

SPÅRBAR TID OCH FREKVENNS

PERFEKT TAJMAT

Dokumentkontroll

Dokumentinformation & säkerhet

Uppgjord av	Faktaansvarig	Dokumentansvarig
Amel	Amel	Maria Häll

Säkerhetsklass	Filnamn
Öppen	070820-Perfekt_tajmat-B.doc

Godkänd av

Datum	Namn	Roll

Revisioner

Datum	Version	Namn	Beskrivning
2007-03-04	PA1	Amel	Utkast
2007-03-15	PA2	Amel	Utkast
2007-04-01	PA3	Amel	Utkast
2007-04-11	PA4	Amel	Utkast – referensgruppsmöte
2007-04-19	PA5	Amel	Inarbetat kommentarer och text fr PL + HN
2007-05-02	PA6	Amel/MH	Omarbetning/komplettering inför stora utredningens möte, inarbetat kommentarer fr. Paf, Jonny och ett stort bidrag från Håkan
2007-05-13	PA7	Amel	Kompletteringar från PL, HN, Paf m.fl.
2007-05-15	PA8	Amel	Version för utskick till referensgruppen
2007-05-30	PA9	Amel	Ny version efter referensgruppsmöte
2007-06-11	A	Amel	Slutversion
2007-08-01	PB1	Amel/MH	Omarbetningar efter synpunkter fr utredaren
2007-08-19	B	Amel	Slutversion

Innehållsförteckning

1.1	Detta dokument	4
1.2	Förkortningar & ordförklaring	4
1.3	Referenser	5
1.4	Typsnitt	5
1.5	Om referensgruppen	5
2	Sammanfattning av slutsatser och förslag	6
3	Utredningsuppdraget	11
3.1	Avgränsningar och förutsättningar	11
4	Problembeskrivning	13
4.1	Generella behov av tid- och frekvenssynkronisering	13
4.2	Användare och deras krav på tid och frekvens	14
4.3	Framtida förväntningar för utvecklingen av behov och krav	15
4.4	Konsekvenser och problem	17
5	Tidigare utredningar	20
6	Internationella förhållanden	21
7	Nulägesbeskrivning och utblick	23
7.1	Definition av tid	23
7.2	Produktion av tid och frekvens	23
7.3	Distribution av tid och frekvens	25
7.4	FoU avseende tid och frekvens	27
7.5	Ansvar och befogenhet över området tid och frekvens	29
8	Utvecklingsplan för nationell tid och frekvens	31
8.1	Strategi och utvecklingsplan för kommande 5 år	31
9	Organisation och ansvar	33
9.1	Krav på tid och frekvens	33
9.2	Ansvarsfördelning för tidsproduktion	34
9.3	Ansvarsfördelning för tidsdistribution	34
9.4	Aktörer och ansvarsfördelning	34
10	Finansiering	37
10.1	Finansiering av produktion	37
10.2	Finansiering av distribution	38
10.3	Finansiering av FoU	39

Figurförteckning

Figur 1: Modell för kontinuerlig och långsiktig finansiering.....	9
Figur 2: Sammanfattning av referensgruppens beräkning av finansieringsbehov för Alt 1, Alt 2, resp Alt 3.	10
Figur 3: Graf som visar behovet av tidsnoggrannhet bland medlemmarna i ISOC-SE.....	14
Figur 4: Satsningar på tid och frekvens – jämförelse med andra länder....	22
Figur 5: Verksamhetsöversikt över områdena produktion, distribution av tid och frekvens samt därtill hörande kompetensmedel för FoU - Modell för kontinuerlig och långsiktig finansiering	37
Figur 6: Sammanfattning av referensgruppens förslag för finansiering av Produktion respektive Distribution av tid och frekvens samt därtill knuten FoU.	40

1.1 Detta dokument

Dokumentet är en rapport om tid och frekvens skriven på uppdrag av Utredningen om legal metrologi, tid och frekvens samt riksmätplatser (N 2006:14).

1.2 Förkortningar & ordförklaring

BIPM	Bureau International des Poids et Mesures
Gallileo	Europeisk GPS-kopia
GLONASS	GLObalnaya NAVigatsionnaya Sputnikovaya Sistema
GNSS	Global Navigation Satellite System, t.ex. GPS, Gallileo och Glonass
GPS	Global Positioning System
IERS	International Earth Rotation and Reference Systems Service
NETNOD	Netnod Internet Exchange i Sverige AB
NTP	Network Time Protocol
OSO	Onsala Rymdobservatorium (Onsala Space Observatory)
PSTN	Public Switched Telephone Network
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
SP	Sveriges Tekniska Forskningsinstitut
STUPI	Svensk Teleutveckling och ProduktInnovation AB
SUNET	Swedish University Computer Network (Svenska universitetsdatanätet)
SWEDAC	Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll
TAI	Temps Atomique International
UTC	Universal Time Coordinated

1.3 Referenser

- [1] Direktiv 2006:106
- [2] Korrekt tid och säker tidsangivning för robustare elektroniska kommunikationer (PTS-ER:2005:32).
- [3] Svenska delen av Internet - Struktur, säkerhet och regler (Statskontoret 1997:18)
- [4] Sammanhållen strategi för samhällets IT-säkerhet (Statskontoret 1998:18)
- [5] Proposition 1999/2000:86, Ett informationssamhälle för alla

1.4 Typsnitt

I detta dokument används följande typsnitt:

- Liten fetstil** Används för biblioteksstruktur, filnamn samt in- och utmatningar.
- STORA BOKSTÄVER** Datornamn skrivs alltid med stora bokstäver.

1.5 Om referensgruppen

Utredningen om legal metrologi, tid och frekvens samt riksmätplatser (N 2006:14) har i uppdrag bl.a. att analysera och föreslå dels vem som bör ha samordnings- och/eller huvudansvar för spårbar tid och frekvens i Sverige, dels vem/vilka som bör ha ansvar för produktion, distribution och tillhandahållande av spårbar tid och frekvens.

Som grund för sitt arbete har utredningen uppdragit åt utredningens sakkunniga Maria Häll att ta fram ett underlag avseende de frågor om tid och frekvens som anges i utredningens direktiv. Maria Hälls arbete har bedrivits i två steg. Först hölls en hearing med ett 20-tal intressenter inom området, representerande såväl näringsliv som berörda myndigheter. En mindre referensgrupp tillsattes därefter och arbetade vidare med frågorna utgående från vad som framkom vid hearingen.

I referensgruppen, som formellt står som författare av denna rapport, har följande personer ingått: Maria Häll, Näringsdepartementet; Jonny Nilsson, Post- och Telestyrelsen; Erik Wedin, Post- och Telestyrelsen, Håkan Nilsson, SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut; Patrik Fältström, Cisco; Kurt-Erik Lindqvist, Netnod samt Peter Löthberg, STUPI.

Som stöd i referensgruppens arbete har två konsulter anlåtats. Dels Anne-Marie Eklund-Löwinder (.SE, Stiftelsen för Internetinfrastruktur) dels Lars Björkman (TietoEnator). Anne-Marie är den som har skrivit rapporten medan Lars uppdrag begränsats till att bidra med underlag insamlat genom intervjuer med myndighetsföreträdare beträffande myndigheters användning av tid och frekvens.

Referensgruppen har hållit tre sammanträden.

2 Sammanfattning av slutsatser och förslag

Det är viktigt med egen produktion av tid och frekvens i Sverige.

Det är viktigt att det finns en riksmätplats för tid och frekvens i Sverige.

Det är viktigt att olika tidsangivelser anges enligt samma tidsskala.

Det krävs ett långsiktigt åtagande och löpande resurstilldelning för att upprätthålla funktionen tid och frekvens hos en riksmätplats för tid och frekvens i Sverige.

Referensgruppen har kommit till slutsatsen att Sverige behöver ha egen kapacitet att utveckla, upprätthålla och slutligen driva funktion och system för produktion och distribution av spårbar tid och frekvens.

Att korrekt och spårbar tid är tillgänglig och sprids på ett stabilt sätt och används i Sverige är en förutsättning för ett högteknologiskt informationssamhälles förmåga att fungera såväl i vardagslag som vid svåra påfrestningar. Detta leder till ett behov av att dels ha ett nationellt uthålligt och robust system för tid- och frekvenssynkronisering, dels genomföra åtgärder för att minska Sveriges stora beroende av GNSS, eller andra för störningar känsliga radiobaserade system för sådan synkronisering, som i dag finns. System som i huvudsak behärskas av en annan nation.

Tillgång till en korrekt och internationellt spårbar tidhållning i Sverige med hög och väl dokumenterad kvalitet är en viktig gemensam resurs i samhället som staten bör ha ett ansvar för att bidra till att tillhandahålla.

Att tillhandahålla spårbar tid för den svenska delen av Internet utgör en del av Internets infrastruktur och bör enligt referensgruppens mening vara en allmän nytthet tillgänglig för alla Internetanvändare.

Det måste göras mer allmänt känt att spårbar tid kan hämtas över Internet med tekniken Network Time Protocol (NTP) från atomur vid de större nationella knutpunkterna för Internet. **PTS bör få i uppdrag att utarbeta ett vägledningsdokument** som klargör hur en användare kan få tillgång till spårbar tid, vad den ska användas till och varför.

En rekommendation bör utarbetas av regeringen att endast tidskällor med säkerställd spårbarhet och robusthet ska komma i fråga för användning som primärkälla t.ex. för samhällsviktiga funktioner och e-förvaltning. Dessa primärkällors tidsangivelser bör dessutom vara signerade så att användaren kan säkerställa att tiden kommer från en korrekt källa. NTP är i de flesta tillämpningar det mest effektiva sättet att styra upp och synkronisera en tidsskala i ett datorsystem, då någon ytterligare hårdvara inte behöver anskaffas och drivas av användaren.

Liksom i dag bör SP fortsatt ha ansvar för att realisera en sekund och koppla denna till den internationella tidsskalan UTC, för att övervaka kvalitet och spårbarhet till användare samt för att leda forskningen inom detta område. Atomklockor för den nationella tidsskalan bör finnas utspridda på lämpliga platser i Sverige för att se till att SP inte blir en *single point of failure* som tidskälla. Redundans skapas genom att det ska finnas minst två kopplingar mot UTC från Sverige, placerade på geografiskt åtskilda platser i landet, där den ena är SP.

Ur robusthetssynpunkt är det nödvändigt att minska beroendet av radiobaserade metoder t.ex. genom att utnyttja den befintliga infrastrukturen för Internet och åstadkomma överföring av tid och frekvens parallellt med ordinarie trafik på nätet. En sådan metod bidrar till att motverka risken för riktade attacker mot distribution av tid och frekvens. Att utveckla en sådan metod men också att utveckla tekniken i övrigt i takt med behoven kräver att det finns dels finansiella resurser att bedriva verksamheten som sådan, dels forskning och utveckling inom området.

Därför bör SP enligt referensgruppens uppfattning ha ansvar för produktion av och utgöra riksmätplats för tid och frekvens i Sverige enligt den modell som finns idag.

PTS bör enligt referensgruppen ha myndighetsansvar för distribution av tid och frekvens till den svenska infrastrukturen för elektroniska kommunikationer samt för forskning och utveckling inom detta område.

Det måste finnas både kompetens och ekonomiska resurser för att driva var och en av delarna produktion, distribution samt forskning och utveckling i Sverige.

Sektorsansvariga myndigheter bör enligt referensgruppen bära ansvaret för att formulera krav på användning av spårbar tid och frekvens med den noggrannhet som krävs med hänsyn till verksamheten och de behov som finns i respektive sektor.

De resurser Sverige skapar för den svenska tidsskalan skall aktivt göras tillgängliga för Försvarsmakten för användning vid internationella insatser inom EU, NATO och FN samt för system inom Sverige.

För att medverka till att alla resurser inom Sverige tas tillvara på ett så effektivt sätt som möjligt samt för att skapa redundans och mångfald i tekniklösningar skall SP och PTS också verka för ett samarbete mellan den privata och offentliga sektorn.

Enligt referensgruppens bedömning finns det tre alternativa ambitionsnivåer för verksamheter inom tid och frekvens i Sverige. Samtliga ambitionsnivåer är kopplade till de behov som gruppen ser framför sig men beroende på vilken ambitionsnivå man väljer kommer det att få långtgående konsekvenser för Sveriges framtida möjligheter att möta teknikutvecklingen inom området, då kompetens och internationellt samarbete är verksamheter som tar lång tid att bygga upp eller i värsta fall återskapa.

De tre ambitionsnivåerna är kopplade till varandra på så sätt att alternativ 1 är en miniminivå och alternativ 2 motiveras av den behovsutveckling som referensgruppen ser framför sig. Ambitionsnivån i alternativ 3 placerar Sverige och området till en internationellt framstående nivå och är en naturlig och önskvärd följd av de två första nivåerna.

Referensgruppen betraktar alternativ 1 som en miniminivå. En ambitionsnivå lägre än alternativ 1 innebär enligt referensgruppens mening att Sverige i praktiken förlorar sin förmåga att tillhandahålla korrekt tid till svenska användare i takt med informationssamhällets behov.

Referensgruppen anser att tid och frekvens är en mycket viktig komponent i det svenska IT-samhället och att många samhällsfunktioner kommer att vara beroende av "rätt" tid och att resursen för att tillhandahålla tid för elektroniska system därmed ska vara en del av samhällets infrastruktur. Målsättningen ska vara att vi inom landet ska ha kompetens som innebär att vi kan utveckla, bygga och driva ett system för tid och frekvens som kan säkerställa tillgänglighet och behov av noggrannhet så att försök att manipulera eller slå ut systemet för produktion och distribution av tid ska vara så resurskrävande att möjligheten inte utgör något hot.

2.1.1 Nuvarande nivå (Alt. 1)

Med alternativ 1 lägger vi officiellt fast nuvarande nivå som innebär att vi bibehåller dagens verksamhet med tidsfabriker vid SP, Stupi samt OSO och distribution till tre samlingspunkter för elektroniska kommunikationer, med en begränsad forskning inom framför allt området tidsöverföring och GNSS-teknik.

Ur ekonomisk synvinkel innebär alternativ 1 en något högre årlig kostnad jämfört med nuvarande nivå på 800 kSEK som förklaras av att deltagande organisationer som Stupi, OSO och Netnod måste få rimlig ersättning för de driftkostnader som kan knytas till tid- och frekvensverksamheten, något som de så här långt inte har fått. Den stora förändringen är annars att verksamhet som finansierats med tidsbegränsade medel kan "omvandlas" till en mer långsiktig finansieringsform.

Den kompetens som har byggts upp och den verksamhet som pågår vid PTS, SP, Netnod, Sunet, Stupi och OSO kan fortgå i dagens omfattning med en tryggad långsiktig finansiering för drift och underhåll.

Den avgörande kompetensuppbyggnaden och därtill hörande tekniskt arbete har hittills till stor del finansierats med hjälp av tidsbegränsade projekt på mellan 1-3 år med medel från olika forskningsfinansiärer. En nackdel med detta är den osäkerhet som det innebär för att utveckla och behålla kompetens.

Jämfört med i dag innebär också alternativet att reparationer eller utbyte av atomklockor kan ske på ett planerat sätt då dessas livslängd med bibehållande av maximal prestanda är typiskt

mellan 5-6 år. Det innebär också att de klocksysteM som finns placerade i knutpunkterna för elektroniska kommunikationer kan uppgraderas och i erforderlig omfattning ersättas med ny utrustning då existerande utrustning är för gammal.

Nödvändigheten av en hållbar lösning ska ses mot bakgrund av att den i dag största finansören, PTS, med de ändringar i myndighetens finansiering som aviserats, inte kommer att kunna stödja projekt inom robust tid och frekvens framöver.

2.1.2 Utökad produktion och infrastruktur (Alt. 2)

Alternativ 2 är en något högre ambitionsnivå som innebär att vi utökar dagens verksamhet på SP, Stupi och OSO med ytterligare en fullt utrustad "tidsfabrik" till totalt fyra platser i landet och distribution till minst åtta knutpunkter för elektroniska kommunikationer. Den nya tidsfabriken bör etableras i ett skyddat utrymme anvisat av PTS. Målsättningen är att kunna skapa tidsöverföringsmekanismer mellan dessa 12 punkter utan att vara beroende av vare sig radioburna system som satelliter eller resurser utanför svensk kontroll.

