden; av människans visuella upplevelse av landskapet. Hur landskapsbilden påverkas varierar i olika typer av landskap och därför behöver en indelning i olika landskapstyper genomföras.

Syfte

Studien ska ta fasta på dominerande terrängformer och karaktärsdrag i kulturlandskapet för att avgränsa enhetliga landskapstyper - olika grundtyper - i översiktlig skala, samt beskriva hur vindkraftsanläggningar bör anpassas för att passa in i dessa olika typer av landskap på ett harmoniskt sätt.

Studien ska ange vilka generella hänsyn som krävs och vilka faktorer som är viktiga att ta hänsyn vid bedömningen av var vindkraftverk ska lokalieras och hur grupper av vindkraftverk ska utformas i respektive landskapstyp. Kriterierna får dock inte betraktas som bindande regler för enskilda ärenden. De lokala variationerna inom dessa landskapstyper kan vara stora och skapa andra förutsättningar. Entydiga och allmängiltiga kriterier för anpassning till landskapet kan aldrig fastställas.

Organisation

Studien har genomförts av en arbetsgrupp på Institutionen för landskapsplanering Alnarp på uppdrag av Vindkraftsutredningen, samt en styrgrupp tillsatt av Vindkraftsutredningen.

Vindkraftsutredningen:

Kjell Svensson. Utredningsman

Henrik Lindström. Utredningssekreterare

Styrgruppen:

Ann Marie Svensson, Länsstyrelsen i Norrbotten

Måns Hagberg, Länsstyrelsen i Västra Götaland

Per Olof Remmare, Riksantikvarieämbetet

Niels Moe, Energimyndigheten

Tore Wizelius, Svensk Vindkraftsförening

Arbetsgrupp:

Erik Skärbäck. Projektledare

Anna-Lie Mårtensson

Ingvar Svensson

Anders Bramme, Norrland samt principfigurerna för grundtyper

Lars Andersson, GIS-ansvarig

Annika Hansson, GIS - digitalisering

Caroline Lundberg, GIS - digitalisering

Rapportens disposition

Denna rapport är disponerad som en analyserande beskrivning i tre steg:

Kapitel 2. Först definieras ett antal **utformningsprinciper för vindkraftsanläggningar**.

Dessa illustreras med foto exempel på hur vindkraftsanläggningar kan te sig i landskapet.

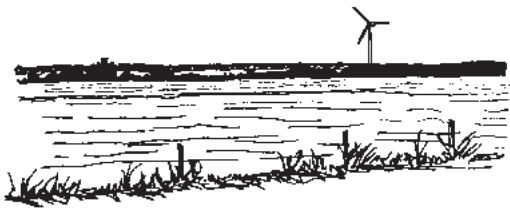
Diskussion förs även om vindkraftverkens storlek i relation till landskapet. Detta arbetsmoment syftar till att skaffa en gemensam empirisk bas för studien.

Kapitel 3. Efter studier av dessa utformningsprinciper, och en lång rad andra vindkraftsanläggningar i Sverige och utomlands, har successivt bedömts landskapstyper i Sverige där tillräcklig vindenergi kan finnas för eventuell exploatering. För vindkraftslokalisering signifikant olika landskapstyper har successivt identifierats s.k. ”**grundtyper**”. För varje grundtyp har sammanfattats vissa råd beträffande förutsättningar för placering/utformning av vindkraftsanläggningar.

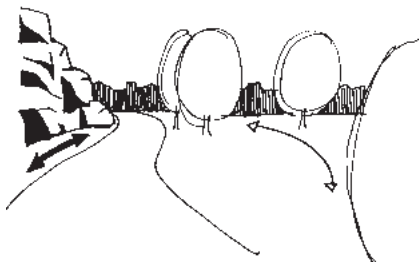
Kapitel 4. Slutligen har för de vindintressanta områdena söder om Norrland gjorts en översiktlig **kartering**. För de karterade enheterna har gjorts en grov beskrivning beträffande karaktärselement och riktningsgivande element. På grund av den begränsade tiden och undersökningsområdets storlek kan beskrivningarna av karaktärselement inte betraktas som fullständiga och uttömmande. Här finns utrymme för grundläggande kunskapssammanställningar. I framtida enskilda ärenden måste kompletterande studier göras. Denna studie kan därmed tjäna som en basstudie för framtida fördjupningar.

Metod

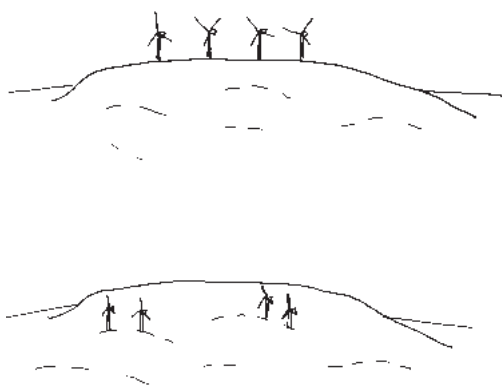
Begrepp



Vindkraftverk kan fungera som landmärken i landskapet.



Landskapsrum inneslutet av bergvägg och vegetation. Pilarnas styrka visar hur tydlig rumsgränserna är.



Vindkraftverk är storskaliga element, som relateras till de storskaliga topografiska formerna i landskapet.

Kevin Lynch's metod

I studien Vindkraft i harmoni redovisas användningen av en landskapsanalysmetod inspirerad av Kevin Lynch's Image of the City. Här följer en beskrivning av Lynch's begrepp, men anpassade till främst det rurala landskapet för att i denna landskapsstudie fungera för analys av inpassning av vindkraft.

Landmärke. Ett vindkraftverk blir genom sin storlek ett landmärke i landskapet. Landmärken är landskapselement som sticker upp väsentligt i jämförelse med omgivningen och syns från långt håll och många riktningar. Därigenom sätter landmärken en tydlig prägel på landskapets karaktär och bidrar till orienteringen i landskapet.

Rumsgränser. Var vi än befinner oss i ett landskap, så uppfattar vi att vi befinner oss på en plats, eller i ett "landskapsrum med mer eller mindre tydliga väggar. Rummets storlek kan också variera från mycket intimt i en skog till nästan oändligt på slätten eller i kustlandet en klar dag. Vissa dagar skapar dis och dimma tillfälliga begränsningar av rumsupplevelsen. Normalt sett är vegetation, skogsbryn och högre sluttningszoner rumsgränser.

Känslan av rumsstorlek kan dock variera beroende på var vi själva för tillfället har vår uppmärksamhet. I situationer då vi intresserar oss för blommor och bin på ängen kan ett litet staket upplevas som den verkliga rumsgränsen, särskilt om det går tjurar på andra sidan. Om vi fastnat för att betrakta alla vindkraftverk inom synfältet en klar dag, så upplevs stora avlägsna landformer såsom berg och höjdryggar eller stadsgränser som vindkraftslandskapet rumsgränser. Vindkraftanläggningar fokuserar vi nämligen högt upp på maskinhus och turbinblad. Trädridåer och gårdsvolymer som vi i andra sammanhang upplever som rummens gränser kan i sådana sammanhang upplevas som enbart strukturerande element i de stora landskapsrummen. Långa dominerande rums-

gränser kan benämnas ”visuella **barriärer**”¹.

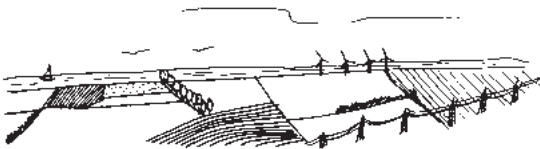
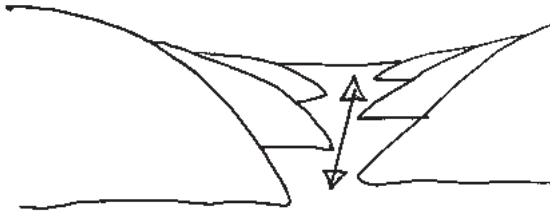
Storskaligheten i anläggning och landskapsuppfattning när det gäller vindkraft gör att landskapsanalyser för vindkraft ofta leder till annorlunda och storskaligare rumsindelningar än vad som normalt är fallet för mindre mer ordinära byggprojekt.

Rumsriktningar är våra upplevelser av riktning hos rummen. Dessa ges i huvudsak av långsträckta raka rumsgränser eller andra långsträckta element eller markanvändningskaraktärer inom rummet. Även långsträckta öppenheter som bildas av frihet från landskapselement eller sänkor och dalstråk bidrar till en känsla av rumsriktning i landskapet.

Strukturerande element utöver rumsgränser kan vara långsträckta trädrader, lägre slutningsstråk, landborg, större vägar och kraftledning, åar, diken, hägnader, långsträckta kanter mellan gräsmarker och plöjda marker, eller andra tydligt förnimbara odlingsgränser. Ett strukturerande element kan samtidigt också vara karaktärselement.

Karaktärselement benämner vi här landskapselement eller andra markanvändningskaraktärer som har en tydlig lokal, ofta kulturhistorisk funktion och mening². Dessa är ibland väsentliga symboler för sitt landskap och kan då upplevas som känsliga för förändringar. Frågan om vindkraftens eventuella negativa påverkan på landskapsbilden handlar ofta om huruvida vindkraftverk inverkar på förståelsen för dessa element i sitt landskapssammanhang. Större enhetliga sammanhang av en markanvändningskaraktärer benämner Lynch ”**district**”³.

Stråk, knutpunkter och **utblickar** är faktorer som beskriver människans rörelser och upplevelser i och av landskapet. De är väsentliga faktorer att analysera och kartera i en landskapsanalys för planering av en enskild grupp. I denna studie som översiktligt rör skillnader



¹ ”Barriär”, i Kevin Lynchs ursprungliga terminologi beskriven i Image of the city, kan också stå för fysiska barriärer som hindrar människans förflyttning t.ex. större vägar

² Odlingslandskap och landskapsbild, Ulf Sporrang, Riksantikvarieämbetet, 1996

³ I Image of the city syftar Lynch med ”district” på sammanhängande kvarter/stadsdelar av en viss sammanhängande karaktär. Inom landskapsanalysen kan vi syfta på sammanhängande beteslandskap, åkermarker, granskogar, godslandskap med komplex av lövskaog/bete/åker en tätortskant etc.

mellan olika landskap i Sverige behandlas inte dessa begrepp mer än perifert. Olika landskapstyper har givetvis olika förutsättningar för utblickbarhet, och strukturerande element sammanfaller ibland med de stråk och knutpunkter varifrån landskapet upplevs. Utblickbarheten kan i denna översiktliga landskapsanalys delvis utläsas från beskrivningar av topografi och öppenhet.

Miljöpsykologiska begrepp

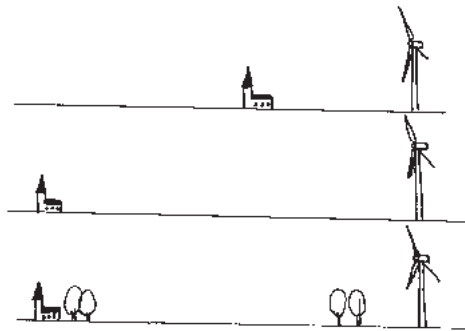
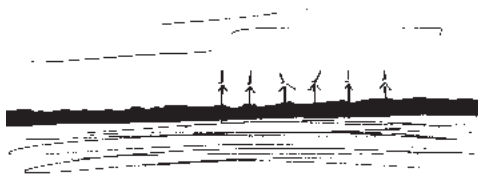
Två viktiga begrepp inom miljöpsykologin som används här är komplexitet och helhet. Hög **komplexitet** i ett rum innebär att man upplever en stor mängd olika element. Man brukar säga att "lagom" hög komplexitet är bäst. En mycket komplex miljö kan upplevas rörig och orolig, men omvänt kan en miljö med mycket låg komplexitet upplevas ointressant och tråkig.