Syftet med de tre existerande tidslaboratorierna vid SP, Stupi och OSO är att vara tidsfabriker men där bedrivs samtidigt en FoU-verksamhet för att bl.a. utveckla och bygga nya system. De tre tidslaboratorierna har system för tillträdesskydd men är samtidigt ordinarie arbetsplatser för berörd personal. Att förlägga en fjärde tidsfabrik i ett skyddsklassat utrymme på liknande sätt som de mest väsentliga distributionsnoderna vid sammankopplingspunkter för elektroniska kommunikationer bedömer referensgruppen som väsentligt med tanke på betydelsen av tid för informationssystemet, det fysiska skyddet, närheten till de centrala transmissionsnäten för elektronisk kommunikation, förmågan att kunna svara mot de framtida behoven samt förmågan att möta riskerna för angrepp mot systemet. Att öka skyddsklassen för något eller några av de befintliga tidslaboratorierna tillika arbetsplatserna till samma nivå som för distributionsnoderna är inte rimligt. Att etablera en fjärde tidsfabrik i en befintlig skyddad sammankopplingspunkt där flera av de viktigaste användarna/distributörerna finns är mer kostnadseffektivt. En sådan placering av en fjärde tidsfabrik skapar dessutom bättre redundans och därmed robusthet att motstå såväl logiska som fysiska attacker.

I Sverige finns ett antal väl skyddade knutpunkter för elektronisk kommunikation. I dessa finns distributionsnoder, servrar m.m. för operatörer som har väsentlig inverkan och betydelse för näten för elektronisk kommunikation. I de skyddade knutpunkterna utbyter operatörerna olika typer av trafik. Knutpunkterna är i fredstid inte bemannade men kan i händelse av kris bemannas med personal från de olika operatörerna.

Referensgruppens bedömning är att betydelsen och behovet av robust tid kommer att öka väsentligt under kommande år och inom detta alternativ ryms därmed också en utbyggnad av antalet "centraler" för tidsdistribution.

På denna nivå ryms även ett utökat samarbete med industrin inom segmentet rymd-GNSS samt med universitet och högskolor inom framför allt Internettekniker för distribution av tid.

2.1.3 FoU och infrastruktur på IT-nationsnivå (Alt. 3)

Alternativ 3 innebär en ambitionsnivå där Sverige intar en tätposition inom området. Referensgruppen har uppfattningen att med en högre ambitionsnivå ligger svensk forskning och utveckling i internationell framkant när det gäller utveckling av primärklockor och tidsöverföring och denna ambitionsnivå är helt i linje med uttalade mål för Sverige och den europeiska gemenskapen. En ambitionsnivå enligt alternativ 3 bidrar till att attrahera forskare så att vi dels kan behålla dem vi har i Sverige, dels attrahera forskare från andra delar av världen och därmed långsiktigt gynna forskning, innovation och Sveriges konkurrenskraft.

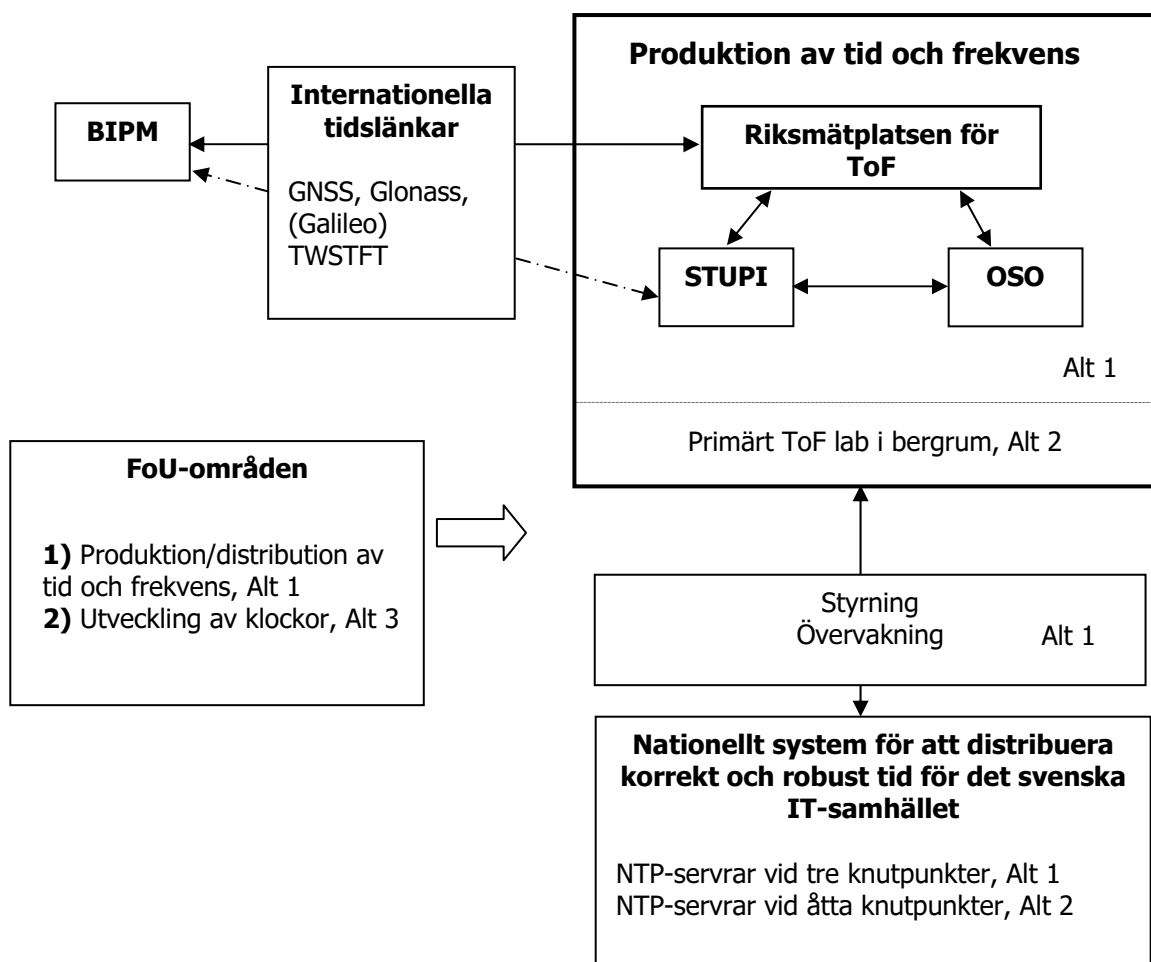
Svenska politiker har med stor enighet och under många år strävat efter att Sverige ska inta en position som världsledande IT-nation och framhållit att detta är viktigt för att hela Sverige ska utvecklas och kunna leva. Sveriges position som ledande IT-nation är ur ett internationellt perspektiv värdefull och viktig att arbeta för att behålla. Detta kräver en prioritering av de insatser som kan och bör göras. Målsättningen förstärks av att vi i Sverige inom några områden också har en internationellt framstående industri inom IT-området.

Ett delmål är att inleda forskning och utveckling av primärklockor på olika nivåer av noggrannhet till tidsfabrikerna och distributionspunkterna som nämns i 2.1.2. Med en sådan

ambitionsnivå finns det kompetens och resurser för att utveckla metoder att verifiera och loggföra lokala GNSS-baserade tidsgivare som olika användare har för sitt interna behov. Ambitionsnivån innebär att teknik som ligger nära grundforskning inom framför allt optoelektronik och som i flera fall finns vid några av landets högskolor ska utvecklas till fungerande och robusta klockenheter. Vidare skulle Sverige och svenskt kunnande på detta område bli en mycket attraktiv samarbetspartner för projekt inom EU inom detta såväl som inom andra närliggande vetenskapsområden.

2.1.4 Organisation och finansieringsbehov

Nedanstående schematiska beskrivning illustrerar en verksamhetsöversikt över områdena produktion av tid, distribution av tid och frekvens samt därtill hörande kompetensmedel för FoU. Bilden visar relevans för olika delar med avseende på de olika ambitionsnivåer som beskrivs i de tre olika alternativ som referensgruppen presenterar.



Figur 1: Modell för kontinuerlig och långsiktig finansiering

Nedanstående tabell ger en sammanfattning av referensgruppens förslag för finansiering av Produktion respektive Distribution av tid och frekvens samt därtill knuten forskning och utveckling.

	Alt 1		Alt 2	Alt 3
Finansiering	Metrologi- anslag / kSEK	PTS / kSEK	PTS / kSEK	PTS / kSEK
Produktion, arbete	3000 ²⁾		1000	
Utrustning produktion ¹⁾	800	800		
Distribution, arbete		1500	500	
FoU		3000		6000
Utrustning				8000 ⁶⁾
Summa årliga medel	3800	5300	1500	14000
Utrustning produktion			10000 ⁴⁾	
Utrustning distribution		1500 ³⁾	2500 ⁵⁾	
Summa investeringar		1500	10250	

¹⁾ Avser medel för att kunna genomföra uppgraderingar av atomur, som har känd begränsad livslängd, på ett planerat sätt.

²⁾ Dagens verksamhet inom området tid och frekvens finansieras över anslaget för Metrologi m.m. med 2300 kkr (700 kkr normaliehållning, 600 kkr kompetensmedel samt 1000 kkr öronmärkta medel för tid över Internet). I övrigt finansieras verksamheten m.h.a. olika tidsbegränsade FoU-projekt från PTS, FMV m.fl. med drygt 4000 kkr per år (avser arbete, några investeringar ingår inte).

³⁾ Avser uppgradering av befintliga tre klocksystem för NTP p g a hög ålder och behov av säkerhetsuppgraderingar m.m.

⁴⁾ Avser investeringar för att etablera en ny primär klockanläggning placerad i bergrum för produktion av tid.

⁵⁾ Avser investeringar för att etablera ytterligare fem klocksystem i sammankopplingspunkter för elektroniska kommunikationer.

⁶⁾ Avser medel under projektets första fem år därefter bedöms det årliga behovet vara 2000 kkr

Figur 2: Sammanfattning av referensgruppens beräkning av finansieringsbehov för Alt 1, Alt 2, resp Alt 3.

Referensgruppen förordar en förstärkning motsvarande minst alternativ 2 enligt ovan. Alternativ 3 är en eftersträvad målsättning men det kräver samverkan över gränserna mellan fler organisationer inom och utanför forskningsvärlden (forskningsråd/finansiärer och samarbetspartners inom universitet och högskolor) och förutsättningarna för detta behöver enligt referensgruppens uppfattning undersökas vidare, något som inte rymts inom detta uppdrag.

3 Utredningsuppdraget

Utredningen om legal metrologi, tid och frekvens samt riksmätplatser (N 2006:14) har till uppdrag bl.a. att analysera och föreslå dels vem som bör ha samordnings- och/eller huvudansvar för spårbar tid och frekvens i Sverige, dels vem/vilka som bör ha ansvar för produktion, distribution och tillhandahållande av spårbar tid och frekvens.

I uppdraget ingår även att föreslå former och ansvar för finansiering av verksamheten spårbar tid och frekvens. Finansieringen bör omfatta samtliga delar, produktion, distribution samt forskning och utveckling (FoU).

I utredningens direktiv (dir. 2006:106) anges att eftersom flera olika departement och myndigheter berörs av denna fråga, så behöver ansvarsförhållandena kring robust, korrekt och spårbar tid och frekvens klargöras.

Enligt direktiven bör det också klarläggas hur man kan främja en utökad användning av spårbar tid, t.ex. för samhällsviktiga aktörer. Utredningen har också i uppdrag att föreslå åtgärder som kan behövas för att stimulera användning av robust, spårbar tid och frekvens i Sverige samt lämplig ansvarsfördelning mellan olika aktörer i detta avseende.

Föreliggande rapport har utarbetats inom ett delprojekt i utredningen. Delprojektet har till sin hjälp haft en referensgrupp. Referensgruppen har fört sina resonemang med utgångspunkt från spårbar tid. Tillgång till frekvens skiljer sig något från men hänger nära samman med tid, och beskrivs därmed separat. Referensgruppen behandlar däremot inte frågan om riksmätplatsverksamheten utanför områdena tid och frekvens.

3.1 Avgränsningar och förutsättningar

Sedan 1995 är SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut riksmätplats för tid, tidsintervall och frekvens. I enlighet med direktivet ska utredningen om legal metrologi, tid och frekvens samt riksmätplatser, analysera riksmätplatsverksamheten i sin helhet. I direktivet har dock området tid, tidsintervall och frekvens lyfts fram som en särskild punkt och detta kan motiveras genom att:

- **den s.k. normaliehhållningen** normalt sker med utgångspunkt från verksamhet i SP:s egna laboratorier i Borås men inom detta område ingår också atomklockor på flera andra platser i Sverige i samverkan med andra aktörer.
- **internationella jämförelsemätningar** normalt sker med intervall på några år medan de inom tid och frekvens sker kontinuerligt, enligt ett schema fastställt av BIPM, den Internationella Byrån för Mått och Vikt i Paris. Från och med 2006 sker en del av dessa jämförelser dessutom mot betalning av en årlig avgift.
- **den inom övriga riksmätplatser normala uppdragsverksamheten** (hit räknas inte FoU-uppdrag) knappast existerar. Under 2006 bestod den för SP:s del av en handfull kalibreringsuppdrag och tekniska bedömningar av ackrediterade laboratorier samt tillhandahållandet av Fröken Ur på uppdrag av TeliaSonera.
- **verksamheten både i SP:s laboratorier och tidsserverna vid de nationella knutpunkterna** har mycket höga krav på tillgänglighet och drifts dygnet runt (för tidsserverna i de nationella knutpunkterna sker driften i samverkan med Netnod AB som även driver själva knutpunkterna). Servernas noggrannhet övervakas kontinuerligt och deras stabilitet redovisas på en webbplats för kvalitetssäkrad uppföljning.
- **verksamhet som den att tillhandahålla tid över Internet** från publikt tillgängliga servrar i de nationella knutpunkterna samt från SP har ett mycket stort antal användare, däribland flera med samhällsviktiga funktioner både i Sverige och utanför landets gränser. Någon enkel och praktisk metod för att ta ut ersättning av användarna för en sådan publik tjänst har inte kunnat skapas.
- ambitionen bör vara att spårbar tid ska finnas i så många system och applikationer som möjligt i dess grundutförande, eftersom de som driver och använder dessa system och applikationer inte vet att spårbar tid behövs förrän det är för sent. Det är viktigt att se till

att den bästa lösningen också är den enklaste och billigaste att använda, och att det skall vara svårt att göra fel.

4 Problembeskrivning

4.1 Generella behov av tid- och frekvenssynkronisering

Rent generellt ser referensgruppen två perspektiv på användning och hantering av tid och frekvens, ett administrativt och ett operativt. Än så länge är det relativt få verksamheter som betraktar tidssynkronisering ur det administrativa perspektivet som kritiskt, medan däremot hanteringen av tid och frekvens ur ett operativt perspektiv betraktas som mycket kritiskt.

Med operativt perspektiv avses t.ex. i samband med tekniska tillämpningar där man analyserar förloppet vid dataintrång och virusattacker. Tid och tidsstämpling har i dessa sammanhang en viktig roll som är förhållandevis lätt att inse även för en icke-expert. Samma gäller också vid t.ex. brottsutredningar då man kartlägger personers rörelser med hjälp av bilder från olika kameraövervakningssystem.

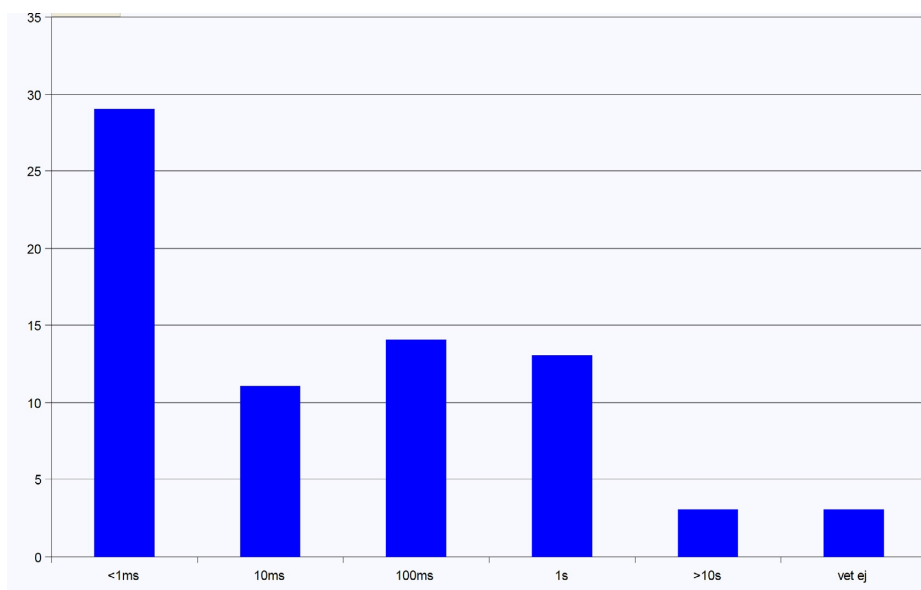
Ur ett administrativt perspektiv vore det en fördel, om man kan bygga in krav på noggrannhet för tid redan från början när regler formuleras om sådana system. Det skulle "spara" mycket resurser och dessutom stödja rättssäkerheten. Redan i dag ser vi en utveckling mot tiotusentals kamerasytem och kanske hundratusentals bildsekvenser men tidsstämplar och dessas noggrannhet har hittills i regel varit ett förbiset område. Inom många administrativa tillämpningsområden är det inte självklart uppenbart att korrekta tidsstämplar är väsentliga för en effektiv hantering av ärenden. Det är ofta först vid haverier, vid överklaganden eller liknande händelser som behovet av känd tidsnoggrannhet kan bli uppenbar och detta skapar stora kostnader som skulle kunna undvikas.

Behovet av spårbar tid och frekvens kan uttryckas på följande sätt:

- Spårbar tid för juridisk nytta.
- Spårbar tid i samband med fel och funktionsstörningar.
- Spårbar frekvens (takt) i kommunikation med andra systemkomponenter.
- Spårbar tid för att säkerställa ansvar i affärsrelationer eller rättsprocesser som vid felaktig tid kan äventyra rättssäkerheten i samhället.

En hög grad av automatisering är också starkt kopplat till tid och frekvens. Det medför att en del av säkerhetsarbetet i organisationer och företag alltmer inriktas på metoder för att förhindra störningar och manipulering av tid och frekvens vilket utgör ytterligare en aspekt.

En enkät genomförd i april 2006 bland medlemmarna i föreningen ISOC-SE (The Swedish Chapter of the Internet Society) visade att drygt 70 procent av dem som besvarade enkäten ansåg att tid är viktigt. Merparten av dem som svarade angav också behov av en tämligen hög noggrannhet med en önskad avvikelse mot UTC som ligger lägre än 100 ms, se figuren nedan.



Figur 3: Graf som visar behovet av tidsnoggrannhet bland medlemmarna i ISOC-SE

Ett litet fåtal ansåg sig veta att det fanns legala krav på tid i verksamheter. Flertalet som besvarat enkäten saknar egen NTP-server, de hämtar tiden via GNSS.

De mål som formulerades i slutet av nittiotalet i olika utredningar och propositioner inom tidhållning för Internet har till stora delar kunnat uppfyllas. De nationellt planerade tidsserverna har idag trafikutbyte med över 900 000 olika användare (IP-adresser) per dygn, från ett tjugotal olika länder och för SP:s tidsserverar har t.ex. ökningen i trafik under det senaste året varit ca 40 %. Efterfrågeutvecklingen kan förväntas öka i minst samma omfattning under många år framöver i takt med utvecklingen av IT-samhället.

För tidgivare som Fröken Ur kan flera lyssna samtidigt för att få korrekt tid. En NTP-server däremot svarar på varje enskild förfrågan om tid och detta görs dessutom i regel "automatiskt" med regelbundna intervaller oberoende av tid på dygnet. En ökad belastning påverkar förr eller senare noggrannheten hos avgiven tid. Den efterfrågeutveckling referensgruppen ser, bedöms öka ännu mera och den utvecklingen kommer inte att kunna hanteras med nuvarande system. En anpassning till utvecklingen och behoven behöver hela tiden ske. Ett större antal servrar eller kraftigare servrar kan svara på fler frågor från fler användare utan att precisionen äventyras p.g.a. överbelastning.

4.2 Användare och deras krav på tid och frekvens

Exempel på användare av tid är kryptosystem, elektroniska signaturer, diarieföringssystem, loggning, positionering, styrning av industriella processer, styrning av mobilradionät, utsändning av digital radio och TV.

Frekvens är viktigt t.ex. för taktgivning för den ofta synkrona teknik som används i fibernäten för telekommunikation, såsom Synchronous Digital Hierarchy (SDH). Frekvensen i SDH-nät förs ofta vidare till ändrustningen, exempelvis så synkroniseras de flesta basstationer för mobiltelefoni med frekvensen från det SDH-nät som transporterar informationen till basstationen.

För olika användare föreligger det stora skillnader mellan dels krav på noggrannhet och dels jämförbarhet när det gäller tid. Det är viktigt att klockan går rätt, men det är minst lika viktigt i många fall att veta hur mycket fel den egna klockan går (i förhållande till UTC). Det är även viktigt att veta vems klocka man får tiden från, dvs. det ska gå att få tid som är signerad så att det blir möjligt att verifiera källan för tid.

I de allra flesta fall är det tillräckligt att veta vad klockan är på någon sekund när, för att hinna till tåget eller passa en kritisk tid. I de elektroniska system som allt mer styr viktiga samhällsfunktioner, incidenthantering m.m. och där systemen har att hantera miljontals filer per

sekund måste tidskraven ställas högre, i storleksordningen 50 ms till 100 ms för att under de närmaste åren ha försumbar påverkan för de tillämpningar referensgruppen kan bedöma.

Det underlättar för alla inblandade parter om de som behöver jämföra sina tidsangivelser med varandra gör det mot en gemensam och spårbar tidskälla, i stället för att tvingas göra det bilateralt med varje enskild part. Detta utgör i själva verket också grunden för att UTC finns.

I dag ställs det inte några formella krav på användning av spårbar tid i någon verksamhet som referensgruppen har kunnat finna. Det är dock referensgruppens uppfattning att sådana krav kommer att behöva ställas i olika sammanhang som t.ex. med utgångspunkt från olika EU-direktiv som EuroSOX, lagring av trafikdata och avlyssning för brottsbekämpning, tidsstämpling av dokument, transaktioner, annat utbyte av loggdata osv.

För EuroSOX som är en spegling av den amerikanska Sarbanes-Oxley Act krävs bl.a. system för "Information Lifecycle Management". I detta krav ligger implicit att företag och organisationer på ett kvalitetssäkrat sätt måste kunna relatera handlingar och händelser i tidshänseende, datum och klockslag. EuroSOX är ett EU-direktiv som gäller från och med 2008 men redan i dag berörs flera svenska företag med export till USA, som t.ex. läkemedelsindustrin.

För flera områden inom telekommunikation används olika tekniker/protokoll där det är viktigt att kommunikationsnäten har samma takt, att de är synkroniserade. För att olika operatörer ska kunna kommunicera med varandra räcker det inte att takten är "rätt" inom det egna nätet utan takten måste vara tillräckligt bra även mellan nät (detta gäller både på det nationella planet och internationella då kommunikationen inte ser några gränser). Inom den internationella teleunionen, ITU, har en rekommendation utarbetats (G.811 Timing characteristics of primary reference clocks) som formulerar de minimikrav som bör ställas på tidskällor som används som primära referensklockor i synkroniserade nätverk. G.811 ställer krav både på klockkvalitet och på spårbarhet till UTC.

4.3 Framtida förväntningar för utvecklingen av behov och krav

I följande text redovisar referensgruppen några exempel på områden där gruppen uppfattat att det finns förväntningar som påverkar behovet av och kraven på tillgång till spårbar och robust tid och frekvens.

4.3.1 Lagring av trafikdata

Ministerrådet och Europaparlamentet har antagit ett direktiv om lagring av trafikdata. Genom direktivet förbinder sig medlemsländerna att lagra data från datorer och telefoner under en viss tid. Syftet är att uppgifterna ska kunna användas i brottsutredningar. Direktivet ska vara införlivat i medlemsländerna före år 2008. För Internetdata ska lagringen vara på plats före år 2010.

Rent tekniskt är det enligt referensgruppens uppfattning tämligen meningslöst att ställa krav på lagringstid om det samtidigt inte går att lägga fast tidpunkten för när själva "händelsen" inträffar. Krav som t.ex. att kontrollera tidpunkten för händelser mot fröken Ur vid brottsplatsundersökningar är inte tillfyllest. Med tanke på den framtida utvecklingen med bl.a. EU-direktivet EuroSOX och de oerhört stora datamängder det kommer att handla om blir det praktiskt taget omöjligt att i framtiden använda Fröken Ur som referens.

4.3.2 Kameraövervakning

Mängden övervakningskameror som installeras ökar successivt och allt snabbare. Bilder sparas en bestämd tid för att kunna användas vid utredning av en eventuell händelse i efterhand. För att detta ska vara kvalitetssäkrat och juridiskt hållbart måste bilder och övriga data tidsstämplas. I dag ställs inga krav på dessa tidsstämplars kvalitet. Med tanke på den utveckling vi kan se framför oss där dels antalet övervakningssystem växer och där de dessutom i allt större utsträckning kommer att länkas samman till lokala och regionala system finns det enligt referensgruppens uppfattning enbart en rimlig teknisk lösning, d.v.s. att samtliga övervakningssystem är spårbara till UTC med en fastställd noggrannhet och robusthet. Om inte kommer rättsäkerheten äventyras då man inte med säkerhet kan följa ett tidsförlopp. En person kan mycket väl bli misstänkt för en händelse bara för att tidsstämplingen var felaktig (något som

för övrigt nyligen skedde i USA)¹. Med en korrekt tidsstämpel är det dels möjligt att direkt avföra en person från misstanke men å andra sidan också möjligt att följa en person i stadsmiljö för att kunna binda denne till en händelse.

Redan i dag innebär avsaknaden av regler för tidsstämplar och deras noggrannhet stora olägenheter t.ex. vid brottsutredningar. Ett exempel på detta är mordet på utrikesminister Anna Lindh där de "direkta" tidsstämplarna var oanvändbara och det först efter ett omfattande tekniskt utredningsarbete i efterhand gick att koppla alla varierande tidsstämplar till varandra så att de bilder som togs av övervakningskameror på platsen för mordet accepterades som bevismaterial.

Den närmast explosionsartade utvecklingen när det gäller antal övervakningssystem som installeras på ett stort antal ställen måste ha "rätt" tid från början för att undanröja all problematik som har med tid att göra så att analyser kan fokuseras på verkliga händelseförlopp.

4.3.3 Vägtullar

Vägtullar är ännu ett område där korrekt tid är viktigt men ur ett annat perspektiv. Försöken med vägtullar i Stockholm (som återinförts hösten 2007) har olika taxenivåer beroende på vid vilken tidpunkt en tull passerades. För att bilisterna ska betala rätt avgift vid rätt tillfälle krävs att använda tidsstämplar är både kvalitetsssäkrade och robusta på så sätt att använda tidskällor är spårbara till UTC och att de är driftsäkra vid t.ex. elavbrott.

4.3.4 E-tjänster

Utvecklingen av e-tjänster ökar i samhället och inom många områden är tillgång till korrekt tid väsentlig för att tjänsterna ska fungera på avsett sätt. Det kan handla om budgivning vid köp av varor eller tjänster, men också skatteuppbörd eller överklaganden, alla händelser som är relaterade till en "sista" tidpunkt. Så länge marginalerna är på rätt sida lär inga tvister uppstå men i närheten av tidsgränserna kan problem uppstå. Att lägga till en marginal hjälper inte då det alltid kommer att uppstå nya tvister runt den "nya" tiden.

4.3.5 Ekonomiska transaktioner

För att följa upp ekonomiska transaktioner, både nationellt och internationellt är det avgörande att veta vad tiden är. Om inte tiden är rätt inom satta marginaler upphör transaktionerna att fungera. I samband med brottsutredningar, t.ex. då stora ekonomiska värden flyttas från ett konto till ett annat och från ett land till ett annat ger tidsstämplar oumbärlig information för att följa upp kapitalströmmarna. Samma förhållande gäller också insiderbrott där tidsstämplar är viktiga vid utredningar.

4.3.6 Dataintrång, virusattacker

På liknande sätt som för ekonomiska transaktioner spelar tidsstämplar en viktig roll vid spårning av dataintrång och virusattacker. Även här handlar det om att följa upp händelser på en global arena. Dessutom går det inte att utesluta attacker för att förvanska tid för att avsiktligt försöka undanröja bevis.

4.3.7 Tid och frekvens vid svåra påfrestningar på samhället

Eftersom det är viktigt för användning i tidskritisk produktion att tid skall kunna hämtas från NTP-servrar vid flera knutpunkter, är dessa också byggda för största möjliga uthållighet. Tillgången till tid behöver i den miljön vara avbrottsfri. Förmedling av spårbar tid och frekvens behöver säkerställas och olika delar av landet bör vara självförsörjande i händelse av svåra påfrestningar under längre tid, t.ex. omfattande tekniska driftstörningar, medvetna attacker, krissituationer i samhället eller beredskapssituationer. Det är framför allt i situationer när det kan tänkas att det finns omfattande störningar i näten för elektronisk kommunikation som det är viktigt att det finns spårbar tid att hämta på ett distribuerat sätt.

Med svåra påfrestningar på samhället i fred avses olika slag av extraordinära situationer där det uppstår allvarliga störningar i viktiga samhällsfunktioner och där det krävs att insatser från flera olika myndigheter och organ samordnas för att kunna hantera situationen och därmed begränsa

¹ http://www.theregister.co.uk/2007/04/16/daylight_saving_error/

konsekvenserna. Referensgruppens bedömning är att sådana påfrestningar kan ha sin grund både i slumpmässiga faktorer som t.ex. klimatrelaterade faktorer, naturkatastrofer, tekniska fel eller omfattande olyckor, och i mer organiserade och planerade faktorer som t.ex. terrorhandling eller annan avancerad brottslighet som avsiktligt försöker skada och påverka samhället.

Vid höjd beredskap och i krig utgör den tekniska infrastrukturen ett potentiellt mål för sabotörer inför ett väpnat angrepp eller för direkta militära insatser under ett sådant angrepp.

4.4 Konsekvenser och problem

Viktiga samhällsfunktioner har över tiden kommit att bli mycket beroende av tillgång till spårbar tid- och frekvenssynkronisering. Flera av dessa funktioner skulle få omfattande problem om tillgången till sådan tid ströps, vissa skulle sannolikt avstanna helt. Listan över sådana system går att göra lång. Referensgruppen lyfter här bara fram några exempel för att ge en bild av bredden i problematiken:

- Riksbankens transaktionshanteringssystem för tidsstämpling av transaktioner
- Banverkets signalsystem för trafikplanering och säkerhetsarbete
- Luftfartsverket flygledningssystem för trafikplanering och säkerhetsarbete, även internationell luftfart
- Gemensamt radiokommunikationssystem för skydd och säkerhet, Rakel, för dess tekniska funktion
- Svenska Kraftnäts och andra nätbolags driftövervakningssystem för att övervaka och styra Sveriges eldistribution
- SWEPOS – Lantmäteriets referenssystem för positionering och som används för mark- och anläggningsarbeten
- Storstockholms lokaltrafik och vägtullar för trafikplanering, säkerhetsarbete men också betalningssystem med tidsgränser för olika taxor
- Basstationer för mobiltelefoni för teknisk funktion
- Gatubelysningsautomatik för styrning, trafiksäkerhet men också energihushållning

Frekvensnoggrannheten för taktgivning i sådana nät är specificerad i olika standarder. När det gäller noggrannheten i tid för olika tillämpningar finns inte motsvarande standarder och som regel avstannar inte en kommunikation eller transaktion omedelbart även om en tidsstämpel är felaktig. Den stora olägenheten och de stora kostnaderna uppstår i stället kanske främst vid olika incidenter eller driftstörningar då olika tidsstämplar måste justeras för att kunna relateras till varandra. Om det i en framtid handlar om mycket stora datamängder, om miljontals datafiler per sekund är den enda rimliga lösningen att ha tillräckligt rätt tid från början. Här måste enligt referensgruppens uppfattning samhälle och myndigheter gemensamt utveckla rekommendationer eller regler.

Att spårbar tid fritt kan hämtas över Internet med tekniken Network Time Protocol (NTP) från atomur i samtliga större nationella knutpunkter för Internet i Sverige är så vitt referensgruppen kan bedöma inte tillräckligt känt eller utnyttjat bland svenska användare.

4.4.1 System baserade på GNSS

Användarna saknar som regel kunskap om frågor som berör robusthet och detta visar sig ofta genom att användare som köper en egen tidsserver nästan undantagslöst tar sin tid från GNSS. Kostnaden för en sådan lösning är i storleksordningen 50 000 kr men innebär dels ett ensidigt GNSS-beroende och eventuellt också tekniska kompetensproblem den dag då utrustningarna blivit föråldrade eller behoven ser annorlunda ut. I de allra flesta fall är en alternativ lösning att konfigurera användarnas datorer så att de hämtar tid från flera tidsservrar med dokumenterad noggrannhet och robusthet. Någon kostnad i hårdvara finns inte för detta alternativ och den långsiktiga kompetenshållningen och anpassningen till nya behov är förhoppningsvis tillfredsställande löst som ett resultat av denna utredning.