Hög **helhet** innebär att rummets ingående element upplevs passa ihop i ett harmoniskt sammanhang. Det kan gälla färg, funktion, skala, historiskt ursprung etc. Hög helhet betraktas som en positiv faktor för miljöupplevelsen.

Begreppet storleksjämförelse

Storleksjämförelse är ett begrepp som diskuterades mycket i de inledande studierna av vindkraft och landskapsbild i Sverige^{4,5,6}.

Storleksjämförelse innebär att nya objekt i miljön som betraktaren ännu inte lärt känna så väl storleksbestäms främst i sin relation till näraliggande objekt av känd storlek. Detta har länge varit ett känt fenomen och har medvetet utnyttjats i gestaltning och formgivning t.ex. i Barockens anläggningar och den japanska trädgårdskulturen.



⁴ Skärbäck E., K. Nilsson, B. Schibbye och Sellberg. 1978. Vindkraften i landskapet. Landskap nr 43. Alnarp

⁵ Bergsjö A., Nilsson K., Reinius M., Skärbäck E., Sporrang P-O. 1980. Vindkraften i landskapet, del 2, visuella frågor i samband med storskalig vindkraftutbyggnad. NE. Konsulentavd. Landskap 55. Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp

⁶ Aesthetic factors and Visual Effects of Large-Scale WECS, International Energy Agency, Programme of Research and Development on Wind Energy Systems, Final Report of TASK A 5, Edited by Staffan Engström and Bengt Pershagen (Projekt manager: E Skärbäck). NE 1980:20

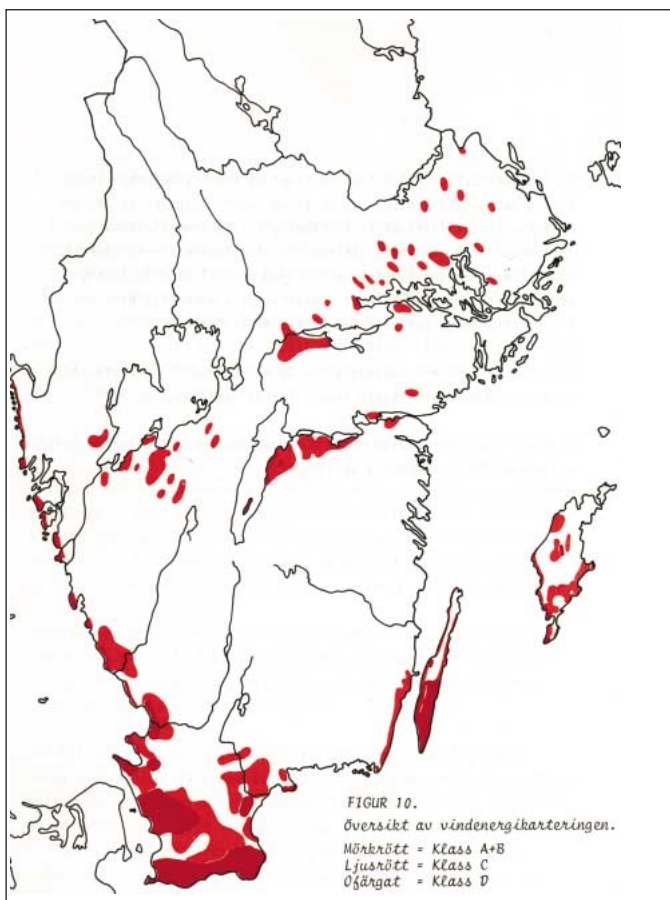
Regional indelning av det svenska landskapet

I arbetet med att sortera ut grundtyper av landskapet har bland annat använts Ulf Sporrongs regionala indelning av det svenska landskapet (Sporrong 1996). För närmare avgränsning och precisering av typerna har den topografiska kartan använts. Med hjälp av den har i första hand kombinationen av topografi och öppenhet studerats. I övrigt bygger klassningen på arbetsgruppens erfarenheter och samtal med skilda personer såsom styrgruppsledamöterna och andra experter.

Syftet var att få fram ett indelningssystem där de olika grundtyperna sinsemellan ger olika förutsättningar för utformning och placering av vindkraftsanläggningar. I denna arbetsfas var antalet grundtyper till en början större, ca 30, än den slutliga listan. Efterhand som de olika grundtyperna började testas praktiskt i inventerings- och beskrivningsfasen kom de att minska i antal. Så snart två grundtyper visade sig ge relativt likartade "hänsynsbeskrivningar", så slogs de ihop till en. I kapitel 3 redovisas grundtypernas förekomst i landet översiktligt, och beskrivs "hänsynskriterier" såsom *förutsättningar för placering/utformning*. Det gäller gruppering och vindkraftverkens storlek. Det bör särskilt observeras att indelningen i grundtyper utgår från kriteriet att varje grundtyp skall vara relativt homogen med avseende på förutsättningar för placering/utformning av *vindkraftsanläggningar*. Grundtypsindelningen är ingen allmängiltig indelning av Sverige i landskapstyper.

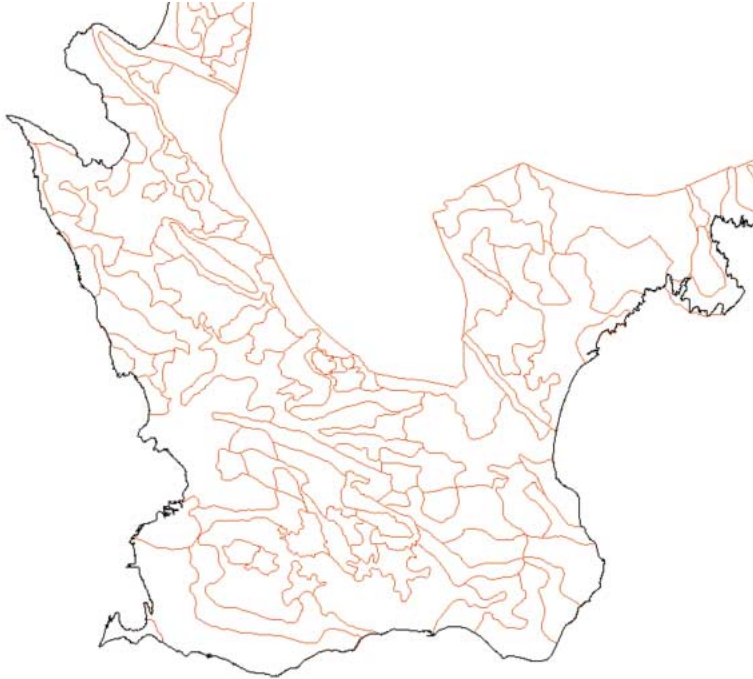
Kartering

Till utgångspunkt för karteringen ligger SMHIs indelning i vindklasser enligt skalan A-D, där A är den mest energirika klassen. Kartan nedan visar områden med vindklass A-C.



Kartan hämtad ur: "Vindarna över Sverige".
NE 1983:16

Inledningsvis har studien behandlat områden med klass A-C. Senare utökades karteringen i takt med uppgifter om nya områden av intresse för vindexploatering. Avslutningsvis bestämdes avgränsningen av karteringen till ca 1600 kWh/m²*år (enligt SMHIs senaste kartering), och endast södra Sverige t.o.m. Uppsala län har karterats. Under projektets gång har kunskapen om Norrlands vindtillgångar successivt ökat. Tid- och resursskäl har dock inte medgivit en utvidgning av karteringen till att omfatta även Norrland.



Som minsta karterade enhet i inventeringen valdes 25 km². Kartan här bredvid visar områdesavgränsningar för Skåne.

Vindkraftens exponering i landskapet täcker ofta större områden. Därför gör själva problemställningen att en finmaskigare kartering är irrelevant. Mindre karteringsområden vore olämpligt även av det skälet att studien är av övergripande karaktär och inte avsedd att i enskilda planärenden okritiskt kunna ersätta lokala analyser.

Kommentarer till metoden

Analysen i flera steg innehåller en mängd osäkerhetsmoment som manar till försiktighet i användningen av resultatet. Avgränsningen mellan olika grundtyper är en bedömningsfråga. Inget landområde är likt det andra. Variationen kan vara mycket stor även inom en avgränsad grundtyp. Det är inte säkert att en utformningsprincip som passar i ett delområdeområde är lämplig i nästa även om båda är av samma grundtypsklass.

Vi tar inte ställning till om vindkraftutbyggnad över huvudtaget är lämplig i ett område efter en samlad avvägning mellan alla markanvändningsintressen. Utsagor beträffande landskapsanpassning med avseende på landskapsbildningen kan således äga sin relevans enbart om vindkraft är acceptabel sett ur övriga markintressens perspektiv. Resultaten från denna studie skall främst betraktas som en hjälp för projektörer och handläggare i kommuner och länsstyrelser i planering och vid tillståndsgivning.

Rekommendationerna i kap. 3 skall ej betraktas som oavvikliga. Det ska ej bortses från möjligheten i enstaka projekt att genom vissa medvetna gestaltungsgrepp avvika från det allmänt gängse för att tillföra nya värden i landskapet. Detta måste bedömas från fall till fall.

De resultat, slutsatser och råd som presenteras i denna rapport är avsedda för översiktlig planering. Utsagor för grovt karterade områden/regioner kan inte utan vidare antas gälla för alla platser i området, och en lista på karaktärselement för en region är i denna studie inte fullständig. Lokala variationer förekommer, och uppfattningarna om vilka element som är karaktärselement av relevans för bedömningar i vindkraftsärenden kommer alltid att gå i sär.

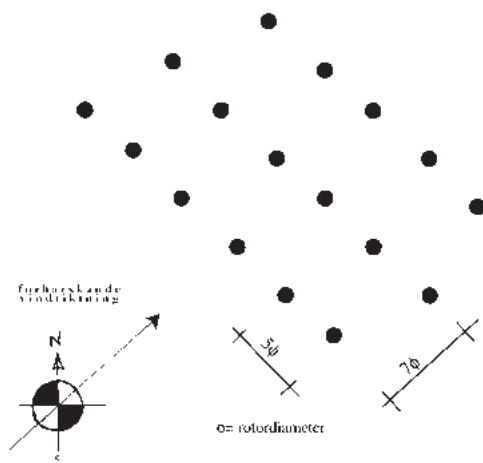
2. Utformningsprinciper för vindkraftsanläggningar

De bästa vindförhållandena finns till havs och längs kuster och i öppna landskap. Vindstyrkan brukar anges som vindens energiinnehåll i kWh/m²/år på en viss höjd och den varierar kraftigt på olika platser. Även vindens riktning varierar. I södra och mellersta Sverige kommer hälften av vinden från sektorn syd till väst; sydväst är där den *förhärskande vindriktningen*. För att ett vindkraftverk ska producera bra bör det därför stå så att vinden har fritt anlopp från sydväst. Det är också viktigt att det är relativt öppet i motsvarande sektor, nord till ost, bakom verket.