Inte någon av de kommersiellt tillgängliga GNSS-baserade NTP-servrarna innehåller någon funktion som kan avgöra om den tid som kommer via antennen är korrekt eller inte. De innehåller inte heller någon funktion för att skapa loggar med information som beskriver tidens kvalitet eller förhållande till UTC. Man kan alltså inte i efterhand härleda var en sådan utrustning fick sin tid från etc.

Den ojämförligt vanligaste metoden att tid- och/eller frekvenssynkronisera ett tekniskt system är att använda GNSS. Enkelheten i sig och den oftast låga prisen per utrustning kan dock innebära en svaghet ur ett robusthetsperspektiv i och med det ensidiga beroendet av en och samma referens eller teknik. GPS som är det dominerande systemet inom GNSS kontrolleras dessutom av det amerikanska försvaret, d.v.s. ligger helt utanför kontroll av Sverige.

Samtliga GNSS-system inklusive GPS och Galileo är radiobaserade metoder som i praktiken saknar fungerande skydd mot störning, såväl oavsiktlig som avsiktlig.

4.4.2 Allmänt tillgängliga tidsservrar på Internet

På Internet finns i dag ett stort antal allmänt tillgängliga (publika) tidsservrar som är fria att användas av alla som är uppkopplade. Information om NTP, publika tidsservrar m.m. finns samlad på en webbplats, www.ntp.org. Alla som har en tidsserver kan anmäla denna som allmänt tillgänglig genom att besvara ett antal tekniska frågor, dvs. det handlar om ett självdeklarationsförfarande och frågor om robusthet och loggning/uppföljning m.m. saknas helt.

I många fall handlar det om privatpersoner eller högskolor/universitet som kanske också använder tidsservrarna för egna ändamål i sin undervisning.

Som förhållandena är i dag är det upp till brukarna av tid att välja "rätt" tidsserver men då uppgifter om robusthet m.m. saknas på den webbplats som nämns ovan är detta inte helt enkelt i de fall det finns uttalade behov angående tidsservrarnas kvalitet utöver den direkta tidsnoggrannheten (användarna saknar i regel erfarenhet eller kompetens för att ställa rätt frågor).

De svenska nationella tidsservrarna är byggda för att vara korrekta och robusta, de finns utspridda i landet för att kunna hantera en situation att den svenska delen av Internet skulle komma att bli segmenterat och deras stabilitet följs upp kontinuerligt och resultaten redovisas kontinuerligt på en webbplats.

4.4.3 Exempel på konsekvenser av störningar

I Sverige och internationellt finns exempel på hur samhällsviktiga funktioner på kort tid har slutat fungera vid störningar i frekvens eller tid och referensgruppens uppfattning är att robusthetsfrågan måste få väsentligt större fokus än hittills.

Minicall används fortfarande av samhällsviktiga användare långt efter mobiltelefonisystemets etablering. Sedan några år har Minicall lanserats som ett driftsäkert rikstäckande system för hantering av olika larmtjänster. Under 2006 upphörde vid några tillfällen Minicall att fungera beroende på bortfall av frekvenssynkroniseringen från ett antal GNSS-mottagare. Teorierna om orsaken till driftstörningarna var flera. Bl.a. förekom diskussioner om att solstormar orsakade bortfallet. I praktiken visade sig störningarna bero på alltför gamla GNSS-mottagare som inte kunde hantera nya satellitkonstellationer.

Under 2006 hade SVT några korta sändningsavbrott som kunde hänföras till frekvenssynkroniseringsproblem.

Båda dessa exempel visar på en stor teknisk sårbarhet och beroende av en källa för frekvens, GNSS. Enkla och billiga utrustningslösningarna väljs utan tanke eller krav på robusthet. En övergripande systemkompetens saknas ofta men så länge systemen fungerar utan driftstörningar lever operatörer och andra inblandade utan vetskap om vilka problem tid- och frekvensstörningar kan skapa.

Ett exempel på sårbarhet kan också hämtas från Danmark där en privatperson sedan flera år driver en egen NTP-server (som en konsekvens av situationen i Danmark, se avsnitt 6). Verksamheten fungerade bra under många år ända fram till den tidpunkten som en tillverkare av hårdvara permanent lade in den danska tidsserverns adress i utrustningarnas programvara, utan serverägarens vetskap. Trafiken till den danska tidsservern ökade därefter så dramatiskt

att den anslutna bandbredden inte längre räckte till. Som privatperson fick serverägaren stora problem att betala de ökade kostnader som behovet av en snabbare Internetförbindelse förde med sig och servern fick stängas till dess att en mer varaktig lösning hade utarbetats.

5 Tidigare utredningar

I Statskontorets utredning Svenska delen av Internet - Struktur, säkerhet och regler (1997:18) var ett av förslagen att nationell tid via protokollet NTP skulle vara en gemensam nätresurs som staten borde ta initiativ till att tillhandahålla. Frågan togs upp igen i Statskontorets utredning Sammanhållen strategi för samhällets IT-säkerhet (1998:18). SP har också sedan 1997 drivit projekt för att ordna tidstjänst distribuerad till knutpunkterna av den svenska delen av Internet. Driften av den första officiella tidsservern startade under november 2000. Tillgång till nationell och internationellt spårbar tid skapas via tidsservrar som är anslutna till Internet med hjälp av programvara som implementerar protokollet NTP (Network Time Protocol).

I IT-propositionen (1999/2000:86, Ett informationssamhälle för alla) angav regeringen vidare att dess insatser syftade till bättre generella förutsättningar för informationssäkerhetsarbetet. Insatserna beskrivs närmare i propositionens avsnitt 5.3 Tillit till IT.

För den närmaste framtiden valde regeringen att prioritera tre områden: skydd mot informationsoperationer, ett säkrare Internet samt elektroniska signaturer och annan säkerhetsteknik.

Bland de åtgärder som föreslogs kan särskilt nämnas:

- Att främja att den svenska delen av Internet skall kunna drivas oberoende av funktioner utomlands.
- Att tillhandahålla en säker och korrekt nationell tidsangivelse för Internet via riksmätplatsen för tid och frekvens.

Riksdagen beslutade i enlighet med propositionen och regeringen angav i samband med budgetpropositionen för 1999 att tidhållning på Internet långsiktigt bör tillhandahållas med spårbarhet från riksmätplatsen för tid och frekvens vid AB Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP), i dag SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut i Borås.

1995 påbörjades uppbyggnaden av en riksmätplats för tid, tidintervall och frekvens vid SP Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut i Borås. I en internationell jämförelse har SP under en förhållandevis kort period byggt upp en framstående verksamhet med spjutspetskompetens inom området distribution av tid och frekvens.

Med regleringsbrevet för 2005 gav regeringen PTS ett uppdrag att redovisa och genomföra insatser för en ökad användning av korrekt och spårbar tidsangivelse över Internet och i andra elektroniska kommunikationssystem. PTS redovisade uppdraget i rapporten Korrekt tid och säker tidsangivning för robustare elektroniska kommunikationer (PTS-ER:2005:32).

6 Internationella förhållanden

Fram till 1995 var Telia riksmätplats för tid och frekvens i Sverige men efter att ha gjort bedömningen att riksmätplatsverksamhet inte var något kärnområde meddelade Telia att man inte längre kunde vara riksmätplats. Följden blev att SWEDAC genomförde en utredning där ett av alternativen var att inte ha någon riksmätplats beroende på tillgången till tid och frekvens med hjälp av GNSS (jmf situationen i Danmark). Ett uttalande från den dåvarande ackrediterade mätplatsen vid Ericsson pekade på behovet av långsiktig kompetens inom landet och SP utsågs till riksmätplats från och med 1995.

De allra flesta industriländer har organiserat en ordning för att säkerställa och ge nära tillgång till måttenhetssystemet SI inom det egna landet. Området tid och frekvens utgör inget undantag trots att tid och frekvens praktiskt lätt kan fås genom t.ex. satellitbaserade metoder som GNSS. Motivet till att ha egna resurser är en strävan att hålla kompetens. För tid och frekvens gäller dessutom att dessa två storheter spelar en väsentlig roll för mätning av andra storheter som längd- respektive spänningseenheten.

Omfattningen på arbetet inom tid och frekvens vid olika nationella institut varierar, från att endast upprätthålla en tidsskala med hjälp av en grupp kommersiella cesiumklockor, till att ägna stora resurser åt att utveckla nya atomklockor inklusive nästa generation av optiska klockor. Flera institut tillhandahåller tid via Internet med hjälp av NTP-servrar men i regel direktkopplade med de egna klockorna i det egna laboratoriet och inte som i Sverige som en del av infrastrukturen för Internet. Dock har majoriteten (95%) av alla NTP-servrar på Internet ingen direkt spårbarhet till UTC via "egna" atomklockor. Där utgör de svenska NTP-servrarna, som är en del av infrastrukturen för den svenska delen av Internet, ett undantag och kan betraktas som "best practice".

Området tid och frekvens tillmäts dessutom stor teknisk/vetenskaplig betydelse vilket bl.a. visas av att området eller näraliggande områden tilldelats flera Nobelpris under årens lopp.

För de nordiska länderna samt för Frankrike, Nederländerna och Tyskland kan tid och frekvensverksamheten vid respektive nationellt institut sammanfattas i nedanstående tabell:

Typ av verksamhet	DK	FI	NO	SE	DE	FR	NL
Nationell tidsskala	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Anslagna medel för metrologi / kEuro ¹⁾	-	²⁾	60	246	2000	5994	104
Cesiumur	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Väteatomur	-	Ja	Nej	Ja	Ja	Ja	Nej
GNSS för primära tidsjämförelser	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
TWSTFT för primära tidsjämförelser	-	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
NTP servrar / verksamhet	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
FoU inom nya klockor	-	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	Nej
FoU inom tidsjämförelser	-	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
Verksamhet utanför det "egna" institutet	-	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	Nej
Nationell distribuerad tidsskala	-	Nej	Nej	Ja	Nej	Nej	Nej

1) Uppgifterna är hämtade från rapporten " i MERA T1.1 D1.1 Landscaping" som ingår i ett pågående EU-projekt om samverkan inom metrologi i Europa (rapporten finns n endast som utkast).

2) Uppgift saknas.

Figur 4: Satsningar på tid och frekvens – jämförelse med andra länder

Verksamhet utanför det "egna" institutet enligt tabellen ovan innebär att det bland de nordiska länderna endast är Sverige som har en tid- och frekvensverksamhet utanför det egna nationella metrologiinstitutet. Metrologiinstitutet i Norge och Finland förfogar över atomklockor, utför arbete för att koppla sina tidsskalor till UTC och har tidsservrar direkt anslutna till sina atomur. Klockorna i Norge och Finland är "lokala" och inte som i Sverige där vi har ett nationellt system för tid och frekvens som en integrerad del av landets IT-infrastruktur. I Sverige har vi en distribuerad nationell tidsskala med klocksystäm och tidsservrar i tre knutpunkter för elektroniska kommunikationer. Systemet i Sverige är vidare uppbyggt med höga krav på robusthet och tillgänglighet och inte jämförbara med förhållandena i Norge och Finland.

Förutom vid de nationella metrologiinstitutet finns ett stort antal NTP-servrar som tillhandahåller tid över Internet. Servrarna klassificeras i olika Stratumnivåer där nivå 1 innebär att tiden är direkt kopplad till en UTC-tidskälla, men säger ingenting om själva kopplingen eller tekniken mellan/för tidskällan och UTC.

För alla som har en NTP-server finns möjligheten att anmäla denna och få den registrerad på en webbplats, <http://www.ntp.org>. Systemet är som så mycket annat på Internet frivilligt och bygger på egendeklarerade uppgifter. Inga tekniska beskrivningar, mer än Stratumnivå (på vilket sätt tiden hämtas), är angivna så uppgifter om "verklig" kvalitet och robusthet saknas vilket mycket väl kan innebära att t.ex. ett elavbrott på någon minut gör att tjänsten helt upphör att fungera utan att användarna har kunskap om att den valda tjänsten har en sådan sårbarhet. Riskerna med att bygga samhällskritiska funktioner på sådana lösa grunder har hittills inte uppmärksamats i någon större utsträckning.

7 Nulägesbeskrivning och utblick

Sverige har i nuläget både förutsättningar och kompetens att fortsätta vara självförsörjande när det gäller spårbar tid och frekvens, men det saknas möjligheter att dra nytta av denna fördel. Nuvarande system för produktion och distribution av spårbar tid, som bygger dels på satsningar från staten och näringslivet och dels på ideellt arbete, har varit igång under en dryg femårsperiod, med mycket goda resultat. I de planer som utarbetades som förberedelse för detta kunde man emellertid inte i tillräcklig utsträckning tillgodose behovet av omsättning av program- och maskinvara i takt med utvecklingen på området och det samma gäller också för att implementera den teknik som utvecklats inom ramen för tidsbegränsade FoU-projekt till en driftmiljö. Nu finns ett resursbehov som i dagsläget inte är täckt.

7.1 Definition av tid

"Tid" baseras på en global överenskommelse, SI-systemet, som definierar vissa grundenheter som kilo, meter, volt, ampere och sekund. SI-systemet koordineras av Bureau International des Poids et Mesures (BIPM) i Paris och är bl.a. också en följd av Meterkonventionen som Sverige undertecknade 1875.

Världstid är definierad som UTC, Universal Time Coordinated. BIPM beräknar den internationella atomtidsskalan TAI genom bidrag från mer än 250 atomklockor vid ett 60-tal nationella laboratorier, vilka finns utspridda över hela världen. Vinsten med detta förfarande är att man på så sätt får tid distribuerad runt om i världen men konsekvensen blir att det inte finns någon fysisk klocka i världen som "är" UTC.

TAI är utomordentligt stabil men tar inte hänsyn till jordens rotation, dvs. solens upp- och nedgång. Eftersom jordens rotationshastighet inte är konstant har man introducerat ytterligare en tidsskala, UTC som baseras på TAI och som då och då kompenseras för detta. International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS) bestämmer genom astronomiska observationer astronomisk tid, vilken benämns UT1. Skillnaden mellan UT1 och TAI hanterar man genom att lägga till eller dra ifrån skottsekunder och på så sätt skapa UTC. För närvarande (februari 2007) skiljer det 33 sekunder mellan UT1 och TAI.

Varje laboratorium som bidrar till TAI håller en egen representation av UTC benämnd UTC(*k*), där *k* står för respektive laboratorium.

"Tid" definieras i detta dokument som att "svensk tid är UTC(SP)". UTC(SP) kallas en tidsskala, då det inte är någon fysisk klocka utan medelvärdet av ett antal olika atomklockor för att inte vara ensidigt beroende av en utrustning om denna t.ex. skulle gå sönder eller slås ut.

För att förstå Sveriges roll och angelägenheten av de idéer och förslag som förs fram i rapporten är det viktigt att det finns en gemensam förståelse för hur begreppet tid definieras.

Regeringen föreskriver i förordningen SFS 1979:988 "Förordning om svensk normaltid" att den för tidsangivning inom landet gällande tiden (svensk normaltid) skall vara den av Bureau International de l'Heure fastställda normaltiden Universal Time Coordinated (UTC) ökad med en timme (UTC +1), och för sommartid med 2 timmar (UTC +2).

7.2 Produktion av tid och frekvens

Tid i Sverige är UTC(SP), vilken fysiskt representeras av en 1-sekundspuls på en kontakt som är belägen på SP i Borås. Alla andra tider i Sverige mäts som avvikelser mot UTC(SP). Precision och noggrannhet på tid beskrivs alltså som avvikelser mellan UTC(SP) och någon användare av tid.

Mätningar görs kontinuerligt och varje dag levererar SP mätvärden till BIPM. Förhållandet till UTC-tidsskalan för de klockor som rapporteras till BIPM redovisas omkring den 17 varje månad i efterhand.

De metoder som SP och andra nationella tidslaboratorier använder sig av för att koppla sina respektive atomklockor till varandra är i dag satellitbaserade. Den vanligaste metoden utnyttjar GNSS (Global Navigation Satellite System) som det amerikanska GNSS eller det ryska GLONASS.

För att eliminera felkällor som t.ex. beror på tiden det tar för signalerna att nå jorden används en speciell teknik som kallas *Common View*. Flera laboratorier, däribland SP har i dag också utvecklat och förfinat denna teknik ytterligare genom att utnyttja den bärvåg som satellitsignalerna sänds på.

För att minska det ensidiga beroendet av GNSS för globala tidsjämförelser används sedan flera år också geostationära kommunikationssatelliter för "Two Way Satellite Time and Frequency Transfer". Sedan några år används också denna metod av SP för att säkerställa den svenska nationella tidsskalan. Metoden betraktas i dagsläget som den noggrannaste men den kräver att inblandade tidslaboratorier hyr in sig eller köper transpondertid för använd satellit. Sedan 2006 är detta förenat med en årlig kostnad på ca 100 kSEK för svenskt vidkommande. Före 2006 kunde denna möjlighet utnyttjas utan kostnad.