På läsidan om ett vindkraftverks rotor bildas en så kallad *vindvak*, en ”strut” där luften som bromsats upp av rotorn virvlar runt innan den på nytt fångas upp av den ostörda vinden.

När en grupp med flera vindkraftverk byggs orienteras de efter den förhärskande vindriktningen för att den sammanlagda produktionen ska optimeras. Om vindkraftverken placeras på linje ska den helst vara *vinkelrät mot den förhärskande vindriktningen* (dvs en linje från SO till NV), så att risken för att vindkraftverken ska störas av andra verks vindvakar minimeras. På en sådan linje behöver avståndet mellan verken inte vara så stort, idag tillämpas en tumregeln om ett avstånd på fem rotordiametrar.

Större grupper kan bestå av flera parallella rader med vindkraftverk. För att optimera produktionen läggs dessa rader vinkelrätt mot den förhärskande vindriktningen, med samma inbördes avstånd som för en linje (fem rotordiametrar). Avståndet mellan raderna bör dock vara större, eftersom vindvakarna från den första raden under en stor del av tiden är riktade åt det hållet



För att optimera produktionen förskjuts raderna i förhållande till varandra, så att verken i den andra raden står mitt emellan verken i raden framför. Större anläggningar utformas därför ofta i ett så kallat *gittermönster* uppbyggt av likbenta trianglar med 5 rotordiametrar som bas och med en höjd på 7 rotordiametrar. (se figur). Verken i en grupp producerar dock något mindre än ett enskilt verk på samma plats, denna så kallade parkförlust brukar ligga i storleksordningen 5 procent för en optimalt utformad grupp och ökar med gruppens storlek. När grupper med vindkraftverk utformas på annat sätt innebär det samtidigt att produktionen hos gruppen minskar och att kostnaderna per producerad kWh ökar.

Hur en vindkraftsanläggning utformas beror också på ekonomiska faktorer. Det gäller inte minst vindkraftverk som byggs i anslutning till lantbruk. En lantbrukare kan exempelvis uppföra ett vindkraftverk på sin egen fastighet och ansluta det direkt till gården, ”innanför” elmätaren. Vindkraftverket är anslutet till elnätet, men levererar också en stor del av den el som används inomgårds. När verket producerar mer el än gården behöver säljs överskottet till nätet (det lokala elförsäljningsbolaget) för ca 25 öre/kWh och när det producerar för lite köps el från nätet för ca 60-70 öre/kWh (inkl nätavgift, elskatt och moms). Elen för eget bruk är alltså värd mer än dubbelt så mycket som den el som säljs. Utan en sådan egenförbrukning är det ofta inte lönsamt för lantbrukaren att installera något vindkraftverk. Att installera en grupp verk blir orimligt.

På en jordbruksslätt är det därför ofta så att varje lantbrukare vill ha ett eget verk på sin egen fastighet, av rent ekonomiska skäl. Då bör man utforma anläggningen så att vindkraftverken kan läsas ihop till en enhet med gården - ladugård, silo, mangårdsbyggnad - i stället för att sträva efter att placera olika lantbruks verk ihop i grupper. Valet står inte mellan enstaka utspridda verk eller grupper, utan mellan utspridda verk och inga verk alls (om inte ellagen ändras så att lantbruk tillåts ansluta verk utanför fastigheten direkt till sin egen gård).

I detta kapitel beskrivs åtta grupperingsprinciper för vindkraftsanläggningar, och det kommenteras hur vindkraftverken kan klassindelas efter storlek och inverkan på landskapsbilden. Till grund för beskrivningarna ligger fält- och fotostudier av befintliga vindkraftsanläggningar i landskap.

Med en anläggning menar vi här ett eller flera vindkraftverk tillsammans, grupp, planerad som ett sammanhang och där avståndet till nästa anläggning/grupp är minst ca 1,5 km, eller mer beroende på vindkraftverkens storlek och landskapstyp. Vindkraftverk i grupp läses samman till en enhet - en anläggning. Genom att samla likadana vindkraftverk i samma grupp uppnås hög helhet och låg komplexitet uttryckt i miljöpsykologiska termer. Det ökar fatbarheten och förbättrar orienteringsförmågan, vilket är positivt.

Mindre gårdsaggregat kan läsas samman med gården till en enhet. Det är typiskt för Holland. Där står gårdsaggregaten direkt invid gårdens bebyggelse-/vegetationsvolym, och bildar en helhet med gården. De står ej i den öppna jordbruksmarken, utan avviker genom sin placering, annorlunda form och mindre storlek (250 kW) från "det fria landskapets" aggregat. Om lantbrukare vill investera i större verk kan dessa knappast stå invid gården. För att flera lantbrukare skall kunna samordna sina verk till en enhetlig grupp, vilket är att föredra ur landskapsbildssynpunkt, så måste således ellagen ändras.

Grupperingsprinciper

Grupperingsprinciper för vindkraftsverk i en samlad anläggning:

1. Enstaka vindkraftverk
2. Par – 2 VKA (vindkraftsaggregat)
3. Linje $3 \leq$ (vanligen 3–9 st) vindkraftverk i rak placering
4. Båge (som organiskt följer terrängformation)
5. Regelbunden grupp (≤ 12 VKA)
6. Oregelbunden grupp (≤ 12 VKA)
7. Gitterpark (> 12 VKA), flera parallella linjer
8. Oregelbunden vindkraftspark (> 12 VKA)

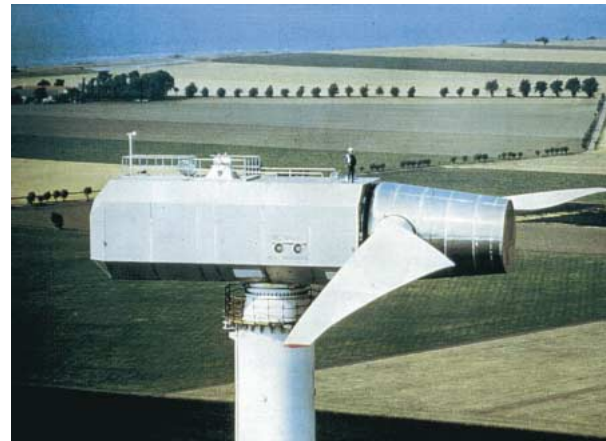
Vindkraftverkens storlek och avståndseffekter

Det finns anledning att även beakta olika storleksklassers inpassningsförutsättningar i olika situationer. Tornhöjderna för nybyggnation varierar idag i allmänhet mellan 40–45 m för 500 kW vindkraftverk och ca 70 m för upp till 1,5 MW vindkraftverk.



Maskinhuset 78 m över marken

Tornhöjden räknas till maskinhusets nav. Rotordiametern är ungefär lika stor d.v.s. turbinbladen sticker som högst upp ca 50% utöver tornhöjden. De första prototyperna Maglarp och Näsudden som byggdes i början av 80-talet hade tornhöjder på ca 78 m. På ritborden idag ligger projekt med vindkraftverk i storleksordningen 3–5 MW. De är 80–140 m. Äldre verk, ca 100–200 kW, har betydligt lägre tornhöjd ca 30 m.



"Maglarpvindkraftverket" 1982

I Danmark har stora vindkraftverk (60 m) analyserats i en visualiseringsstudie⁷ för ett extremt öppet landskap (grundtyp 1). Man drog slutsatserna att det förekommer 4 definierbara zoner utifrån verkens synlighet och dominans i landskapet:

Närzon	3 km	Vindkraftverken dominerar
Mellanzon	3–7 km	Väl synligt i öppet landskap, men svårt att bedöma höjd
Fjärrzon	7–12 km	Minskande synligt och dominans beroende på landskapets form
Yttre fjärrzon	12 km	Syns fortfarande, men kan vara svåra att urskilja (jordkrökning)

I en annan visualiseringsstudie⁸, dock med betydligt större parker, gjord två år tidigare för havslokalisering med 57,7 m tornhöjd och 50 m rotordiameter har uppgivits betydligt större avstånd för samma zoner.

Närzon	0-7,5 km	Vindkraften har betydande synlighet från kusten
--------	----------	---

⁷ Opstilling af store vindmøller i det åbne land – en undersøgelse av de visuelle forhold, Miljø- og energiministeriet, 1996

⁸ Vindmøller i danske farvande – en undersøgelse av de visuelle forhold ved opstilling av vindmøller på havet, Miljø- og energiministeriet udvalgd om havbaserede vindmøller, 1994

Mellanzon	7,5-12,5 km	De enskilda verken upplevs som små. Stort antal syns väl
Fjärrzon 1	2,5-25 km	Vindkraftverken försvinner delvis under horisonten
Osynlighetszon >	25 km-	Verken är i praktiken osynliga

I den studien behandlade man även mindre vindkraftverk med 36,5 m tornhöjd och 37 m rotordiameter. För dessa blev avstånden 80 % jämfört med avstånden för de större.

Det bör observeras att zonerna inte har definierats på samma sätt i de båda studierna. Begreppet ”väl synligt” används i ena studien och begreppet ”betydande synlighet” i den andra för avstånd upp till 7-7,5 km. För nästa avståndsklass används begreppet ”minskande synlighet och dominans” resp. ”upplevs som små”. För den därpå följande klassen används begreppen ”syns fortfarande” resp. ”försvinner delvis”. Resultaten är därför inte direkt jämförbara.

Sambandet mellan synlighet/dominans och ev. negativ upplevelse är ej självklart. Det man upplever negativt på korta avstånd kan upplevas intresseväckande på långt håll i fjärrlandskapet eller tvärtom. Människan stereoskopiska avståndsbedömning kan ej återges i bildmontagestudier. Därför fattas en dimension i sinnesförnimmelsen som vi inte kan värdera i undersökningen. Vädereffekter och avståndsdis är också faktorer som har betydelse för hur man i verkligheten upplever dominans.

En viktig aspekt att beakta är att människans förmåga att bedöma höjden på landskapselement avtar med höjden på objektet. Objekt i vår egen skala har vi lärt oss storleksbedöma, och genom storleksjämförelse med ett känt objekt t.ex. en ladugårdbyggnad eller ett fullvuxet träd kan vi relativt väl på håll storleksbestämma även nya höga objekt. Vi har dock mycket svårt att på långt avstånd bestämma höjden på ensamma mycket höga objekt, eller höjdskillnaden på två olikhöga objekt.

För denna studie har vi i beskrivning av förutsättningar för placering/utformning, kap 3, använt följande terminologi för benämning av olika tornhöjd:

- 50–60 m tornhöjd är normalfallet
- m benämnes ”låga” aggregat
- m benämns ”höga”
- Väsentligt högre aggregat har vi inte erfarenhet av i verkligheten och kan vi därför inte uttala oss om i dagsläget.

Fotostudier av befintliga anläggningar

I bilaga 1 redovisas exempel på anläggningar med olika grupperingsprincip, och kommentarer om effekter av vindkraftverkens inbördes placering och vindkraftverkens storlek. För var och en av de åtta grupperingsprinciperna illustreras med foton exempel på hur anläggningarna kan te sig i landskapet. För flera grupperingsprinciper redovisas flera exempel från verkligheten. Dessa illustrationer blir samtidigt exempel på svenska landskapstypers förutsättningar att rymma vindkraftsanläggningar. Sammantaget visar fotoexemplen en del av den empiri som i kapitel 3, leder fram till studiens indelning i landskapsgrundtyper. Bilagan syftar således till att ge en bred gemensam kunskapsbas för projektet.