Utgångspunkten för en tidsskala med hög noggrannhet och robusthet är att den består av flera atomklockor, uppställda i klimatstabiliserade utrymmen och som lämpligen också har reservkraft för elkraftförsörjningen. Det är väsentligt om gruppen av atomur kan vara av olika konstruktion och/eller typ. Regeln är att ju fler klockor en grupp består av, desto "bättre" är förutsättningarna för att hålla en noggrann och robust tidsskala. Kravet är dock tillgången till avancerade algoritmer som tar hand om mätdata på ett optimalt sätt. Det vanliga är att gruppen av klockor är fysiskt samlad till ett ställe men om tidsjämförelser med stor noggrannhet kan utföras i realtid mellan klockor på olika ställen kan gruppen spridas ut och på så sätt kan robustheten ökas ytterligare.

I Sverige finns högstabila atomklockor av väte- och Cesiumtyp vid SP, Stupi samt OSO och dessa har knutits samman genom olika jämförelsemetoder som utvecklats av SP i samverkan med Stupi och OSO. Den svenska tidsskalan är därmed distribuerad och arbetet med att utveckla och bygga detta system är i flera avseenden unikt och internationellt framstående.

Vid sidan om atomklockorna vid SP, Stupi och OSO finns också Cesiumur vid ett antal företag eller organisationer i Sverige, främst hos telekommunikationsoperatörer men också inom den svenska Försvarsmakten. De allra flesta av dessa atomur är av en typ som har något sämre stabilitet än klockorna vid SP, Stupi och OSO. Några av dessa "övriga" klockor jämförs kontinuerligt mot SP:s atomur och är därmed länkade till den nationella tidsskalan, UTC(SP).

7.2.1 Uppbyggnad och utveckling av den nuvarande svenska produktionen av tid och frekvens

SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut är riksmätplats bl.a. för tid och frekvens. Inom ramen för verksamheten som riksmätplats upprätthåller SP en nationell och lokal tidsskala.

Med stöd från först KK-stiftelsen och senare PTS har SP och Stupi tillsammans kunnat bygga upp en framstående kompetens och verksamhet för att tillhandahålla robust och korrekt tid i Sverige för den svenska delen av Internet. Exempelvis har SP, inom ramen för PTS robusthetsarbete avseende elektronisk kommunikation, kunnat bygga ett nationellt robust system för tid genom investeringar hittills motsvarande 19 MSEK vilket kan ställas i relation till de 2,2 MSEK som årligen funnits tillgängliga för investeringar i referensutrustning för samtliga riksmätplatsområden. Det innebär alltså att om samtliga investeringar skulle ha prioriterats till ett enda område skulle det ändå ta mer än åtta år att genomföra en liknande robusthetshöjande åtgärd med stöd av SP:s "egna" anslagsmedel för metrologi. Stupi har dessutom på egen hand gjort egna investeringar i mångmiljonklassen inom tid och frekvens.

Med de behov som beskrivs i denna rapport ser referensgruppen tillgång till en robust och korrekt tid över Internet som en neutral tjänst eller nyttighet som enligt referensgruppens mening användarna ska ha fri tillgång till. Det främsta skälet är att det inte finns någon tydlig kommersiell marknad, området har vuxit fram underifrån, ett samarbete mellan privata aktörer och staten på samma sätt som Internet och Internetrelaterade tjänster, där staten numera generellt tar ett allt större ansvar för funktionalitet och tillgänglighet i takt med att behoven och kraven på tillgång till samhällsviktiga tjänster via Internet ökar.

Noteras bör att det dessutom är svårt för att inte säga omöjligt att ta betalt av en enskild nyttjare av tid över Internet. Användningen av publika tidsservrar kopplade till Internet är öppen för alla vilket innebär att användare också finns utanför Sveriges gränser. Den enda

rimliga lösningen är därför enligt referensgruppens mening att betrakta tjänsten som en allmän nytta för alla som använder Internet.

I praktiken skulle det ha varit omöjligt för SP att följa teknikutvecklingen och möta behoven utan PTS robusthetshöjande åtgärder. Enskilda initiativ från olika aktörer har under detta inledande uppbyggnadsskede stått för stora delar av de investeringar och de kostnader som har varit förknippade med att skapa nuvarande system för distribution av tid via Internet. Uppbyggnaden och den fortsatta utvecklingen vid SP hade inte varit möjlig utan ett nära samarbete med ett antal företag, institutioner eller personer där de mest framträdande varit STUPI och SUNET. Den långsiktiga kompetensuppbyggnaden gjordes möjlig genom ekonomiskt stöd från Stiftelsen för Kunskaps- och kompetensutveckling, KK-stiftelsen.

Under senare år har PTS arbete att skapa robusta elektroniska kommunikationer intensifierats och på så sätt i hög grad bidragit till utvecklingen av verksamheten för att stärka robustheten i tid och frekvensverksamheten, bl.a. genom att möjliggöra inköp av nya atomfrekvensnormaler och en satellitstation för tidsjämförelser m.h.a. geostationära satelliter. I dagsläget har PTS lämnat stöd till ytterligare åtgärder för att åstadkomma ett nationellt uthålligt och robust system för tid och frekvenssynkronisering. Sammantaget rör det sig om 11,5 MSEK över fyra år med projektstart andra halvåret 2004, dvs. i genomsnitt ca 2,9 MSEK/år. Till detta kommer stöd till investeringar på 8,5 MSEK med beslut 2001 och 10,7 MSEK med beslut 2005.

Finansieringen från PTS är inte långsiktig utan kan mycket väl komma att upphöra eftersom PTS instruktion i nuläget inte reglerar området tid och frekvens på något särskilt sätt. Det är referensgruppens uppfattning att det fortsatta arbetet med att skapa robusthet i tid och frekvens inte enbart kan bäras av PTS åtgärder inom ansvarsområdet elektronisk kommunikation. Andra delar av samhället är så pass beroende av rätt tid och frekvens att finansiering och ansvar för produktion samt forskning och utveckling även måste bäras också av andra.

Krisberedskapsmyndigheten, som tilldelar PTS medel ur anslag 7:5 bl.a. för PTS ovan beskrivna robusthetsåtgärder, har i planeringsförutsättningarna för 2008 angivit att inriktningen för framtida åtgärder med medel ur anslag 7:5 i huvudsak skall nyttjas för krishanteringshöjande åtgärder och i liten utsträckning för robusthetshöjande åtgärder i infrastruktur. KBM har för 2007 minskat PTS tillgång till medel med 31 miljoner kronor. När denna inriktning får fullt genomslag följer som en konsekvens att PTS måste avbryta fortsatta åtgärder för robust tid och frekvens.

7.3 Distribution av tid och frekvens

I samhället finns i dag ett stort antal metoder eller tekniker för att distribuera tid. Dels har vi ett antal primära tidgivare vars huvudsakliga uppgift är att ge tid till en användare med en avvikelse från exakt noggrannhet som är känd eller försumbar i förhållande till behovet. Exempel på internationellt baserade primära tidgivare är satellitnavigationssystemet GNSS och DCF77 som är en långvågssändare placerad i Tyskland.

En svensk primär tidgivare är Fröken Ur som är direkt kopplad till UTC(SP). Nuvarande Fröken Ur tillhandahålls av TeliaSonera men det är SP som har byggt upp och driver Fröken Ur på uppdragsbasis. Noggrannheten för Fröken Ur bedöms vara bättre än 100 ms oberoende var i landet man ringer. För att detta ska vara möjligt "släpps" tidssignalen ca 50 ms i förväg från SP:s tid och frekvenslaboratorium för att kompensera för tiden det tar för signalen att gå från en punkt till en annan, d v s man kompenserar för tidsfördröjningen.

Ytterligare exempel på en primär tidgivare och som används för att överföra tid mellan datorer uppkopplade mot Internet är så kallade NTP-servrar, dvs. en dator vars främsta uppgift är att förmedla tid och då med hjälp av protokollet NTP (Network Time Protocol).

I vår vardag finns dessutom ett stort antal sekundära tidgivare, dvs. tjänster som ger information om vad klockan är men gör detta mer som en service utan att för den skull garantera noggrannheten ute hos användaren. Exempel på sådana tjänster är utsändningar över radio, TV, och/eller Text-TV, som beroende på vald kanal kan skilja flera sekunder.

Som regel är den visade upplösningen på sekundnivå men det kan lätt bli uppenbart att detta inte alltid stämmer om man tittar på minst två sådana källor samtidigt. Frågan som uppstår är

vad som är rätt och även om skillnaderna ofta är mindre än det reella behovet skapar skillnaden i sig frustration hos användarna. Orsaken till dessa skillnader är nästan undantagslöst att olika metoder har olika distributionssätt eller -vägar och att deras respektive tidsfördröjningar som regel ligger utanför "leverantörens" kontroll och att det inte har bedömts vara intressant att kompensera för tidsfördröjningar på samma sätt som görs i Fröken Ur-fallet.

Referensgruppen rekommenderar följande när det gäller noggrannhet för tid.

I miljöer där det finns krav på tid med viss noggrannhet, som registreras i datorer, övervakningsutrustning etc. skall noggrannheten inom vilken de ligger i förhållande till UTC kunna redovisas.

Referensgruppen anser att +/- 50ms är ett rimligt gränsvärde utifrån identifierade behov genom den information som inhämtats bl.a. genom en enkät till ISOC-SE:s medlemmar, vid en hearing om tid och frekvens och intervjuer som referensgruppen låtit genomföra med ett antal myndigheter.

Samhällsviktiga funktioner bör med dagens norm kunna ligga inom +/-50ms från UTC(SP) spårbart. Kraven eller rekommendationerna som rör spårbar tid måste ställas i de olika riktlinjer och regelverk som träffar samhällsviktig verksamhet. Referensgruppen ser också ett ökat intresse för frågorna. Kraven på noggrannhet måste ställas i relation till verksamheten, den tekniska utvecklingen och användarnas behov.

7.3.1 Uppbyggnaden och utveckling av distributionssystem i Sverige

Statskontoret fick 1997 regeringens uppdrag att i en utredning om den svenska delen av Internet lämna förslag om vilka gemensamma resurser som var nödvändiga för driften av Internet och hur finansiering av det som uppfattades som gemensamma resurser för samhället skall ske.

Ursprungligen var tanken från Statskontorets sida att funktionen nationell tidgivning skulle finansieras av de huvudoperatörer som var anslutna till de nationella knutpunkterna. Målet var att finansieringen skulle täcka de kostnader som uppstod för anskaffning såväl som vidareutveckling, förstärkning och de nyinvesteringar som krävdes för upprätthållande av funktionen, utan att ge vinst. Anskaffningskostnaden för klockor och övrig utrustning uppskattades då till ca 600 000 kr per knutpunkt och utvecklingen av klocksystemet genomfördes av SP.

Driften av de klockor som placerades vid respektive nationell knutpunkt föreslog Statskontoret i samma utredning skulle finansieras via statliga medel till SP. För SP:s kostnader för personal, drift och utveckling av samtliga klockor eller klocksystem föreslog Statskontoret att SP skulle erhålla statliga medel motsvarande 1 200 000 kr per år via anslag från Näringsdepartementet. Det verkliga utfallet efter regeringens och riksdagens behandling av förslaget blev ett årligt anslag om 1 000 000 kr.

Den kravbild dessa klockor byggdes mot var 4 månaders uthållighet, att jämföras med dagens ambition 12 månaders uthållighet, och att kunna leverera tid via NTP över Internet.

Emellertid har utvecklingen av den svenska delen av Internet gått i en riktning som innebär att knutpunkter inte kommit att betraktas som en gemensam resurs av samhällsviktig betydelse, utan snarare som en tjänst som kan tillhandahållas av vem som helst på den svenska marknaden, utan att någon har specificerat krav på vilka funktioner som ska kunna efterfrågas.

Den nuvarande finansieringen för att driva spårbar tid och frekvens via knutpunkterna fungerar inte tillfredsställande för drift, och täcker inte behovet av vidareutveckling och införande av nya tjänster. Dessutom kan sådana behov av redundans som inte direkt styrs av kommersiella krav inte genomföras. De kommersiella kraven kommer i dagsläget från Internetoperatörerna och är ur ett samhällsperspektiv lågt ställda, vilket innebär att de inte på långa vägar motsvarar den driftssäkerhetsnivå som en kritisk samhällsfunktion bör ha.

En av de största leverantörerna av knutpunktskopplingar för Internettrafik m.m. är Netnod. Vid tre av de för närvarande fem platser där Netnod driver knutpunkter finns det tillgång till tid via

NTP. I det fall det anses vara av nationellt intresse med fler platser för än mer redundans etc., krävs det att inblandade aktörer diskuterar hur det skall genomföras med avseende på både drift och finansiering.

Utöver NTP-servrar vid knutpunkterna finns spårbar tid att hämta hos SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut i Borås och hos Stupi i Stockholm.

De befintliga noderna hos Netnod kan betraktas som en framgång. Efter hand som åren gått och tekniken utvecklats nya krav så har den nuvarande lösningen hamnat i ett läge där utrustningen måste omsättas till utrustning som är anpassad till de nya tekniska och taktiska kraven. I praktiken innebär det att det på basis av de erfarenheter som gjorts av de fem årens drift måste gå att specificera krav och utformning på en ny miljö. Den hårdvara som idag används till NTP-servrarna är exempelvis till vissa delar byggd på teknik som inte längre går att komplettera (PC ISA-buss). TU-stiftelsen finansierar utvecklingen av en ny typ av hårdvara för NTP-servrar vid Luleå tekniska universitet.

En sådan omsättning bör göras genom en stegvis process. Innan omsättning görs fullt ut bör därför miljön kompletteras med ytterligare några delar, bl.a. med en utveckling och utvärdering av kombinationen Cesium/Rubidium-oscillatorer, användning av fler Rubidiumklockor och fiberbaserad inmätning (ev. med NTP) samt generering och styrning av diskret 2 Mbit/s-klocka för SDH-nät. Av det systemet går det under utvecklingsperioden att dra erfarenheter som gör att miljön kan bytas ut till en utprövad och specificerad utformning. För utveckling och utvärdering behövs såväl hårdvara som persontid.

Med hänsyn till att nuvarande operatör för NTP-servrarna, Netnod, är en kommersiell aktör på en konkurrensutsatt marknad vars största intäkter är avgifter från operatörerna för anslutning till knutpunkter finns det inget utrymme för Netnod att utan kostnadstäckning gå vidare med den utvecklingen.

7.4 FoU avseende tid och frekvens

Att bedriva forskning och utveckling inom området tid och frekvens innebär enligt referensgruppens uppfattning att vi i Sverige ska ha det kunnande som behövs för att driva, felsöka och utveckla tidsgenerering och distribution.

Att ha möjlighet att bedriva forskning och utveckling avseende tid och frekvens vid SP innebär enligt referensgruppens mening att SP till fullo kan utföra sina arbetsuppgifter såväl när det gäller spårbarhet och dokumentation som att bygga en långsiktig kompetens för att tillgodose nya behov och krav inom området. Det innebär också att vi i Sverige har tillgång till den expertis som krävs för att formulera krav mot marknadens aktörer för tillverkning av utrustning och system.

Inom landet bör vi enligt referensgruppen också ha både tillämpad forskning och utveckling, drift av tidsnormaler samt tillhörande stödsystem för distribution och användning. Precision och spårbarhet är ett viktigt arbetsområde för SP.

I Sverige har vi under en förhållandevis lång tidsperiod och med små medel som exempelvis projektstöd från bl.a. KK-stiftelsen och PTS tillsammans med frivilliga insatser och investeringar från TU-stiftelsen, Netnod och Stupi, byggt upp både kompetens och infrastruktur för tidhållning och tidsdistribution som i flera avseenden är internationellt framstående. Det samma gäller också ett pågående arbete för att minska sårbarheten av radiobaserade metoder för tid- och frekvenssynkronisering. Den snabba teknikutvecklingen innebär dock ett behov av en fortsatt välutvecklad verksamhet.

För det fortsatta arbetet inom området behöver SP särskilda anslag som medger en långsiktig finansiering. Den hittillsvarande finansieringen avseende produktion har i huvudsak skett genom ett statsanslag för rikmätplatsverksamheten med ett anslag kopplat till tidhållning över Internet. FoU-verksamheten har i allt väsentligt finansierats genom medel från först KK-stiftelsen och senare PTS. Ändringar i KK-stiftelsens instruktioner under 2003 omöjliggjorde dock ett fortsatt stöd för FoU-verksamhet. PTS riktar sitt stöd till SP enbart ur ett robusthetsperspektiv för elektronisk kommunikation. Den utvecklingen av ekonomisk ersättning är en riktning som inte kan stödja framtida FoU-arbete till en nivå som behövs ur andra perspektiv, något som riskerar att påverka kompetensutvecklingen inom tid och frekvens negativt. FoU-arbetet har direkt

omsatts i infrastrukturen för tidhållning för den svenska delen av Internet. Om den långsiktiga finansieringen inte ges en hållbar lösning kommer även arbetet med att vidmakthålla nuvarande verksamhet att äventyras, t.ex. kommer de metoder som utvecklas för att distribuera tid över optiska fibernät för att minska beroendet av GNSS inte att kunna implementeras.

Det är dessutom värdefullt för Sverige att utveckla egna primärnormaler när det gäller tid och frekvens för att åstadkomma ett långsiktigt nationellt oberoende/robusthet om vi på ett mer kraftfullt sätt ska kunna bidra till TAI. Ytterligare en faktor som talar för en sådan utveckling är att det på bl.a. europeisk nivå, inom Galileo-konsortiet, konstaterats att tillverkning av atomklockor är en kritisk resurs som endast finns på ett fåtal ställen och i länder utanför europeisk kontroll, Ett svenskt FoU-arbete för tillverkning av nästa generations atomklockor skulle ske i internationell samverkan men också knyta samman forskargrupper vid några högskolor i Sverige.

Mot bakgrund av den erfarenhet av robusta system som finns i Sverige, vid SP och Stupi finns förutsättningar för att Sverige ska kunna utveckla klockor som är långtidsdriftsäkra och inte bara klockor för att demonstrera olika tekniker. Ett sådant projekt leder till att flera olika teknikdiscipliner samverkar mot ett gemensamt mål vilket i sig är intressant ur ett kompetensutvecklingsperspektiv och som i det här fallet har inriktningen mot ett näringspolitiskt väsentligt område för Sverige, informations- och kommunikationsteknik, IKT.

Genom att inta en position bland de ledande laboratorierna i världen kan Sverige delta i det internationella forskningsutbytet som en likvärdig part, vilket är väsentligt för långsiktig kompetensutveckling. Utan en uthållig satsning kommer Sverige att tappa sin position inom ett område med väsentlig betydelse för informationssamhället och dessutom inom ett område, IT-området, där Sverige har uttalat att vi ska ha en världsledande position.

SP:s forskning och utveckling inom området tidsservrar för Internet rör framför allt den delen som har med tidhållningen i själva servern att göra, det vill säga hur man synkroniserar systemtiden i en tidsserver med en extern referensklocka. Utöver detta drivs även projekt som rör säkerhet vid tidsöverföring via Internet (signering av tid) tillsammans med utredningar om hur större oberoende nätverk på ett optimalt sätt distribuerar tid från en huvudserver till alla slutanvändare.

Via tidsservrar kan olika applikationer hämta sin tid. Tillgång till robust och säker tid är som tidigare nämnts viktigt t.ex. för att styrka validiteten i loggdata och vid användning av krypteringsmetoder med tidsbegränsade nycklar (exempelvis Kerberos som använder sig av symmetrisk kryptering och nycklar med viss fastställd giltighetstid, DNSSEC, SSL).

Noteras ska att SP genom ett nära samarbete med Onsala rymdobservatorium bedriver FoU inom positionering ner till centimeternivå med hjälp av GNSS. Området är direkt kopplat till tidmätning och för detta forskningsarbete utvecklas metoder för tidmätning och tidsjämförelser på picosekundnivå (en picosekund är en miljondel av en miljondel av en sekund) i realtid. Förutom de användningsområden som omnämns ovan finns tillämpningar inom hela satellitnavigeringssegmentet men också inom klimatforskningen. Under våren 2007 har Vinnova beviljat medel till ett klimatforskningsprojekt på Onsala rymdobservatorium med SP som en samarbetspartner och som bl.a. bygger på kunskap som utvecklats inom bärvågsmätning av GNSS/GLONASS, eller ps-mätteknik.

Noteras ska även att området tid och frekvens spelar en väsentlig roll för den övriga riksmätplatsverksamheten vid SP, genom att även måttenheterna meter och volt baseras på tid respektive frekvensmätning.

Som en del av SP:s personalutveckling, att utveckla medarbetarnas kompetenser erbjuder SP möjlighet att vara industridoktorand. Inom området tid och frekvens är för närvarande två personer inskrivna som forskarstuderande, båda vid Chalmers.

Tillkomsten av gemensam världstidsskala är följden av ett internationellt samarbete med den Internationella Byrån för Mått och Vikt (BIPM) i Paris som fokuspunkt. BIPM har strikta regler för vilka laboratorier som tillåts direktrapportera mätdata för beräkning av den koordinerade världstiden. Som nationellt metrologiinstitut i Sverige rapporterar SP i dagsläget klockdata från klockor vid SP, Stupi samt Onsala rymdobservatorium till BIPM och vi har därmed för tillfället en nationell tidsskala i Sverige, UTC(SP). För att knyta klockor belägna vid fysiskt skilda ställen till

varandra har vi i Sverige byggt upp ett nationellt system för tidsjämförelser på ett likartat sätt som man använder för att koppla "internationella" klockor till varandra.

Arbetet med tidsjämförelser har hittills varit ett spjutspetsområde för Sverige och för att testa prestanda för det FoU-arbete som pågår spelar både Stupi och Onsala rymdobservatorium en väsentlig roll. Vid dessa tre ställen finns högkvalitativa atomklockor och tidsjämförelser kan därmed göras i en ring för att bestämma eventuella systematiska felkällor. Genom att klockorna finns på olika ställen får Sverige dessutom en mer robust tidsskala än om alla klockor vore placerade på ett och samma ställe. Kopplingen mot UTC och BIPM bör förstärkas varför det pågår ett arbete med målsättningen att även Stupi skall lämna mätdata direkt till BIPM vilket ger redundans även för den externa kopplingen från Sverige till UTC.

Den kommersiella marknaden för tid och frekvens består i första hand av utrustningstillverkare som tillhandahåller produkter. Den sedan flera år dominerande tillämpningen finns inom frekvenssynkronisering och några av de största operatörerna förfogar över egna atomur, Cesiumklockor, för att synkronisera sina egna kommunikationsnät. Åtminstone en av dessa operatörer, TeliaSonera erbjuder synkroniseringstjänster till andra operatörer mot betalning och TeliaSonera har meddelat att man har ett fortsatt intresse att erbjuda denna tjänst även i framtiden. De atomur som anskaffats av teleoperatörerna är, enligt vad referensgruppen kan bedöma, främst inskaffade för de kommersiella krav som ställs för frekvenssynkronisering, vilket gör att de inte har den stabilitet som bör eftersträvas för att hålla en tidsskala med tillfredsställande noggrannhet och av internationell klass.

Inom segmentet externa tjänster för robust och korrekt tid har det hittills inte funnits några andra leverantörer än Netnod. Flera företag eller organisationer har dock egna tidsservrar men i första hand för egna behov och/eller egna kunder. För samtliga tidsservrar utom för Netnods saknas uppgifter om kopplingen till UTC, uppgifter om sårbarhet och en möjlighet att följa upp "levererad" tid i efterhand. Orsaken till att Netnod hittills är den enda tjänsteleverantören av tid över NTP med kvalitetssäkring är med stor säkerhet det faktum som tidigare påpekats, nämligen svårigheten att ta betalt för tidstjänster. Att tillhandahålla en tidstjänst är mer att se som en servicefunktion där kostnaderna slås ut på andra områden vilket inte alltid är enkelt i en alltmer uttalad priskonkurrens.

Riksmätplatsverksamheten inom tid och frekvens finansieras i huvudsak från två håll, statliga anslagsmedel för metrologi samt tillfälliga FoU-medel från PTS (PTS har genom ett antal uppdrag till SP under några år finansierat både arbete och investeringar). Till detta kommer också intäkter från driften av Fröken Ur samt av och till även vissa FoU-intäkter från Försvarets Materielverk, FMV. FoU-området tid och frekvens är på liknande sätt som för övriga riksmätplatsverksamheter generiskt till sitt innehåll vilket betyder att området i sig sällan eller aldrig blir föremål för sektorsutlysningar från forskningsfinansieringsorgan som Vinnova, KK-stiftelsen eller Vetenskapsrådet. Inom tid och frekvens har SP deltagit i utlysningar inom områden som säkerhetsforskning (samutlysning mellan Vinnova, Krisberedskapsmyndigheten och KK-Stiftelsen), för att "övervaka" driftsäkerheten hos GNSS ur störsynpunkt, men hittills utan resultat. Efter diskussioner med några av de svenska forskningsråden har SP fått uppfattningen att i vissa fall har området bedömts vara för generiskt medan i andra fall för smalt.

7.5 Ansvar och befogenhet över området tid och frekvens

I Sverige har vi sedan flera år byggt upp en framstående kompetens inom distribution av tid och frekvens och det är naturligt att bygga vidare på denna verksamhet och utveckla den vidare.

I propositionen "Ett informationssamhälle för alla" (prop. 1999/2000:86) föreslogs att tidhållningen för den svenska delen av Internet bör tillhandahållas med spårbarhet från riksmätplatsen för tid och frekvens vid helstatliga AB Sveriges Provnings- och Forskningsinstitut (SP)² i Borås och i deras regi. Den internationella spårbarheten vad gäller tidhållningen i Sverige är SP:s representation av UTC benämnd UTC (SP).

² Heter numera Sveriges Tekniska Forskningsinstitut, SP

I propositionen prop 2004/05:175, Från IT-politik för samhället till politik för IT-samhället, redovisar regeringen att SP med stöd från KK-stiftelsen och i samverkan med företaget Svensk Teleutveckling och produktinnovation AB (Stupi) i slutet av 1990-talet byggt upp kompetens och system inom området. SP har bland annat byggt tidhållningssystem och ansvarar för tidhållningen i en infrastruktur där de nationella knutpunkterna för Internet i Stockholm, Göteborg och Malmö är försedda med gruppkllocksystem och därtill hörande tidsservrar.

Inom ramarna för regeringens uppdrag att öka robustheten i de elektroniska kommunikationsnäten har PTS även beslutat om ett antal åtgärder vid riksmätplatsen för tid och frekvens vid SP, samt i samarbete med STUPI AB (Stockholm) och Onsala rymdobservatorium skapat alternativa tidsskalor som kan agera som reservsystem för tidgivningen till den svenska delen av Internet i den händelse att SP i Borås skulle slås ut.

Regeringen anförde att arbetet med att tillhandahålla och främja användningen av en robust tid distribuerad via Internet i Sverige bör fortsätta och utvecklas vidare, och att det bör undersökas hur man kan främja en utökad användning av säker och spårbar tid, t.ex. för samhällsviktiga aktörer. Riksdagen beslutade i enlighet med förslagen i propositionen.

I dagsläget finns det inte något formellt, samordnat huvudansvar för "tillämpningsområdet" tid och frekvens eller någon utpekad myndighet som utövar tillsyn över tillämpningsområdet. Däremot är SP via sitt riksmätplatsansvar formellt utpekad som producent av robust och spårbar tid och frekvens. Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC) utövar tillsyn över riksmätplatsverksamheten. Vidare har Netnod i sin roll som neutral knutpunktsleverantör inom den svenska delen av Internet så här långt frivilligt påtagit sig ett ansvar för att distribuera robust och spårbar tid och frekvens via Internet i Sverige, något som inte självklart kommer att fortsätta med automatik.

Den långsiktiga finansieringen av produktion och distribution av tid och frekvens, på en nivå som motsvarar behoven och utvecklingen, är inte säkerställd, vilket äventyrar Sveriges möjligheter att ha ett robust system för tid och frekvens samt att fortsätta ligga långt framme inom området. De investeringar PTS genomfört hos SP har skett inom ramen för PTS robusthetsarbete inom sektorn elektronisk kommunikation. Spårbar tid och frekvens är en förutsättning för att näten för elektronisk kommunikation skall fungera. Elektronisk kommunikation är i sin tur ett grundläggande system som ett högteknologiskt land som Sverige bygger upp stora delar av sin verksamhet kring.

Det är i dag omöjligt att överblicka vilka kostnadsbesparingar ett väl fungerande tid och frekvens system i Sverige skulle generera. Det är också omöjligt att överblicka vilka kostnader som skulle uppstå om det blir problem med tid och frekvens i Sverige eftersom flera system riskerar att bli drabbade samtidigt. Det krävs en omfattande utredning om sådana uppskattningar skall tas fram. Vad innebär det om systemen som exemplifierats i tidigare avsnitt stannar? Vilka fysiska- och ekonomiska konsekvenser blir det för landet och befolkningen om exempelvis bankomater slutar fungera samtidigt som det inte går att nyttja betalkort eller kreditkort?

8 Utvecklingsplan för nationell tid och frekvens

Alla insatser som görs på området ska verka för att produktion och distribution av spårbar tid även i fortsättningen finns kvar i Sverige och rekommendationen är att dessa ska användas som primärkälla för all användning av tid, t.ex. av samhällsviktiga funktioner och av e-förvaltning.

En målsättning kan vara att alla tidsangivelser på dokument etc. skall vara spårbara till UTC(SP) med för den aktuella applikationen relevant felmarginal. T.ex. om kassasystem och bevakningskameror på varuhus har korrekta tidsangivelser kan det underlätta rekonstruktion av händelseförlopp t.ex. vid brottsplatsutredningar.

Staten har en viktig roll för att öka tilliten till IT samt främja en gemensam logisk infrastruktur. En okomplicerad och allmänt tillgänglig spårbar nationell tidsskala är en viktig del i det arbetet. En plan bör utarbetas för att sprida kunskap om och formulera en rekommendation som gör det allmänt känt att det är NTP-källorna som bör användas för alla nätbaserade system för elektronisk kommunikation. Ett viktigt argument för detta är att dessa NTP-källor har dokumenterad spårbarhet till UTC samt att de dessutom är byggda med utgångspunkt i höga krav på robusthet.

Produktion och förmedling av tid och frekvens behöver säkerställas i Sverige. Både Sverige som helhet och olika delar av landet behöver vara självförsörjande i händelse av svåra påfrestningar, bl.a. för att eliminera Sveriges utlandsberoende i detta avseende.

Målet bör vara att skapa en modell som möjliggör att det finns spårbar tid tillgänglig för de svenska användarna via flera olika kanaler som t.ex. Internet, TV, telefoni och andra kommunikationsformer. Tid som presenteras för användare i Sverige ska vara spårbar till UTC(SP) med en för användaren känd precision och noggrannhet. Ett sätt att göra precision och noggrannhet känd är att göra inmätta data tillgängliga på SP:s webbplats. All vidareutveckling av samhällsviktiga funktioner med behov av tid, som t.ex. Raket och digital radio och TV som nämns tidigare, ska uppmanas att utnyttja samma tidskälla.

8.1 Strategi och utvecklingsplan för kommande 5 år

Följande strategi är referensgruppens rekommendation. Den förutsätter att Sverige även i fortsättningen ska ligga i framkant som IT-nation. Referensgruppen utgår här från det som beskrivs i 2.1.3, alternativ 3.

Referensgruppen föreslår att regeringen beslutar om följande strategi för den närmaste 5-årsperioden.

- a) Säkerställ svensk kompetens och tillgång till nationell tid och frekvens på det sätt som krävs för drift av landets elektroniska kommunikationer samt samhällsviktig verksamhet i övrigt.
- b) Säkerställ att den kompetens som finns hos och nyttjas mellan myndigheter och privata aktörer vidmakthålls och utvecklas.
- c) Säkerställer att Sverige har en redundant och distribuerad produktion av UTC vid två platser i landet. SP och Stupi är i dag sammanlänkade med varandra och tillhandahåller distribution till användare. Såväl drift som teknisk kompetens och metodik-kunskaper är idag av varandra helt oberoende vilket ger största möjliga uthållighet.
- d) Utveckla nya primära klockor inom Sverige. I ett optimalt scenario tar vi fram tre stycken för att täcka in behovet för forskning (Onsala Rymdobservatorium) primär nationell tidsskala (SP) redundans och industriell utveckling (Stockholm/Stupi).
- e) Erbjud svenskt kunnande och erfarenhet inom detta område till andra nationer inom EU. I många EU-projekt inom IT och GNSS-området, t.ex. Galileo är hela funktionen byggd runt precisionsklockor och dess praktiska realisering. En internationellt erkänd kompetens inom detta område skulle göra att Sverige kan få del av de utvecklings- och industriprojekt som t.ex. EU finansierar inom detta område.
- f) Ta fram informationsmaterial för myndigheter, företag och privatpersoner om hur de kan hämta tid, samt skapa spårbar och korrekt tid.