Fotoanalyserna har initialt genomförts som en inledande problemanalyserande arbetsfas. Vi försöker genom bilderna illustrera landskapsupplevelse utifrån Kevin Lynch's terminologi. Vi

har i samband med fotograferingarna även gjort noteringar av spontana intryck, och har tillåtit oss, för problemanalysens skull, göra både allmänna och vida reflexioner kring våra observationer för att inte inledningsvis begränsa kontexten. Kommentarererna kring bilderna är av naturliga skäl av subjektiv art. Det gör dem inte mindre signifikanta, men måste naturligtvis beaktas kritiskt av varje vindkraftsplanerare och myndighetshandläggare.

3. Grundtyper i södra Sverige

De inledande studierna av vindkraftsanläggningar (se bilaga 1) och erfarenheter från andra tidigare vindkraftstudier ligger till grund för följande klassificering av landskapstyper för vindkraft i Sverige. Syftet är att identifiera en för vindkraftsplanering signifikant indelning av landskapstyper, vilka vi benämner ”grundtyper”. I första hand är det kombinationen av topografi och öppenhet som ligger till grund för indelningen i grundtyper. I övrigt bygger bedömningar på arbetsgruppens erfarenheter och samtal med skilda personer såsom styrgruppsledamöterna och personer med lokalkännedom. Undersökningsområdet har först övergripande indelats efter U. Sporrongs regionala indelning av det svenska landskapet (Sporrong 1996).

Därefter har området avgränsats och preciserats närmare med hjälp av kartor i skala 1:250 000 och 1:50 000, topografiska kartan. Därefter har grundtyperna karterats - se kap. 4, Kartering.

Inledningsvis identifierades ett 30-tal grundtyper. När grundtyperna efterhand började testas praktiskt i inventerings- och beskrivningsfasen (med en minsta karteringsenhet av 25 km²) kom vissa att slås samman när de visade sig ge relativt likartade ”hänsynsbeskrivningar”.

I detta kapitel beskrivs grundtyperna och förekomsten i landet översiktligt. För illustration hänvisas i förekommande fall till foton i bilaga 1. För grundtyper som ej förekommer i bilaga 1 illustreras med foto direkt i detta kapitel.

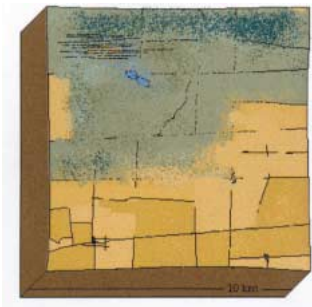
För varje grundtyp anges ”hänsynskriterier” där koncentrerat vissa slutsatser beträffande förutsättningar för placering/utformning av vindkraftsanläggningar sammanfattas. Slutsatserna gäller gruppering och i viss mån vindkraftverksstorlek för anpassning till landskapet. Norrland har tillförts under utredningens gång. Landskapstyperna där har därför inte kunnat identifierats lika säkert. Norrland har heller inte karterats.

Kustlokalisering är ännu sällsynt i Sverige, men förekommer på Öland och Gotland. Kustlokalisering är relativt vanlig i Danmark, Holland och Tyskland. Generellt för alla kusttyper, utom flikig kust, är att linje eller båge som följer kustlinjen kan rekommenderas. Ev. kan också kortare linjer tvärs kustlinjen passa.

Lista över grundtyper för södra Sverige (se principfigurer nästa sida)

1. Helt öppen slätt, jordbruk, alvar
2. Jordbruksbygd, öppet något böljande landskap, få vegetationsinslag
3. Backlandskap
4. Jordbruksbygd, öppet plant landskap med vegetation och/eller gårdar, ca 5-10%
5. Jordbruksbygd, inslag av vegetation och gårdar 10-25%
6. Riktat landskap (f.a. jordbruksbygd med påtaglig riktningsverkan och höjdslutning med viss riktningsverkan, t.ex. kanten av en horst el. Hög kust)
7. Mellanbygd, skogsinslag 25-75%
8. Skogsbygd, >75% skog
9. Skärgård och flikig kust
10. Övrig kust
11. Hav eller stor insjö
12. Tät bebyggelse

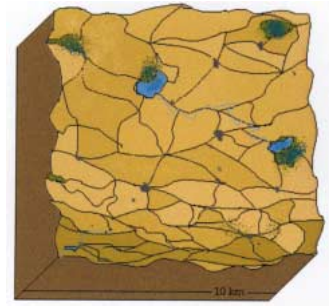
Tolv grundtyper av landskap för vindkraftsplanering i södra Sverige



1. helt öppen slätt, jordbruk, alvar.



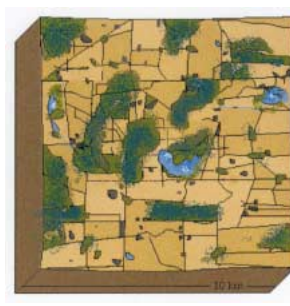
2. Jordbruksbygd, något böljande



3. Backlandskap



4. Jordbruksbygd, vegetationsinslag 5–10%



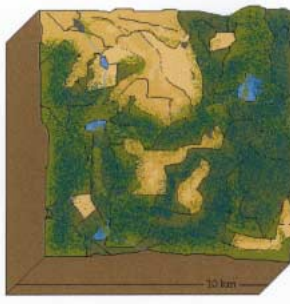
5. Jordbruksbygd, vegetationsinslag 10–25%



6. Riktat landskap



7. Mellanbygd, skogsinslag 25–75%



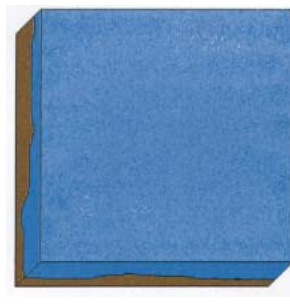
8. Skogsbygd, >75% skog



9. Skärgård och flikig kust



10. Övrig kust



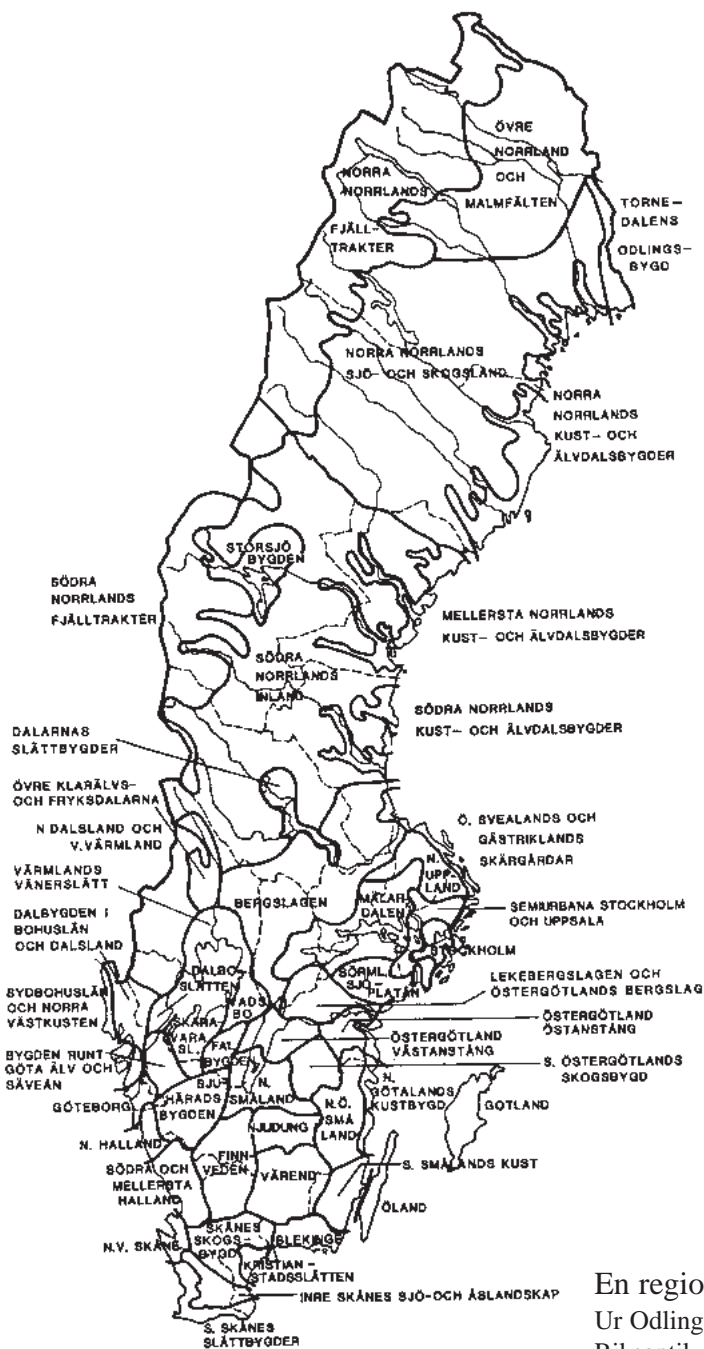
11. Hav eller stor insjö



12. Tätort

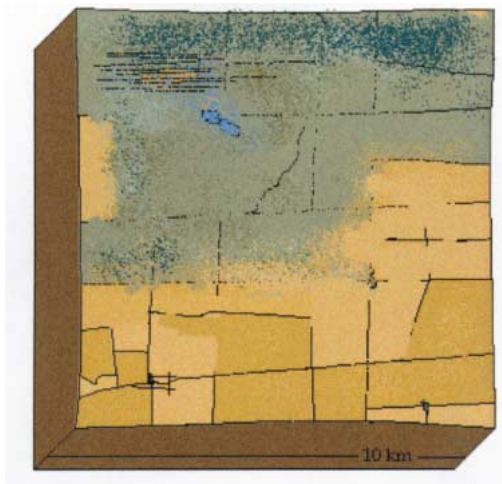
Regional indelning av det svenska landskapet

Inom ramen för Riksantikvarieämbetets arbete med kulturmiljöprogram för Sverige har Ulf Sporrang gjort en regional indelning av det svenska landskapet - se kartan nedan. Varje region innehåller flera olika grundtyper, och varje grundtyp förekommer som regel i flera regioner. Sporrang redovisar i viss grad vilka karaktärselement som är typiska i varje region. De tas inte in i denna grundtypsbeskrivning, eftersom en grundtyp kan finnas i många olika regioner med var för sig skiftande karaktärselement och regionala särdrag. Karaktärselementen redovisas i nästa kapitel, karteringen.