- g) Gemensamma resurser behöver kunna erbjudas alla på neutralt sätt. Det är viktigt att inte blanda samman access till gemensamma resurser med ett generellt trafikutbyte mellan två operatörer/marknadsaktörer då det senare styrs av ekonomiska faktorer och avtal mellan operatörerna. En tjänsteknutpunkt är en gemensam distribution av för landet kritiska resurser. Till detta bör man även hitta en modell för distribution av broadcasttjänster som t.ex. vissa TV- och radiokanaler av public service-karaktär. Ur NTP-, DNS- m.m. synvinkel hanteras alla anslutna lika, d.v.s. alla skall kunna få tillgång till resurserna på lika villkor. Referensgruppens ambition är här att specifikt titta på gränsytan mellan Internet i Sverige och de NTP-servrar som tillhandahåller tid, samt de servrar som innehåller publika driftdata etc. för frekvens- och tidsdistribution i Sverige.

Tillgång till vissa gemensamma resurser som frekvens, tid, DNS, etc. kan idag anses som kritiskt för samhället, under vardagliga förhållanden såväl som i tider av svåra påfrestningar på samhället. Detta innebär att staten så långt som möjligt bör sträva efter att säkra tillgången av dessa resurser. Idag distribueras tid från PTS skyddade driftmiljöer.

På samma sätt som DNS är ett av grundprotokollen som omfattas av Internets grundstandarder är också NTP ett sådant grundprotokoll, och borde omfattas av samma tillgänglighet som DNS för den svenska toppdomänen, .SE.³

³ http://www.pts.se/Archive/Documents/SE/sakerhet_domannamnssystem_2006_36_okt.pdf
http://www.pts.se/Archive/Documents/SE/Strategi_sakra_Internets_infrastruktur.pdf

9 Organisation och ansvar

Riksmätplatsverksamheten regleras genom ett avtal mellan staten och SP. Enligt avtalet skall SWEDAC ges möjlighet att utföra årlig tillsyn av SP:s verksamhet som riksmätplats. Tillsynen skall ske i enlighet med internationella standarder för laboratorieverksamhet och skall omfatta såväl teknisk tillsyn som granskning av ledningssystemet av den nationella metrologin. Vid tillsynen skall stor hänsyn tas till internationell utveckling på området. Tillsynen sker i princip mot kraven i ISO/IEC 17025. Omfattningen av den tekniska tillsynen bestäms av Metrologirådet efter samråd med SWEDAC och SP. I sammanhanget kan nämnas att SWEDAC:s tillsyn sker på uppdragsbasis vilket innebär att det är SP och Metrologirådet som av SWEDAC "beställer" tillsyn.

För den tekniska verksamheten finns dessutom ett Metrologiråd som utsetts av regeringen på förslag från SP. Metrologirådet deltar i planeringen av SP:s riksmätplatsverksamhet, följer den tekniska verksamheten och sammanställer en årlig rapport om verksamheten till den svenska regeringen. Rent praktiskt berör tillsynen i första hand det arbete som rör tillskapandet av en svensk tidsskala, UTC(SP). Verksamhet som är förknippad med att distribuera tid till de nationella knutpunkterna och att styra och övervaka de publika tidsserverna i Stockholm, Malmö och Göteborg omfattas inte.

PTS utövar tillsyn inom sektorn elektronisk kommunikation enligt lagen om elektronisk kommunikation. Lagen om elektronisk kommunikation preciserar inte vad som menas med god funktion och teknisk säkerhet. PTS har den 7 maj 2007 gett ut föreskrifter om råd till operatörerna för att uppnå god funktion och teknisk säkerhet. Varken lagen om elektronisk kommunikation eller PTS föreskrifter preciserar var och hur tid och frekvens skall produceras och distribueras för att uppnå tillräcklig god funktion och teknisk säkerhet. Varje situation och funktion måste belysas utifrån de aktuella förutsättningarna.

PTS kan enligt referensgruppens mening ges ett övergripande myndighetsansvar för tillämpningsområdet tid och frekvens samt också utöva tillsyn av distributionen av tid och frekvens eftersom det är en grundfunktion i elektronisk kommunikation. Området elektronisk kommunikation bedöms direkt eller indirekt stå för huvuddelen av tillämpningarna inom tid och frekvens vilket ytterligare motiverar att samverkans- och informationsansvar läggs hos PTS.

I den efterföljande texten och förslagen utgår referensgruppen från att PTS ges detta ansvar.

9.1 Krav på tid och frekvens

Tillämpningar inom tid och frekvens finns inom en stor mängd samhällsområden. Kraven för vart och ett av dessa bör enligt referensgruppens uppfattning formuleras mer eller mindre centralt. Om funktionen tid och frekvens skall få det genomslag i samhället som referensgruppen anser nödvändigt måste tid och frekvens innefattas av ordinarie tillsyns- och revisionsverksamhet som bedrivs av olika för ändamålet utsedda myndigheter samt Riksrevisionen. Om det är nödvändigt vid tillsynsarbete eller revision kan dessa tidvis förstärkas med teknisk expertis på liknande sätt som sker hos myndigheter redan idag vid liknande arbete.

På samma sätt bör arbetet med kravställning bedrivas. Kraven utarbetas av ordinarie kravställande myndigheter. Kravställning till myndigheter bör exempelvis komma från Verva.

9.1.1 Sektorskrav

Kravställning för sektorer bör komma från respektive sektorsmyndighet. En stor del av verksamheten för tid och frekvens ligger inom området elektronisk kommunikation, men även inom andra sektorer finns behov av att sektorsmyndigheterna ställer krav.

9.1.2 Krav från samhällsviktiga funktioner och system

Respektive funktions- och systemägare svarar för att ställa relevanta krav på leverantörer och egen verksamhet.

9.2 Ansvarsfördelning för tidsproduktion

Referensgruppen föreslår att SP får ansvaret för tillverkningen av tid i Sverige. Detta arbete drivs dels genom egen drift av primärklockor samt stöd och tillsyn/kontroll av drift av primärklockor vid minst två andra organisationer i Sverige. Produktionen av tid skall vara distribuerad på ett sådant sätt att man med hjälp av resultaten från forskning och utveckling av tidsdistributionsmetoder kan driva ett realtidsnätverk för koordinering av primärklockor. Systemet skall vara utformat så att den svenska tidsskalan kan vidmakthållas även med ett reducerat antal samverkande klockor med endast en fungerande tidsfabrik. Detta åstadkommes genom att distributionsnoderna styr sig själva autonomt genom att hämta information från primärklockorna helt under egen kontroll.

Rapportering till BIPM skall ske via två oberoende länkar och lämpligen delar man upp klockorna vid de laboratorier som inte är vid transferpunkterna mellan de som har koppling till BIPM så att maximal redundans och uthållighet erhålls.

PTS ansvarar för tillsyn och kontroll för att tillse att det distribuerade systemet drivs på ett sådant sätt att tillgängligheten av distribution av tid från tidsfabrikerna till distributionsnoderna garanteras med största möjliga redundans.

SP ansvarar för forskning och utveckling av primärnormaler och drift/design av klockfabriker.

SP skall representera Sverige i nationellt och internationellt standardiseringsarbete när det gäller distribution av tid och frekvens. SP kan delegera vissa delar, men ska ytterst vara ansvarig för den långsiktiga kontinuiteten.

9.3 Ansvarsfördelning för tidsdistribution

Referensgruppen föreslår följande ansvarsfördelning för tidsdistribution:

PTS ska ansvara för drift och underhåll av distributionssystemet som omfattar distributionsnoder för Internet/NTP, 2Mbitsklocka till SDH/PDH-nät och eventuellt andra i framtiden tillkommande tjänster med ett behov av allmän tillgänglighet. PTS ansvarar för den svenska tiden i kedjan från tidsfabrikerna till distributionsnoderna och fram till respektive operatör. PTS ansvarar för såväl driftprestanda i fråga om både trafiklast och tillgänglighet.

SP ska enligt referensgruppen ansvara för att kontrollera och långtidslagra driftinformation från såväl distributionsnoderna som lämpligt placerade "prober" vilka mäter förhållandet av den av PTS distribuerade tiden på samma sätt som en för ändamålet avsedd användare mottager tiden.

PTS ansvarar för forskning och utveckling av distributionssystem. PTS kan göra detta genom att lägga ut uppdrag.

9.4 Aktörer och ansvarsfördelning

Området tid och frekvens består som referensgruppen tidigare nämnt av tre huvudsakliga komponenter:

1. Produktion av tid (tid- och frekvensfabrik).
2. Distribution av tid (tid- och frekvenslager).
3. Användning av tid – säkerhet, utbildning (tid- och frekvensanvändare).

En långsiktig plan innehåller enligt referensgruppen några viktiga delar som måste omhändertas på olika sätt:

- a) att underhålla och förvalta de system som används för produktion och distribution av tid som finns idag, anpassade efter nya krav och behov. Underhåll innebär alltså att se till att funktionens stabilitet behålls samt att följa utvecklingen och se till att det som produceras är relevant vid varje givet tillfälle.
- b) att utvärdera nuvarande miljö med gjorda erfarenheter
- c) att definiera krav på tjänsterna och utgående från dessa planera och projektera vidareutveckling av miljön för tid i Sverige på lång sikt.

Planen engagerar en rad aktörer med ansvar för olika delar enligt nedan.

9.4.1 Sveriges Tekniska Forskningsinstitut (SP)

I Sverige har regeringen utsett SP till nationellt mättekniskt institut (riksmätplats) för de centrala mätstorheterna i SI-systemet. Som nationellt institut tillgodoser SP industrins och samhällets behov av spårbara mätningar och nära tillgång till mätteknisk kompetens. I detta sammanhang är SP den aktör som producerar och kalibrerar svensk tid, hanterar internationellt samarbete inom tid och utgör central kompetens- och forskningsaktör inom områdena produktion av tid och tidsdistribution. I det arbetet skulle man kunna säga att SP driver "tidsfabrik" samt utövar teknisk tillsyn och kontroll över och sköter publicering av driftdata från klockor, servrar och annan närliggande utrustning.

9.4.2 Netnod Internet Exchange i Sverige AB (Netnod)

Netnod AB är ett helägt dotterbolag till TU-stiftelsen som är en oberoende, neutral part som har till uppgift att främja drift och utveckling av elektroniska kommunikationer i Sverige. Netnod driver sedan 1997 knutpunkter och andra gemensamma resurser för den svenska delen av Internet.

Netnod har till uppgift att se till att knutpunkter och gemensamma resurser för den svenska delen av Internet fungerar och är säkra, har tillräcklig prestanda och nödvändig redundans. Eftersom SP saknar tillräckliga resurser för att hantera datadrift, nät drift och programmering av operativsystem, krävs samverkan med andra aktörer som t.ex. Netnod. Netnod hanterar i sin tur sina huvudfrågor internationellt och utgör kompetens- och fokuspunkt för nätverksbaserad distribution av tid och frekvens, förutsatt att detta kan finansieras via särskilt tilldelade medel.

Den dokumentation som framkommer ur Netnods arbete behöver göras allmänt tillgängligt för att nyttiggöras av andra i deras verksamheter, eftersom det på längre sikt mycket väl kan existera fler "lagerhållare", vid t.ex. andra knutpunkter och platser i Sverige.

9.4.3 Styrelsen för ackreditering och teknisk kontroll (SWEDAC)

SWEDAC har enligt förordningen (2005:894) om teknisk kontroll ett visst tillsynsansvar över riksmätplatser. Omfattningen av tillsynen framgår av ett avtal mellan staten och SP. Avtalet mellan staten och SP stipulerar vidare förekomsten av ett **Metrologiråd** som skall bedöma och stödja verksamheten och ge råd vid planering av olika områden. Ett förslag från referensgruppen är att en av rådets medlemmar skall ha kompetens inom tid och frekvens (i praktiken skulle detta förmodligen innebära ytterligare en ledamot).

9.4.4 Post- och Telestyrelsen (PTS)

PTS utövar tillsyn och kontroll enligt lagen om elektronisk kommunikation. PTS kan med ekonomiska medel vidta förstärkningsåtgärder för att skapa förutsättningar för totalförsvaret att kunna nyttja elektronisk kommunikation i händelse av kris och beredskap. PTS kan inte utöva tillsyn över kvaliteten. PTS kan bidra till att finansiera forskning/utveckling inom områden som syftar till att utveckla system/funktion/utrustning som kan behövas för att stärka systemen för elektronisk kommunikation. PTS kan inte finansiera forskning som kan härledas till verksamhet som går utöver området elektronisk kommunikation. Däremot bedömer referensgruppen att PTS kan ansvara för att finansiera forskning och utveckling av tid och frekvens för sådan verksamhet under förutsättning att PTS tilldelas sådana medel.

PTS har också på uppdrag av regeringen föreslagit en strategi för ett säkrare Internet i Sverige, bl.a. avseende störningar i domännamnsystemet och ett ökat skydd i kritiska Internetfunktioner mot manipulerad information.

PTS skulle kunna verka för att säkerställa att distribution av säker tid i Sverige får fortsatt stöd i form av finansiering, inte bara ur beredskapssynpunkt under förutsättning att PTS tilldelas sådana medel. Vad nätkomponenten på Internet beträffar bör denna samordnas med andra gemensamma resurser, som DNS-servrar, vilka har motsvarande krav på driftsäkerhet och neutral nätåtkomst, dvs. att gränssytan mot Internet i Sverige är redundant, har hög kapacitet och tillgänglighet m.m.

9.4.5 Swedish University Network (SUNET)

SUNET har funnits sedan början av 1980-talet och har utvecklats från att till en början vara ett forsknings- och utvecklingsprojekt till att bli en för universitet och högskolor gemensam organisation och infrastruktur med uppgift att tillgodose deras behov av datakommunikation nationellt och internationellt. Sedan år 2001 bär Vetenskapsrådet ansvaret för att SUNET administreras och drivs enligt de riktlinjer som regeringen lagt fast.

9.4.6 Svensk TeleUtveckling och ProduktInnovation AB, STUPI

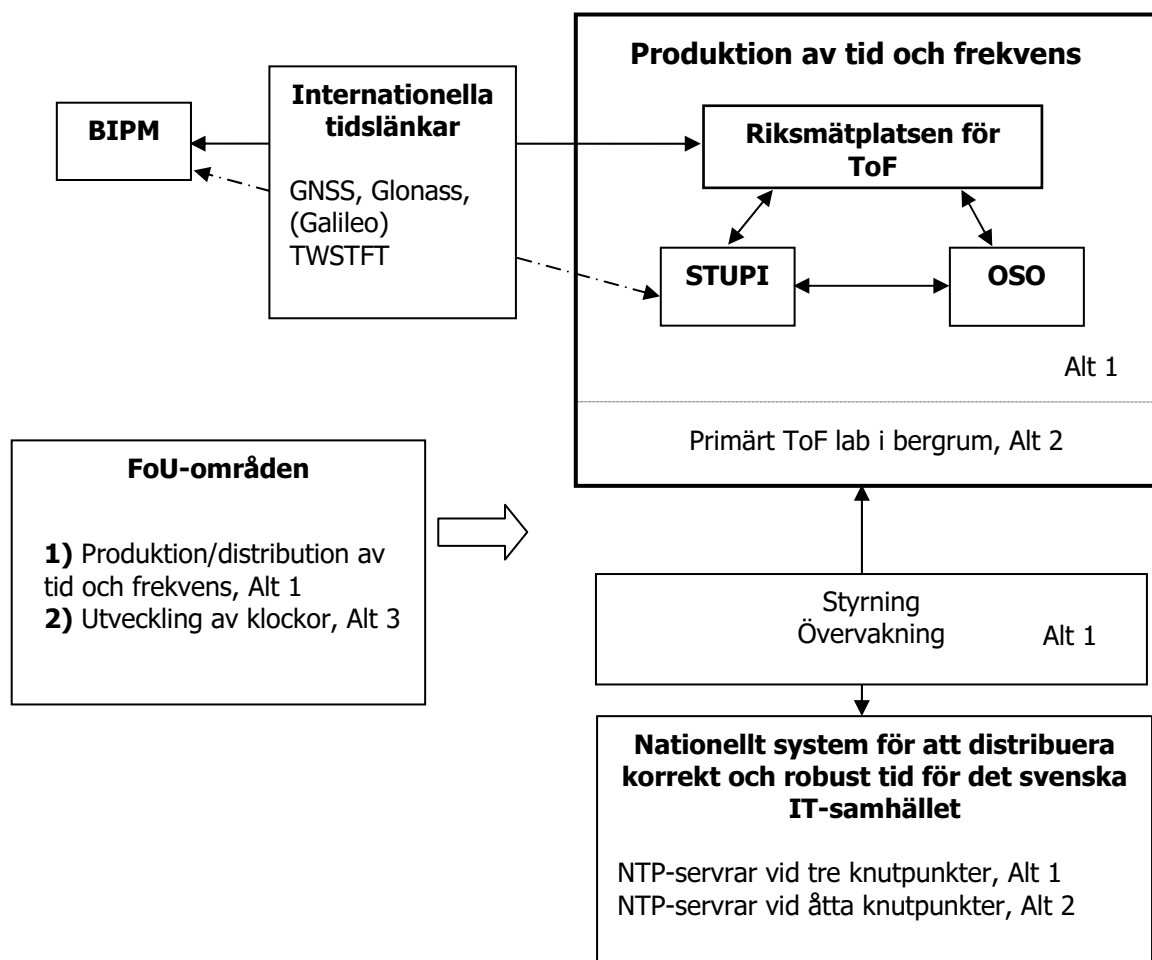
Ett svenskt företag, Svensk TeleUtveckling & ProduktInnovation AB (Stupi) står för design, konstruktion och kompetensbas för och är djupt engagerad i produktion och distribution av robust och spårbar tid och frekvens med den utformning som den kommit att få i Sverige. Stupi AB driver sin egen tidsskala från sitt metrologiska center i Stockholm, spårbar till UTC. Tidsskalan görs tillgänglig med användning av NTP till alla som är anslutna till ett nätverk som har sammankoppling med Internetoperatören Stupi.NET, som har detta som enda tjänst. Stupis verksamhet utgör en viktig del av den forskning och utveckling som sker inom området produktion och distribution av spårbar tid.