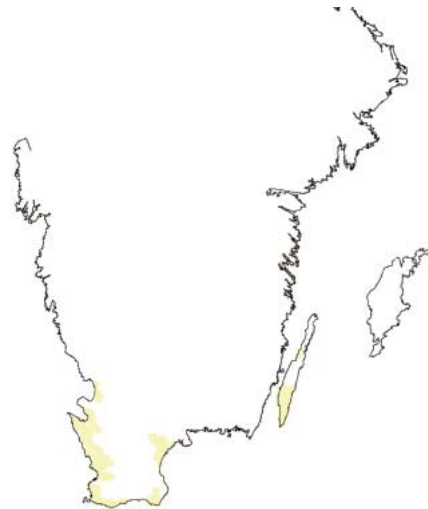


En regional indelning av det svenska landskapet.
Ur Odlingslandskap och landskapsbild, Ulf Sporrang,
Riksantikvarieämbetet, 1996

1. Helt öppen slätt, jordbruk, alvar



Landskapets principiella uppbyggnad avseende topografi och slutenhet/öppenhet i grundtyp 1



Översiktligt förekomsten av grundtyp 1 i vindintressanta regioner

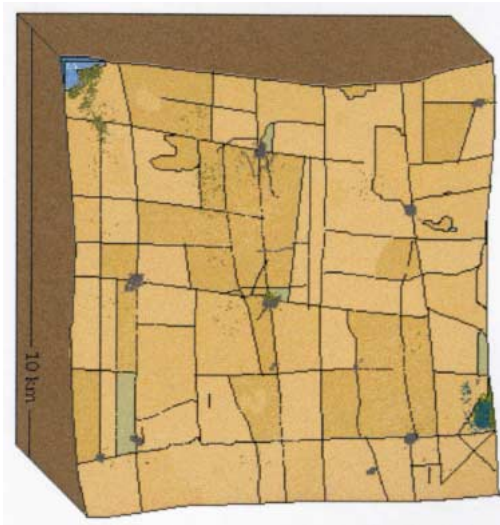
Till grundtyp 1 räknas jordbrukslandskap med mycket små topografiska variationer. Som framgår av exemplet Rynege i föregående kapitel (= grundtyp 2), så är topografin en starkt bestämmande faktor för hur en gruppstation upplevs inordnad i landskapet. Även små topografiska variationer kan spela påtagliga perspektiviska spratt. Därför har vi skiljt ut grundtyperna 1 och 2, plant respektive något böljande landskap, trots att de enligt hävd brukar föras samman såsom i begreppet "Söderslätt".

Grundtyp 1 förekommer framför allt i södra och västra Skåne, Västgötslätten, Östgötslätten och öppna delar av lerslätterna i Södermanland, Uppland och Ängelholmslätten. Ölands Alvar förs också hit. Bland exemplen i föregående kapitel hör till denna grundtyp Östgötslätten, Åstorp, N.S.Örum, Öland och Schleswig-Holstein.

Förutsättningar för placering/utformning

Jordbruksbygd helt öppet och plant eller långsamt sluttande har i allmänhet relativt goda förutsättningar att ta emot både stora grupper och höga vindkraftverk. Några inskränkningar i vindkraftverkens höjd kan knappast påtalas generellt sett. Överblickbarheten i landskapet är milsvidd. Det bör vara stora avstånd, gärna ett par kilometer, mellan stora grupper för att de inte skall läsas samman. Den regeln gäller tydligare ju öppnare landskapet är.

2. Jordbruksbygd, öppet något böljande landskap, få vegetationsinslag



Landskapets principiella uppbyggnad avseende topografi och slutenhet/öppenhet i grundtyp 2



Översiktligt förekomsten av grundtyp 2 i vindintressanta regioner

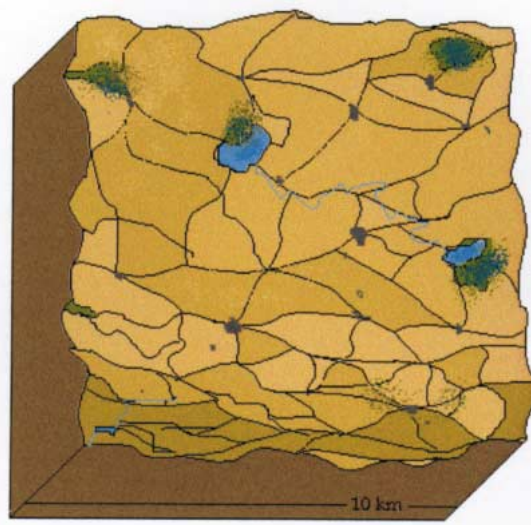
Till grundtyp 2 räknas jordbrukslandskap med vissa men små topografiska variationer. Detta landskap förekommer framför allt som övergångsform till eller i mosaik med grundtyp 1. Grundtyp 2 är också ofta övergångsform till grundtyp 3, backlandskap. Jordbrukslätter som ej är avsatta under havsnivån har en tendens att vara böljande. Bland exemplen i bilaga 1 hör till denna grundtyp Kverrestad, Rynge och Falkenberg.

Förutsättningar för placering/utformning

I svagt böljande landskap kan vindkraftverken lätt hamna på olika höjdnivå. Beträktat på håll uppstår lätt en perspektivisk effekt. Den lilla höjdskillnaden för maskinhusen ger gärna uppfattningen att vindkraftverken står på olika avstånd från betraktaren i stället för att de står på olika höjd. Om två vindkraftverk betraktas från samma avstånd, men det ena är högre beläget, kan det högre tolkas som om det står närmare betraktaren än vad det verkligen gör. Därmed upplevs inte heller ett eventuellt regelbundet mönster i placeringen. Avsikten att med en ordnad formering få vindkraftverken att hänga ihop till en enhet – en anläggning - kan gå förlorad. Därför bör vindkraftverken stå på samma nivå. Alternativt anpassas de enskilda verkens tornhöjd så att maskinhusen kommer på samma nivå.

Linjer är sannolikt lättast att ordna på detta sätt. Det torde vara svårt att inordna stora grupper och vindkraftsparker i detta landskap, eftersom det kan bli komplicerat att samordna många aggregats maskinhöjd. Några inskränkningar i vindkraftverkens höjd kan knappast påtalas generellt sett.

3. Backlandskap



Landskapets principiella uppbyggnad avseende topografi och slutenhet/öppenhet i grundtyp 3



Översiktligt förekomsten av grundtyp 3 i vindintressanta regioner

Grundtyp 3 är öppet till halvöppet, starkt kuperat. Detta landskap kan ha mycket varierande vegetationsmängd från 0 till 25 % skogstäckning. Typen förekommer t.ex. i Skåne, norr om Söderslätt, Österlen och Bjärehalvön. Markanvändningen är åker/gräsmark ofta i varierad uppsplittring. Fältkanter betraktade i perspektiv ger backlandskapets karaktäristiska uttryck. Karaktäristiskt är exponeringen av sluttande, öppna åkrar eller gräsmarker, böljande krön och andra linjer. Om inslaget av skog är stort, så de öppna sluttande fälten inte är särskilt exponerade, är mellanbygd (grundtyp 7) eller skogsbygd (grundtyp 8) mer representativa grundtypsbenämning. Backlandskap förekommer inte i någon av fotoexemplen i bilaga 1, varför det är på sin plats med följande foton:

Backlandskap från Bara öster om Malmö



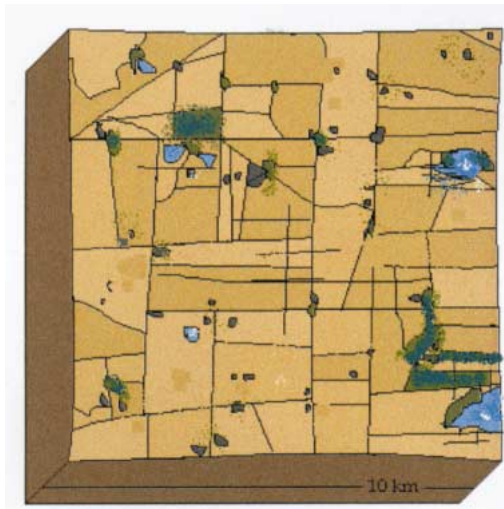
Klågerup inbäddat i backlandskap söder om Staffanstorp

Förutsättningar för placering/utformning

Det är sällsynt med vindkraftverk i denna landskapstyp. Backlandskap har i allmänhet höga skyddsvärden och har bl.a. därför inte varit föremål för större utbyggnader. Relativt hög andel vegetationsinslag i jämförelse med kringliggande jordbrukslätter i kombination med topografin kan också betyda en ur vindenergisympunkt hög skrovlighet, vilket innebär turbulenser och störningar i luftlagren med minskning i vindens energiinnehåll.

Backlandskap är relativt småskaligt. Stora grupper eller vindkraftparker skulle sannolikt leda till skalkonflikter. Endast små grupper torde kunna komma ifråga. Sannolikt bör alla vindkraftverk i en grupp stå på samma höjd. Låga vindkraftverk i backlandskap kan framhäva topografins storslagenhet. Höga vindkraftverk kan reducera den. Eventuellt kan man tänka sig att ställa verk i en grupp på olika höjdnivå i kraftigt sluttande backlandskap. Det kan poängtera den topografiska variationen. Höjdskillnaderna bör då sannolikt vara signifikant tydliga.

4 Jordbruksbygd, öppet plant landskap med vegetation och/eller gårdar, 5–10%



Landskapets principiella uppbyggnad avseende topografi och slutenhet/öppenhet i grundtyp 4



Översiktligt förekomsten av grundtyp 4 i vindintressanta regioner

Hit hör bl.a. exemplen Laholmsslätten och Tvååker i bilaga 1. Det relativt höga inslaget av vegetationselement beror på en ovanligt hög täthet av gårdar. I en studie 1984⁹ kan man utläsa att Laholmsslätten, bland de vindintressanta regionerna i Sverige, är den som är tätast med bebyggelse. Spridda byggnader är klart begränsande för möjligheten att arrangera regelbundna grupper. Denna grundtyp förekommer spritt på flera håll i landet t.ex. i Halland, på Öland och på Gotland.

Förutsättningar för placering/utformning

När denna slätt har relativt tätt med gårdar, som på Laholmsslätten, är det svårt att lokalisera höga vindkraftverk dels p.g.a. behov av minimiavstånd, dels för att storleksjämförelse ofta sker med näraliggande vegetation och gårdar varför effekten kan bli att höga vindkraftverk kan bli mycket dominerande. Även regelbundna och gitterformade grupper kan vara svåra att genomföra. Vegetationstätheten gör att landskapsrummen blir mindre i detta landskap än i tidigare behandlade jordbruksbygder. Höga vindkraftverk syns från fler landskapsrum. Små grupper med måttligt höga vindkraftverk torde vara lättast att inordna i landskapet.

⁹ Lokalisering av vindkraft i Sverige. E. Skärbäck. På uppdrag av Statens energiverk (506 160-1). VBB oktober 1984

5. Jordbruksbygd, inslag av vegetation och gårdar 10-25%



Landskapets principiella uppbyggnad avseende topografi och slutenhet/öppenhet i grundtyp 5

Grundtyp 5 kan vara öppen mellanbygd mellan slätt/kust och skogsbygd, men också sedimentär jordbruksslätt med uppstickande moränkullar som i Mellansverige, eller jordbruksbygd med mycket vegetation i form av mellanfältsytor eller trädridåer. P.g.a. det stora vegetationsinslaget är vindenergiinnehållet i sådana landskap relativt lågt. Därför har intresset för vindkraft hittills varit begränsat och få lokaliseringar finns där. Med högre verk kan intresset för exploatering komma att öka



Översiktligt förekomsten av grundtyp 5 i vindintressanta regioner



Österlen med mycket mellanfältsytor



Kristianstadsslätten med ställvis vegetationsdungar, plantskola och trädrader

Områden med plantskoleinslag eller trädgårdsodlingsdistrikt kan också hamna i denna klass. Typen finns också på Gotland och Öland. Det är alltså en mycket variabel klass som ej kan hänföras till någon tydlig landskapsregion i Sverige, utan förekommer mycket spritt i landet. Topografin får ej vara starkt kuperad. Då klassas typen som backlandskap.

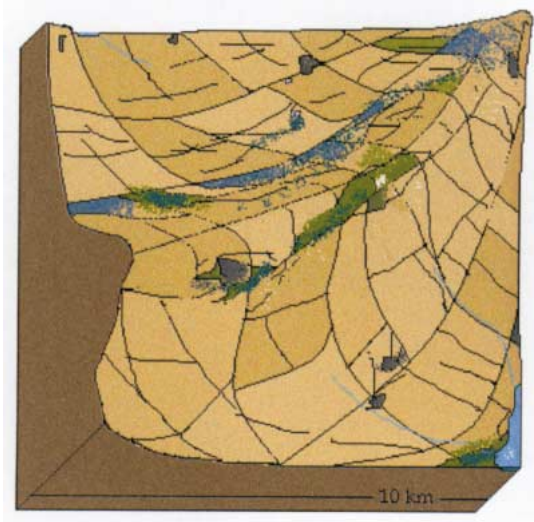


Ett vindkraftverk på Kristianstadsslätten

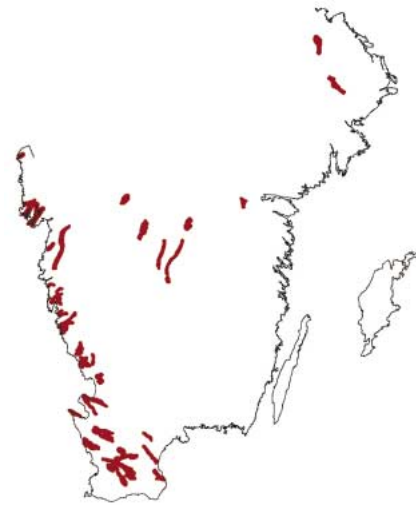
Förutsättningar för placering/utformning

Topografin har mindre betydelse än i de öppna typerna. På grund av rumsuppdelningen kan det vara svårt att uppleva hela stora grupper och formationsmönster. Tidigare analyser (se ”Vindkraft i harmoni - exemplet Vadstena”) talar för att en grupp som sträcker sig över flera landskapsrum har en tendens att suddas ut den upplevelse av landskapsvariation som rumsuppdelningen i övrigt ger. I allmänhet torde relativt små grupper vara att rekommendera i denna landskapstyp. Linjer bör följa parallellt med landskapets tydligaste rumsgränser såsom vegetationskanter eller andra strukturer. Det kan vara lättare att lokalisera höga vindkraftverk i denna typ än i den något öppnare grundtyp 4, eftersom det relativt stora vegetationsinslaget begränsar vindkraftverkens exponering sett från betraktare i omgivningen. Å andra sidan ger stort inslag av vegetation och gårdar högre grad av storleksjämförelse, vilket kan försvåra inpassning av höga vindkraftverk.

6. Riktat landskap



Landskapets principiella uppbyggnad avseende topografi och slutenhet/öppenhet i grundtyp 6



Översiktligt förekomsten av grundtyp 6 i vindintressanta regioner

Denna landskapstyp kan bestå av kanten av en horst, annat höglänt landskap eller en tydlig dalgång i öppet landskap. Det kan vara en övergångszon mellan låglänt öppen jordbrukslätt och skogsbygd om övergången är långsträckt, rak och med tydlig höjdskillnad. Klassen kan också vara smal jordbruksdal kantad av lång rak höjdsträckning, eller jordbrukslätt som övergår i markant ås/horst. Typen kan också vara en långsträckt höglänt kust, eller en bred sprickdal som ofta sedan övergår i flikig kust. Signifikant är höjdslutningens krönlina mot himlen. Exempel på denna typ i bilaga 1 är Hardeberga.

Förutsättningar för placering/utformning

Höga verk reducerar intrycket av höjden. Låga verk förstärker höjden. Linjer och långsmala grupper bör ej placeras mitt uppe på en höjdsträckning, utan en bit ner, så alla verken i en rad kan ställas på samma nivå. Om de inte ställs på samma höjdnivå får man räkna med perspektiviska effekter såsom att gruppen får en annan riktning än höjdsträckningen. Det behöver dock inte vara en nackdel om det görs på ett väl studerat sätt.

I långsträckta låglänta rum torde linjer eller långsträckta grupper vara att föredra längs rumsriktningen. När de då står längs vindriktningen krävs avstånd minst 7 turbindiametrar för att interferenseffekten (läeffekt) från lovert stående verk skall hinna släckas ut. Små grupper och korta linjer tvärs rumsriktningen kan också fungera bra. Höga verk reducerar storslagenheten från höjden, men kan förstärka landskapets riktning sett på långt håll. På nära håll förstärker även mindre vindkraftverk rumsriktningen.

7. Mellanbygd, skogsinslag 25–75%



Landskapets principiella uppbyggnad avseende topografi och slutenhet/öppenhet i grundtyp 7



Översiktligt förekomsten av grundtyp 7 i vindintressanta regioner

Omväxlande landskap med skog och öppna marker. Det kan vara slätt eller kuperat landskap. Om det är starkt småkuperat och ej har alltför mycket vegetation klassar vi det här som backlandskap. Det kan var övergång mellan slätt och skogsbygd.

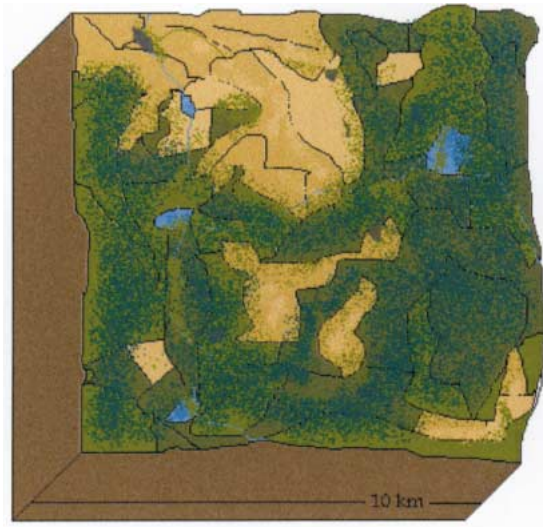
Denna typ är mest intressant om den ligger så nära havet att vindenergiinnehållet inte hunnit reduceras. Extrema höjdlägen kan också vara aktuella. Med högre vindkraftverk kan intresset ökas för exploatering även i inlandet t.ex. i Västergötland.

Förutsättningar för placering/utformning

Utblickbarheten är liten och landskapsrummen är små. Höga vindkraftverk syns ej så långt i denna grundtyp, eftersom utblickarna från betraktare avskärmas av vegetation. På grund av den begränsade utblickbarheten i sådant landskap torde alla aggregaten i en grupp sällan överblickas som en samlad helhet. Därför är valet av grupperingsprincip relativt fritt.

Denna typ kan vara intressant för vindkraftverk om den ligger intill större jordbrukslätt, och vinden leds in i öppna långsträckta rum. Höglägen som uppe på en horst kan också vara aktuella.

8. Skogsbygd, >75% skog



Landskapets principiella uppbyggnad avseende topografi och slutenhet/öppenhet i grundtyp 8



Översiktligt förekomsten av grundtyp 8 i vindintressanta regioner

Denna grundtyp dominerar Sverige, men är inte särskilt intressant för vindkraftslokalisering. Den redovisas i studiens kartering enbart när den markerar gräns till andra vindenergiintressanta klasser.

Förutsättningar för placering/utformning

Om dessa områden blir aktuella på grund av nya teknisk/ekonomiska förutsättningar torde höga vindkraftverk vara möjliga eftersom utblickarna från betraktare avskärmas av vegetation. Valet av grupperingsprincip är relativt fritt utom vid ev. lokalisering i mycket stoptopografiskt landskap i Norrland då grupperingen bör orienteras i förhållande till stora produktionsytors riktningar.

9. Skärgård och flikig kust



Landskapets principiella uppbyggnad avseende topografi och slutenhet/öppenhet i grundtyp 9



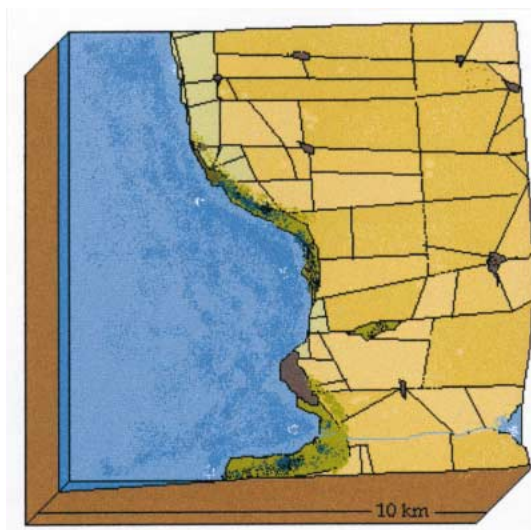
Översiktligt förekomsten av grundtyp 9 i vindintressanta regioner

Längs med i stort sett hela svenska kusten, utom i Skåne och Halland, finns skärgård i någon form. På en del platser är den bred och kan bestå av innerskärgård och ytterskärgård. Ställvis i större insjöar med många öar förekommer också denna grundtyp. Innerskärgård kan ofta tillsammans med en flikig kustlinje ha tydlig riktningsverkan. Så är fallet när den överordnade geomorfologin är sprickdalsterräng med vikar, sund och fjordar t.ex. i Bohuslän. I ytterskärgården försvinner denna riktningsverkan. Skärgårdsöarna är som regel delvis skogsklädda på ostkusten och i Blekinge. Bohuskusten är öppnare. Bebyggelse förekommer som regel samlad i mindre grupper på de större öarna. Inom ytterskärgården förekommer nästan ingen bebyggelse. Inåt landet är detta landskap enligt våra grundtyper ofta halvöppet eller riktat.

Förutsättningar för placering/utformning

Det kan vara en fördel att placera vindkraftverken i små grupper gärna korta linjer eftersom då inte hela horisontlinjen blir fylld av vindkraftverk. Vid påtaglig riktningsverkan kan grupperingen orienteras längs topografin i landskapsrummets närskala. I övrigt bör kustens överordnade riktning bestämma en grupps orientering.