9.4.7 Onsala rymdobservatorium vid Chalmers tekniska högskola

Onsala rymdobservatorium (OSO) ligger ca 40 km söder om Göteborg och är en del av institutionen för radio och rymdvetenskap vid Chalmers tekniska högskola. Observatoriet bedriver forskning och undervisning inom astronomi, geofysik och atmosfärfysik. De viktigaste instrumenten är de stora radioteleskop som tillsammans med sofistikerad mottagarutrustning tar emot radiostrålning från rymden och jordens atmosfär. En stor del av verksamheten syftar till att uppmäta jordens dynamik samt klimatförändringar. Uppmätning sker också av jordens rotationshastighet och därmed dygnets längd vilket är kopplat till begreppet tid. Hjärtat i observationerna är de atomklockor som förser mottagarna med tid och frekvens. Forskningen runt tid och frekvens med hjälp av radioastronomi och även med satellitbaserade navigationssystem är en viktig del av Onsala rymdobservatoriums verksamhet. Samarbetet med SP inleddes redan 1995 då SP övertog riksmätplatsen. OSO är idag en viktig del i den svenska produktionen av tid.

10 Finansiering

Området tid och frekvens kan som tidigare nämnts delas upp i tre delområden 1) Produktion av tid och frekvens 2) Distribution av tid och frekvens, samt 3) FoU för långsiktig kompetensuppbyggnad och försörjning inom områdena ovan.



Figur 5: Verksamhetsöversikt över områdena produktion, distribution av tid och frekvens samt därtill hörande kompetensmedel för FoU - Modell för kontinuerlig och långsiktig finansiering

10.1 Finansiering av produktion

Produktion av tid och frekvens innebär upprätthållande av en nationell tidsskala som bidrar till bildandet av den koordinerade världstidsskalan UTC med hög noggrannhet och synlighet i ett internationellt perspektiv. Detta betyder deltagande i internationellt samarbete inom tid och frekvens samt kontinuerliga jämförelsemätningar med hjälp av olika globala navigeringssystem kompletterat med jämförelser mot geostationära satelliter för nödvändig redundans för den internationella kopplingen. För att producera tid och frekvens i Sverige som fyller behoven av robusthet har Sverige valt en modell med en distribuerad tidsskala. Det betyder att atomklockor av olika slag finns uppställda på SP i Borås, Stupi i Stockholm samt Onsala rymdobservatorium (tillhör Chalmers) som ligger söder om Göteborg. Avsikten är att samtliga dessa klockor skall bidra till generering av svensk tid och frekvens och även rapporteras internationellt med en målsättning att Sverige dessutom ska upprätthålla minst två oberoende UTC-tidsskalor i framtiden. Både avseende det internationella och nationella åtagandet så krävs kontinuerlig övervakning, jämförelser och rapportering av tid och frekvens av de olika atomklockorna vid de tre olika produktionsenheterna. Övervakning leder dessutom till åtgärder av förändringar, uppgradering eller

utbyte av metoder och hårdvarukomponenter. Referensgruppen uppskattar att den nuvarande verksamheten som innefattar produktion av säker och noggrann tid och frekvens samt upprätthållande av svenska internationella åtagande kräver en årlig minimibudget på 3 MSEK som bör finansieras genom det statliga metrologianslaget. Referensgruppen föreslår att denna budget hanteras av SP och att den också inkluderar driftskostnader vid Stupi och Onsala rymdobservatorium. Detta förhållande förstärks av att SP och BIPM för diskussioner om att klockor vid Stupi ska rapporteras som "egna" klockor för att utgöra grunden för en andra oberoende UTC-tidsskala i Sverige. Denna del benämns Alt 1 i verksamhetsöversikten ovan.

Referensgruppen föreslår också olika nivåer för utbyggnad av nuvarande produktionsenheter, Alt 2. Ett första utbyggnadsalternativ är att utöka antalet produktionsenheter i syfte att ytterligare stärka robustheten. En sådan utbyggnad motiveras i huvudsak av robusthetskrav inom elektroniska kommunikationer och bör då byggas i en lämplig knutpunkt för kommunikationssystem t.ex. i ett existerande bergtrum. Investeringar i storleksordningen 10 MSEK för bland annat införskaffande av atomklockor samt en uppbyggnads- och årlig driftskostnad på 1 MSEK/år till SP för övervakning, rapportering och underhåll.

Sammantaget innebär detta att svensk nationell tid skapas från ett tjugotal Cesium-atomklockor. Beroende på den nuvarande definitionen av en sekund är det nödvändigt att bygga en tidsskala utgående från Cesiumur. En begränsning är att deras livslängd ligger i storleksordningen fem år och efter denna tid måste de försees med ett nytt s.k. Cesiumrör. Kostnaden för denna åtgärd är ca 400 kSEK och den årliga genomsnittliga kostnaden för att hålla ett tjugotal Cesiumur "vid liv" är 1,6 MSEK. Den ena halvan av denna kostnad föreslås betalas genom Metrologianslaget och den andra halvan av PTS under området distribution.

Referensgruppen föreslår också ett spjutspetsalternativ, Alt 3, med målsättningen att svensk produktion av tid och frekvens också skall omfatta utveckling av nya atomklockor. Dessa "nya" klockor skulle finnas uppställda vid SP, Stupi och Onsala Rymdobservatorium samt även i en tänkt fjärde produktionsenhet i ett bergtrum. I ett fortvarighetstillstånd bedöms kostnaden för att driva ett sådant system till 7 MSEK per år.

10.2 Finansiering av distribution

Distribution och övervakning av tid och frekvens sker både inom de delar av verksamheten som enligt ovan står för produktionen av tid och frekvens men dessutom också till externa användargrupper. Således innefattar denna verksamhet installation, övervakning, drift och vidareutveckling av existerande och framtida NTP-servrar som i huvudsak har tillämpningar inom elektroniska kommunikationer. PTS reglerar verksamheten inom sektorn med bl.a. lagförslag, föreskrifter och upphandling av robusthetshöjande åtgärder. SP bör liksom andra aktörer i sektorn säkerställas ekonomiska medel och resurser så att SP kan svara upp mot PTS krav inom sektorn elektronisk kommunikation. Operatörer erhåller medel från sina kunder. SP måste erhålla medel från staten. Dagens klocksysteem har tillverkats av SP och ägs av Netnod som också ansvarar för driftorganisationen inklusive IT- och informationssäkerheten för NTP-systemen. Idag finns tre olika knutpunktssystem med tidsservrar som styrs och övervakas av SP. Dessa finns i Malmö, Stockholm och Göteborg. Den ökade konkurrensen leder till att Netnod inte kommer att ha ekonomiska förutsättningar att driva dessa i framtiden. Referensgruppen föreslår att staten står för finansiering av driftskostnad och underhåll för de nuvarande knutpunktsklockorna. SP:s årliga kostnader för övervakning, styrning samt utveckling av distribution beräknas till 1.5 MSEK/år, Alt 1 enligt verksamhetsöversikten ovan. De nuvarande klocksystemen i de tre knutpunkterna för Internet är ca fem år gamla och för att bibehålla en hög tillgänglighet måste en del av elektroniken och datorerna bytas ut till nya komponenter. En förändrad hotbild innebär dessutom att vissa uppgraderingar av programvara bör genomföras. Kostnaden för detta bedöms till 1 500 kSEK. Statens ekonomiska medel kan kanaliseras genom PTS som då också ställer krav och utövar tillsyn.

En höjning av ambitionsnivån kan dock motiveras ur ett robusthetsperspektiv och referensgruppen föreslår en utbyggnad från tre till åtta olika knutpunktssystem som också bör ha PTS som huvudman. Med en sådan utbyggnad uppskattas SP:s finansieringsbehov för styrning och övervakning stiga till 2 MSEK/år och kostnaden för arbete och hårdvara för varje tillkommande system är 500 kSEK, dvs. sammanlagt 2,5 MSEK för att bygga upp ytterligare tre system för distribution, motsvarande Alt 2 enligt översikten ovan.

10.3 Finansiering av FoU

I ett internationellt perspektiv står sig den samlade verksamheten vid riksmätplatsen för tid och frekvens bra. För att verksamheten skall fortsätta att ligga i internationell framkant krävs årliga medel för forskning och utveckling. Traditionellt har den svenska FoU-verksamheten inom tid och frekvens varit inriktad mot förbättrad säkerhet och noggrannhet när det gäller distribution av tid och frekvens med huvudsyfte att få till stånd en nationellt distribuerad tidsskala. SP:s riksmätplats för tid och frekvens har genom samarbetet med i första hand Onsala rymdobservatorium utvecklats till en av världens ledande grupper när det gäller utveckling av satellitbaserade distributionsmetoder som bland annat innefattar globala satellitbaserade navigationssystem som GNSS och Galileo. I ett pågående projekt utvecklas en ny metod för tidsjämförelser som utnyttjar befintlig datatrafik i optiska fibernät. Metoden är tänkt att vara ett komplement till radiobaserade metoder för tidsdistribution och kommer förhoppningsvis att innebära att Sverige som ett av de första länderna i världen kan minska sårbarheten av metoder som förhållandevis lätt kan störas ut, avsiktligt eller oavsiktligt. Användningen och spridning av dessa distributions- och övervakningssystem innebär också en ökad möjlighet till att "få tillgång" till andra atomklockor, t.ex. inom det svenska försvaret, som i sin tur kan bidra till den distribuerade tidsskalan och därmed ge ökad säkerhet. Forskningen inom satellitbaserad navigation bidrar dessutom till utvecklingen av nationella och internationella positioneringstjänster samt dessutom klimatforskningen i landet. Nya distributionsmetoder behöver utvecklas för att göra samhället mindre sårbart samtidigt som "gamla" metoder behöver göras mer noggranna och säkra.

Verksamheten relaterad till tid och frekvens vid SP innefattar idag 6 disputerade forskare och 2 doktorander samt omfattande kontakter med FoU-grupper vid framför allt Chalmers i Göteborg. För att verksamheten skall fortsätta att hålla internationell toppklass bör FoU-insatsen vid SP omfatta minst en doktorand som i samarbete med universitet och högskolor och internationella partners kan säkerställa en framtida kompetensförsörjning. För att ha kvar dagens verksamhet på samma nivå bedömer referensgruppen att FoU-verksamheten vid SP ges ett årligt anslag på 3 MSEK som finansieras från PTS eftersom de huvudsakliga avnämarna återfinns inom tillämpningsområdet elektroniska kommunikationer, under förutsättning att PTS tilldelas dessa medel. FoU för Alt 1 enligt verksamhetsöversikten ovan.

Svenska universitet och högskolor bedriver idag ingen forskning direkt relaterad till tid och frekvens. Däremot finns starka kompetenser inom många områden som indirekt skulle kunna bidra till forskning inom tid och frekvens. Detta kan dessutom omsättas i för universiteten och högskolorna viktiga "spin off" effekter där man ytterligare stärker eller nystartar forskning inom andra områden. Exempel på andra forskningsområden som gagnas av forskning inom tid och frekvens är exempelvis utvecklingen av satellitbaserade navigationssystem samt grundforskning inom astronomi och klimatövervakning. SP har ett stort kontaktnät och kan på ett bra sätt koordinera denna forskning. Produktion av tid och frekvens är dessutom helt avgörande för realisering av andra storheter. Bland annat används också idag tid, tidsintervall och frekvens för att realisera storheter som meter, volt, ohm och ampere.

I takt med att samhällets krav på tid och frekvens ökar, t.ex. med avseende på elektroniska kommunikationssystem, kommer också kraven på förbättrad säkerhet och ökad snabbhet även påverka utvecklingen av nya atomklockor. Internationella krav ställs på både en utveckling av nästa generation av tid- och frekvensnormaler samt på en större mångfald av tillverkare. Exempelvis så har det inom ramen för samverkan inom europeisk metrologi, EURAMET och European Space Agency (ESA) identifierats utveckling av nya frekvensnormaler som ett prioriterat område. Anledningen är bl.a. nya krav på noggrannhet och säkerhet. Ur ett säkerhetsperspektiv uppmärksammar EU kommissionen och Galileokonsortiet också det faktum att atomklockor idag endast tillverkas på ett fåtal ställen i världen. Tillgången till dessa frekvensnormaler är därför bristfällig även i tider som domineras av lugn i världspolitiken. Vid kristider riskerar situationen att bli mycket dålig inte minst i Europa. Utvecklingen av nya frekvensnormaler och framför allt utveckling och tillverkning på flera ställen är därför högt prioriterade områden. Med SP i ledningen tillsammans med svenska forskningsinstitut, universitet och högskolor samt genom ett bra internationellt kontaktnät har Sverige goda möjligheter att vara med och leda en sådan utveckling.

För att utvecklingen av nya primärnormaler, t.ex. så kallade optiska klockor ska kunna genomföras beräknar referensgruppen att det behövs ytterligare finansiering i storleksordningen 6 MSEK/år för arbete och 8 MSEK för hårdvara (efter fem år bedöms det årliga investeringsbehovet minska till 3 MSEK).

Referensgruppen föreslår att området tid och frekvens ges dessa förutsättningar att utvecklas till ett internationellt spjutspetsområde. Denna utveckling skulle ske i internationell samverkan och medlen skulle också användas för att utveckla samarbetet mellan SP, universitet och högskolor samt näringsliv. Projektet bedöms ge värdefulla spin off effekter beroende på sitt teknikdjup och komplexitet där SP med stöd från lämpliga universitet och högskolor skulle utveckla ny teknik inom bl.a. områdena integrerad optonik och optoelektronik med den övergripande målsättningen att bygga ett robust klocksystem som fungerar utan daglig tillsyn (som är fallet med de forsknings- eller demonstrationssystem som finns idag), Förslaget motsvarar Alt 3 enligt verksamhetsöversikten.

	Alt 1		Alt 2	Alt 3
Finansiering	Metrologi- anslag / kSEK	PTS / kSEK	PTS / kSEK	PTS / kSEK
Produktion, arbete	3000 ²⁾		1000	
Utrustning produktion ¹⁾	800	800		
Distribution, arbete		1500	500	
FoU		3000		6000
Utrustning				8000 ⁶⁾
Summa årliga medel	3800	5300	1500	14000
Utrustning produktion			10000 ⁴⁾	
Utrustning distribution		1500 ³⁾	2500 ⁵⁾	
Summa investeringar		1500	10250	

1) Avser medel för att kunna genomföra uppgraderingar av atomur, som har känd begränsad livslängd, på ett planerat sätt.

2) Dagens verksamhet inom området tid och frekvens finansieras över anslaget för Metrologi m.m. med 2300 kkr (700 kkr normaliehållning, 600 kkr kompetensmedel samt 1000 kkr öronmärkta medel för tid över Internet). I övrigt finansieras verksamheten m.h.a. olika tidsbegränsade FoU-projekt från PTS, FMV m.m. med drygt 4000 kkr per år (avser arbete, investeringar ingår inte).

3) Avser uppgradering av befintliga tre klocksystem för NTP pga. hög ålder och behov av säkerhetsuppgraderingar m.m.

4) Avser investeringar för att etablera en ny primär klockanläggning placerad i bergtrum för produktion av tid.

5) Avser investeringar för att etablera ytterligare fem klocksystem i sammankopplingspunkter för elektroniska kommunikationer.

6) Avser medel under projektets första fem år därefter bedöms det årliga behovet vara 3000 kkr.

Figur 6: Sammanfattning av referensgruppens förslag för finansiering av Produktion respektive Distribution av tid och frekvens samt därtill knuten FoU.