10. Övrig kust



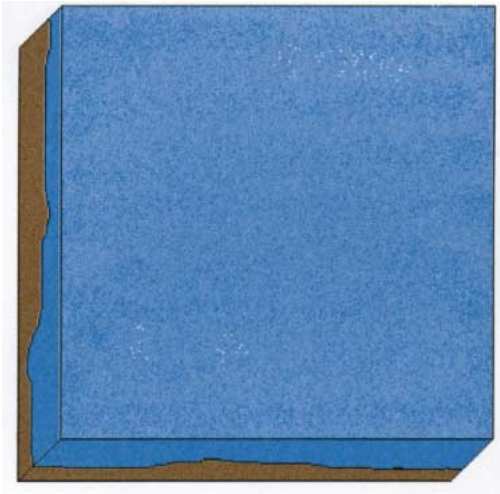
Landskapets principiella uppbyggnad avseende topografi och slutenhet/öppenhet i grungtyp 10

Denna typ dominerar i Skåne, Halland, Öland och Gotland. Öppenheten varierar mycket mellan öppet, skogsklätt och bebyggt, ofta med fritidsbebyggelse. Denna relativt flacka kust låter inte sig inordnas under grundtyp 9, 10 eller 6. Landskapet är ofta svagt sluttande mot havet och nivåförhållandena varierar mellan $+0$ till ca $+10$ m.ö.h. Marken består huvudsakligen av sediment, men kalkbergsplatå på Öland och Gotland. Landskapet har ofta en tydlig riktningssverkan mot havet genom främst ägo- och brukningsgränser. Vegetationen består företrädesvis av lövträd, men i vissa partier finns tallskog på väst- och sydkusten i form av planterade skyddsskogar mot sanddrift, vilka planterades på senare delen av 1800-talet.

Förutsättningar för placering/utformning

Vindkraftverk förekommer i Sverige för närvarande endast på ett fåtal platser inom landskapstypen bortsett från Öland och Gotland. I Danmark, Tyskland och Holland är det vanligt med kustlokalisering. I kustbandet torde rekommenderas att vindkraftverken placeras i linje längs kusten. Gruppering i kortare rader vinkelrätt mot kusten kan passa bättre där markägomönster, vägar eller ägo- och brukningsgränser, ner mot havet är tydliga, samt där rekreationsintressena är särskilt uttalade.

11. Hav och större insjö



Landskapets principiella uppbyggnad avseende topografi och slutenhet/öppenhet i grundtyp 11

Detta landskap, "havslandskapet", har en bestämd riktning i bakomvarande horisontlinje. Som regel finns det anläggningar bebyggelse, industriverksamhet etc på angränsande land vilket ger en kulisseeffekt på avstånd på upp till 1,5 - 2 mil. Jämför avståndet Skåne - Själland. Det som bestämmer den visuella påverkan är framförallt avståndet till vistelsepunkter på land. Ligger vindkraftetableringen närmare än ca 5 km blir anläggningen tydlig. På längre avstånd 8-10 km bleknar intrycket bort i varierande grad beroende på väderleks- och ljusförhållanden. Det visuella intrycket av vindkraftetableringar till havs bestäms också av närheten till frekventerade farleder. Havets fria horisont har ett symbolvärde.

Förutsättningar för placering/utformning

Till havs grupperas vindkraftsparker med fördel i regelbunden formation/gitter. Om antalet vindkraftverk väsentligt överstiger 20 har det sannolikt liten betydelse om man tillämpar fri gruppering eller gitter. Ingreppet i det fria havets symbolverkan kan vara påtagligt. Vindkraftetablering inom innanhav ger från land som regel en mindre visuell påverkan än lokalisering till det öppna havet. Vindkraftverken relateras till den kuliss som bakomvarande land bildar. Den fria horisonten som finns i det öppna havet saknas. Vindkraftsparker och stora grupper är möjliga. Höga vindkraftverk torde i allmänhet vara möjliga, men bör studeras i relation till bakomvarande landkuliss.

12. Tät bebyggelse



Landskapets principiella uppbyggnad avseende topografi och slutenhet/öppenhet i grundtyp 12



Översiktligt förekomsten av grundtyp 12 i vindintressanta regioner

Tät bebyggelse är ingen enhetlig landskapstyp. Urbana områden är av naturliga skäl sällan aktuella för vindkraft. De har tagits med främst av karteringstekniska skäl när de är mer än 25 km².

Industripräglade områden anses ofta lämpliga för vindkraft. Ett exempel - se bilaga 1 - på detta är Lund där en linje av tre vindkraftverk står ”framför” Lunds västra industriområde. Gruppen bedöms passa ihop med den bakomliggande verksamhetspräglade stadskanten.

Ett annat exempel är området SO om Halmstad. Där samspelar tre aggregat i linje väl med industrianläggningen Pilkington. Det är en ”ung” landskapsbild präglad av landskapsåtgärder i anslutning till vägbyggnad och våtmarker.

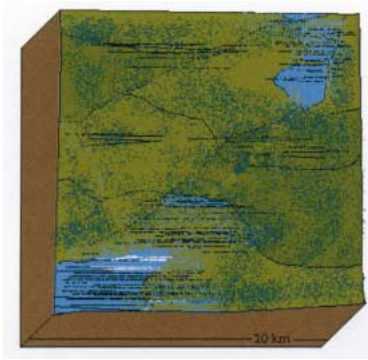
Man måste vid lokalisering nära en tätortskant vara observant på stadens karaktäristiska siluett av äldre byggnadselement, t.ex. kyrktorn, hustak och speciella byggnader.

Förutsättningar för placering/utformning

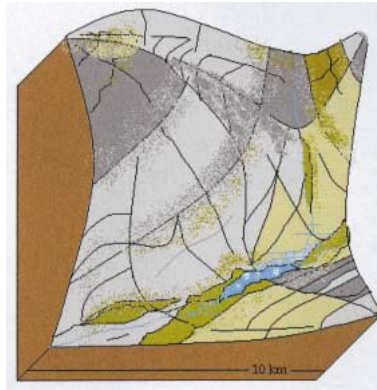
En jämn linje kan fås att samspela med linjespelet i en för övrigt industripräglad tätortskant. Vindkraften kan också samspela med andra landskapskaraktärer som tillhör sena förlopp av landskapsförändringar. Man bör se upp så inte vindkraftverken konkurrerar med äldre karaktäristisk stadssiluett.

4. Grundtyper i Norrland

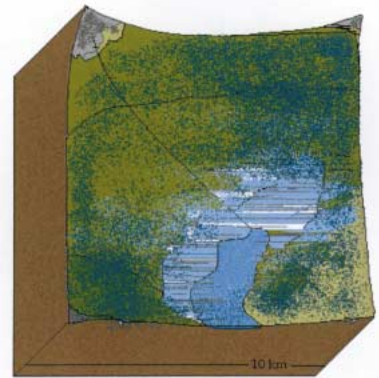
Norrlands vindintressanta områden har delats in i grundtyper, men inom studien har inte funnits utrymme att kartera och ingående kontrollera dessa. Därför kan vid senare fördjupade studier eventuellt ytterligare grundtyper bli aktuella att särskilja. Eftersom norrländska exempel inte finns med bland de redovisade fältstudierna i bilaga 1 diskuteras i stället de norrländska grundtyperna relativt omfattande i detta kapitel.



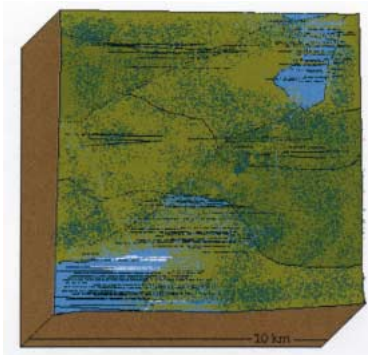
13. Högfjällsterräng



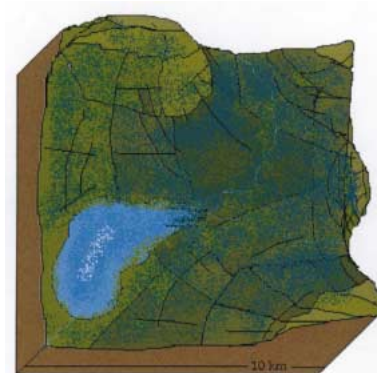
14. Lågfjällsterräng



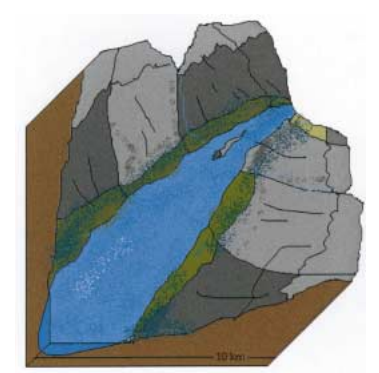
15. Förfjällsterräng



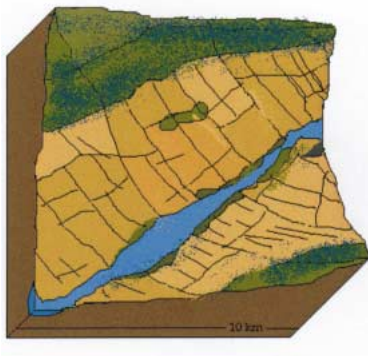
16. fjällsplätt/platå



17. Bergkullsterräng



18. Djupa dalgångar



19. Uppodlad älvdal

13. Högfjällsterräng



Landskapets principiella uppbyggnad avseende topografi och slutenhet/öppenhet i grundtyp 13

Högfjäll förekommer utefter hela fjällkedjan från norra delarna av Kopparbergs län till nordvästra Norrbotten. Med högfjäll menas här det dramatiska och omväxlande kala bergslandskapet som är mycket högt beläget och ofta tydligt exponerat mot omgivningen på många mils avstånd. En tydlig eller signifikant landskapsform är ganska svår att urskilja, bergsmassiven är ihopsatta av flera olika typer av karaktäristiska utseenden som samverkar. Enligt gängse definition är högfjäll ett bergsområde som är beläget högre än 1200 m över havet, d.v.s. en bra bit ovanför trädgränsen, och dessutom täckt med snö under en större del av året. Högfjällen övergår alltid i de lägre partierna till lågfjäll, en tydlig gräns är svår att utläsa. Den mest iögonfallande egenskapen för högfjällen är de vassa kammarna och de snöklädda topparna grupperade i sammanhållna bergsmassiv ständigt genomkorsat av mer eller mindre djupa dalgångar av U-dalskaraktär. Inom högfjällsregionen förekommer också plana platåer och mjukt formade sluttningar. En annan förekommande form är *sadeln*, den liggande halvcirkelformade öppningen mellan två bergsryggar utvecklade av inlandsisens skrapningar.

I högfjällsområdena finns normalt ingen bebyggelse och den mänskliga påverkan är ringa, endast spår knutet till rennäring och turism kan förekomma. På vissa av topparna kan radio- och telemaster var placerade liksom en eller annan liftanläggning i anslutning till skidorterna.



Högfjäll med platåer. Foto: Claes Grundsten

Exempel på lokalisering Sverige saknar idag vindkraftverk i det som här menas med högfjäll, det närmaste man kan komma en sådan situation är intill sjön Akkajaure mellan Kebenekajse och Sarek i Norrbottens fjällvärld, ett kraftverk visserligen beläget i dalgången mellan två högfjällsmassiv men ändå intressant på det sättet att det ger oss en möjlighet att studera en del av problematiken som kan uppstå i liknande situationer. Verket är ett experimentverk. I en ”riktig” kommersiell situation är det mest sannolika att en etablering måste vara stor eller mycket stor för att bära sina höga initialkostnader. Vad bilden framförallt förmedlar är ett möte mellan kultur/människa och natur. Fjället är natur och kraftverket är teknik. Mötet är ogenerat och direkt, företeelserna förtydligar varandra. Om intrycket är positivt eller negativt beror helt på vilka förväntningar man har. Vad som är säkert är att kontrasterna är slående. Det som förenar är vinden. Se bild nästa sida.

Förutsättningar för placering/lokalisering

I Högfjällslandskapet blåser kraftiga men oberäknliga vindar p.g.a. den extrema topografin, den ojämna terrängen bryter sönder luftströmmarna med turbulens som följd. Med anledning av det är det endast ett fåtal platser som är lämpliga för vindkraft, det faktum att etableringen bör vara stor gör att antalet lämpliga områden blir ännu färre. I det sammanhanget känns det mer relevant att tala om en större station eller ett sammanhängande område med vindkraft där anläggningens storformer och dess dialog med omgivningen utgör den estetiska utmaningen snarare än varje enskilt verks storlek, placering eller inbördes placering inom gruppen. Och inte heller känns det särskilt fruktbart att i detta storskaliga sammanhang diskutera kring olika former av linjestrukturer, snarare i form av ytor eller fält bestående av en stor mängd kraftverk. Som utgångspunkt för gestaltningen av dessa fält kan man t.ex. utgå från fjällets egen formvärld som ju till stor del har sitt ursprung i alla de erosionsbundna processer som hela tiden verkar på fjällytorna. Glaciärer, stenströmmar, blockhav och tallusbranter är alla ett uttryck för detta och den gemensamma formen är likt lavinen formad som ett skred med en konvex front och en bakomliggande volym. Detta är ett exempel på hur man skulle kunna resonera kring den yttre formen på en tänkt station, ett annat är att ge anläggningen ett mer offensivt utseende i form av tydliga geometriska former som klart särskiljer sig från omgivningen. Fjällvärdens eget formspråk kan på så sätt bli ännu tydligare och intrycket av anläggningen som en ”tillfällig gäst” i landskapet kan poängteras.

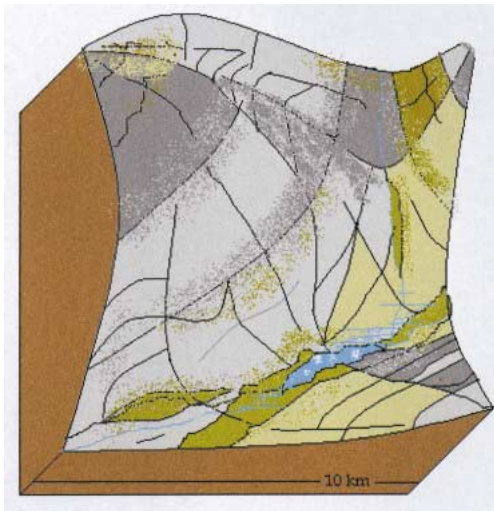
Vad som även bör studeras är vilka effekter som uppstår på avstånd i form av ren påverkan men också som skalförskjutningar och olika perspektiviska effekter. Kan avsikten med

gestaltningen, färgval etc förstås och spelar den överhuvudtaget någon roll i ett större sammanhang?

Det är naturligtvis svårt att dra generella slutsatser vad gäller lämplig form för vindkraftverk i ett så komplext landskap med så omväxlande landskapssituationer. En gestaltning måste i grunden utgå från platsen och platsens karaktär samt naturligtvis de speciella förutsättningar som tekniken fordrar. Gestaltning kan också handla om att vilja tillföra något utöver de vanliga kvaliteterna som landskapsanpassning och teknisk funktion. Fjällens formvärld och storslagenhet har sedan lång tid tillbaka kittlat våra sinnen och lockat till konstnärliga gärningar. I fjällvärlden bör det därför finnas mentalt och fysiskt utrymme att arbeta med andra uttrycksätt än de traditionella som har varit rådande för vindkraftverk. Exempel på sådana uttrycksätt kan vara att arbeta med geometriska figurer, grupper, bågar eller mönstereffekter, likaså bör det finnas stora möjligheter att utveckla idéer med färgsättning, för att anpassa eller för att skapa ett unikt egenvärde åt anläggningen.



14. Lågfällsterräng



Landskapets principiella uppbyggnad avseende topografi och slutenhet/öppenhet i grundtyp 14

Lågfjäll föregår alltid högfjäll utefter hela fjällkedjan från söder till norr. I öster övergår lågfjällen successivt och ganska obemärkt till förfjällsregionen. Enligt vedertagen definition är lågfjäll fjäll som tar vid där björkskogen slutar vid ca 700 meters höjd över havet, uppåt begränsas de av högfjällen på ca 1200 m höjd. Lågfjällen är vanligtvis mer rundade än högfjällen, typiskt är de böljande fjällslätterna med restbergen. Den relativa höjdskillnaden eller brutenheten är inte alls så dramatisk som i högfjällen. Mellan fjällen i dalgångarna finns skålformade rum, ofta med myrar eller mindre fjällsjöar i centrum. Lågfjälls-zonen är mestadels oexploaterad, människans påverkan är mycket begränsad. Kring vissa fjällmassiv finns dock större turistanläggningar i form av hotell, skidbyar och slalombackar.

Förutsättningar för placering/gruppering

Med lågfjäll menas rundade bergsformer utan träd, alltså en öppen och högt belägen terräng med markant exponering. Vindkraftverk i det sammanhanget blir tydliga. De går inte att dölja. Det är en viktig utgångspunkt. Att gestalta det mötet mellan teknik med sin givna form och storslagen natur ställer speciella krav på samma sätt som för högfjällsterräng. Man kan i första hand anta att en sådan etablering bör vara stor och effektiv, av ekonomiska skäl men också för att motivera intrånget i tidigare opåverkad natur. Det storskaliga fjällskapet medger generellt storskaliga lösningar i dignitet med landskapet själv, både vad gäller höjd på verk och skala på etablering. Det är så vad vi förväntar oss. Vad gäller formen eller utseendet på stationen kan man formulera nycklar för en estetiskt godtagbar lösning. Det första handlar om från vilket håll, från vilka vinklar stationen kommer att uppfattas och på vilket sätt? Från en bil på en väg i rörelse eller stillastående från en plats. Man kan jämföra med de överväganden

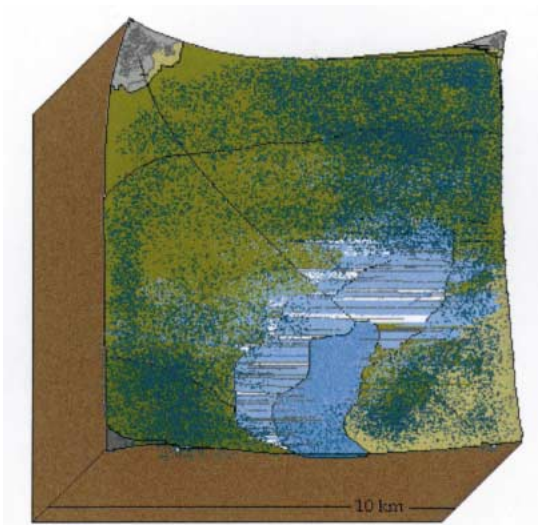
som föregår stora broars placering i landskapet, där man ju ofta arbetar med hur man nalkas brospannet, resultatet är ofta snett från sidan -för att förhöja upplevelsen. Likaså lägger man stor vikt vid var rastplatser placeras i förhållande till bron, naturligtvis där upplevelsen av bron blir så bra som möjligt. Den yttre formen och dess placering är alltså viktig. Ett antal vindkraftverk medger inte särskilt många formalternativ och de mer komplexa formerna kan inte heller uppfattas. Grundregeln är alltså enkla lättlästa former med genomtänkt placering.

Vad man har som utgångspunkt i lågfjällen är mjuka runda konturer i alla dimensioner, vågrörelser och ständiga höjdskillnader, en dynamisk verklighet. Bågformen erbjuder enkla lösningar att möta fjällformer på ett tydligt sätt, den stora fördelen ligger i att kraftverk kan placeras på samma höjdkurva utan störande nivåskillnader. Kring högfjällen diskuteras möjligheter att arbeta med många vindkraftverk som fält eller stora sammanhängande ytor. I vissa situationer betingade av platsens utseende kan det också vara en lösning i lågfjällen, för att det temat skall fungera krävs stora homogena ytor.

Vilken lösning som är bäst ur landskapssynpunkt måste bedömas ur ett övergripande perspektiv eftersom olika landskapstyper är så intimt sammanflätade med varandra. En åtgärd på en plats ger effekter på stora områden runt omkring.



15. Förfjällsterräng *forts bilaga 10*



Landskapets principiella uppbyggnad avseende topografi och slutenhet/öppenhet i grundtyp 15

I en smal zon mellan lågfjällen och den nedanför liggande s.k. bergkullterrängen återfinns en formvärld som påminner mycket om lågfjällen fast ytorna är skogsklädda. Profilen är dock flackare och uppstickande restberg i kombination med stora myrmarker och sjöar är karaktärsskapande för landskapstypen. Med förfjäll menas här i första hand de exponerade landskapsutsnitt som är betingade av kombinationen mellan stora flacka ytor eller sjöar och plötsligt uppstickande höjdparter. Höjdpartierna kan här bestå av restberg eller moränformer skapade av inlandsisen.

Det bör påpekas att gränserna till närliggande landskapstyper är mycket flytande och på gränsen till omöjliga att urskilja i terrängen, den följande diskussionen behandlar därför snarare ett fenomen än ett tydligt definierat landskapsområde.

Förutsättningar för placering/lokalisering

Kring de öppna ytorna får vindarna fart, mjukt rundade höjdlägen i anslutning till dessa kan därför vara tänkbara för vindkraft. Att landskapet till övervägande del är skogsklätt kan innebära att de siktavgränsande elementen är många, förutsatt att man inte befinner sig på en höjd eller i anslutning till en sjö eller större myrmark. Trots det bör man alltid utgå ifrån att en vindkraftsanläggning syns och det på stora avstånd. Liksom på kalfjället gäller det därför att försöka skapa lättlästa och enkla former eller strukturer, färre stora verk kan med fördel användas framför många små, landskapets skala medger generellt det. I de fall där vindkraft planeras på en höjd är man mycket begränsad till den specifika ytan och möjligheterna att hitta bra placeringar är begränsade. Trots det bör man sträva efter en inre logik i gruppen,

gärna relaterad till platsens egenskaper i form av topografi, linjeföring etc. En sådan strävan kan innebära eftergifter vad gäller driftsekonomi. Kring de solitärt uppstickande restbergen uppstår också en ny typ av problematik. Deras suveräna ställning i landskapet som ”domanter” kan lätt förtas om kraftverk fullständigt tillåts dominera, med respekt för bergets egenart bör man därför undvika placeringar högst uppe på toppen. På moränryggar och liknande är möjligheterna att gestalta också begränsade. Där bör det handla om att skapa en lättläst form. Skalan eller storleken på kraftverken bör i första hand relateras till höjden där de placeras. Höga verk kan lätt förringa ett bergs position i landskapet. I och med de speciella förutsättningar som gäller i landskapstyper som denna med flacka ytor och uppstickande toppar öppnar sig nya möjligheter att låta vindkraft föra en dialog med landskapet, t.ex. kan övergången från slätt till sluttning synliggöras eller dramatiseras med ett antal kraftverk i parallella rader där den bakre raden står på en högre höjd än den främre. Färgvalet kan också relateras till höjdens färgspektra, för att anpassa eller för att särskilja anläggningen ännu mer.

