

# Tillförlitlig kommunikation med fjärrmanövrerade objekt



---

**Denis Anusic**

Dept. of Industrial Electrical Engineering and Automation  
Lund University

Examensarbete

# Tillförlitlig kommunikation med fjärrmanövrerade objekt

---

Denis Anusic



## Abstract

Lately mergers and acquisitions made larger power distribution companies. The economic benefits of those are carefully calculated. But what's much more complicated is to calculate all consequence of mergers. Very few things in business are certain. The precision of science doesn't apply to business. Universal "laws of nature" do not govern business; no formula "replicates" good management. Decision makers can't predict the steps that make companies succeed, no matter how nice it would be to get guaranteed results. But with carefully investigation and strategic planning the negative consequences are reduced.

One of the consequences is clarify complexity of communication systems and integrate new merged company in existing communication system. Factors to treat are different technology, routine and future reliability.

The master thesis explains some of technical challenges E.ON Elnät Sverige AB have at the present time and what has to come in the future. It also explains and evaluates some of aspects and comparisons between different solutions such as satellite communication, NMT450, Mobitex, radio etc. Furthermore is the question about remote controlled switches raised and complexity to secure a high probability between SCADA and the object.

Consequently present projects have also to be taken in consideration and the author indicates vital part of those.

Final conclusion indicate that Mobitex is most effective way to communicate with remote controlled switches and satellite to less significant distribution stations.

## Tack

*Göran Svensson för all stöd och råd du generöst delat med dig under resans gång. Helheten har blivit mer begripligt tack vare din breda kunskap, erfarenheten och tålamod.*

## Nyckelord

Frånskiljare, fjärrmanövrerat objekt, tillförlitlighet, SCADA, RTU, satellit, Mobitex, NMT450, lokal radio, station, distributionsnät, eldistribution, kommunikation.

## Kuriösa

I Sverige är så gott som alla avhandlingar inom medicin, teknik och naturvetenskap på engelska. Det finns de som hävdar att detta är positivt, då engelskan är globalt accepterat språk. Ut vardaglig konversation måhända att detta är positivt men jag är likt Horacle Engdahl, ständige svenska akademins sekreterare, kritisk då det kommer i mera komplexa sammanhang. Jag är också övertygad att man aldrig kan lära sig behärska ett inlärt språk lika bra som sitt modersmål.

Engdahl påpekar att naiva människor tror att ett språk bara består av ord men efter ett halvt liv med engelskan i sin forskning kanske en svensk professor närmar sig normalbegåvad engelsk tolvåringens säkerhet när det gäller stilistisk avgörande faktorer.

Gunilla Jönsson, rektor på LTH år 2006, förklarar att modersmålet påverkar vårt sätt att tänka och resonera. Samtidigt måste vi kunna kommunicera med vår omvärld.

Det är just vid kommunikationen som man märker skillnaden. En undersökning som gjorts på två högskolor i Sverige har man märkt drastisk skillnad då man hade föreläsningar enbart på engelska; Det ställdes betydligt färre frågor än normalt.

Det också något jag själv märkt under min tid på LTH och som Horacle Engdahl säger:  
” Vi slänger fram våra färdiga engelska fraser för att sedan tystna då diskussionen växer i komplexitet. Själv läser jag fem språk flytande men vet att jag är enspråkig. Som svensk blir jag dummare på engelskan.”

Eftersom mitt examensarbete behandlar teknik inom Sverige och riktar sig nästan enbart till audiens med svenska som modersmål vill jag därmed sticka ut från mängden och skriva mitt examensarbete på det språket jag och troligen även Ni, vördade läsare, behärskar bäst.

Januari 2007

Författaren

# Innehåll

---

<b>1</b>	<b>INTRODUKTION .....</b>	<b>1</b>
1.1	Bakgrund .....	1
1.2	Syfte .....	2
1.3	Uppdrag .....	2
1.4	Tidplan .....	2
1.5	Faser .....	3
1.6	Kontaktpersoner .....	4
<b>2</b>	<b>TEKNIK .....</b>	<b>5</b>
2.1	Kommunikation inom E.ON Elnät .....	5
2.2	Fjärrterminaler .....	6
2.2.1	Fjärrterminal typ 1a (frånskiljare, kopplingskiosker, vindkraft).....	6
2.2.2	Fjärrterminal typ 2 (mindre station med transformator >0,5 MVA) .....	7
2.2.3	Fjärrterminal typ 3 (station med transformator >5MVA).....	9
2.2.4	Fjärrterminal typ 5 .....	10
<b>3</b>	<b>KOMMUNIKATIONSALTERNATIV .....</b>	<b>11</b>
3.1	Mobiltelekommunikation .....	12
3.1.1	NMT 450 .....	12
3.1.2	CDMA2000 i 450 MHz-bandet (Digitalt NMT) .....	12
3.1.3	GSM .....	12
3.1.4	UMTS (3G) .....	13
3.1.5	Täckningsgraden för NMT, GSM och 3G .....	14
3.1.6	Mobitex .....	14
3.1.7	RAKEL/Tetra .....	17
3.1.8	Satellit .....	18
3.1.9	Lokal radio – Radius .....	19
<b>4</b>	<b>TILLFÖRLITLIGHET .....</b>	<b>21</b>



<b>5</b>	<b>TEKNIKANALYS .....</b>	<b>23</b>
5.1	Mobiltelekommunikation NMT450/CDMA2000.....	23
5.2	Mobiltelekommunikation - GSM och 3G .....	23
5.3	Mobitex.....	24
5.4	Satellit .....	25
5.5	RAKEL .....	26
5.6	Lokal radio - Radius.....	26
<b>6</b>	<b>TEKNIKREKOMMENDATION.....</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>RISKANALYS.....</b>	<b>29</b>
7.1	Geografisk utspridning och förvärv.....	29
7.2	Frånskiljare kontra KRAFTTAG .....	30
7.3	Prioritering .....	30
<b>8</b>	<b>EKONOMIANALYS .....</b>	<b>33</b>
8.1	Frånskiljare kontra SAIDI.....	33
8.2	Underhållskostnad för frånskiljare.....	35
<b>9</b>	<b>KONKLUSION .....</b>	<b>37</b>
<b>10</b>	<b>REFERENSER .....</b>	<b>38</b>
<b>11</b>	<b>BEGREPP OCH FÖRKORTNINGAR .....</b>	<b>40</b>
<b>12</b>	<b>BILAGOR .....</b>	<b>42</b>





# 1 INTRODUKTION

---

Denna avhandling är ett 20 poängs examensarbete på civilingenjörs utbildningen Elektroteknik vid Lunds Tekniska Högskola, LTH. Examensarbetet har utförts på E.ON Elnät Sverige AB, Malmö, i kollaboration med institutionen för Industriell Elektroteknik och Automation på LTH.

Det första kapitlet beskriver och introducerar ämnesområdet, den initiala frågeställningen samt presenterar examensarbetets projektplanering.

## 1.1 BAKGRUND

E.ON Elnät Sverige AB är i färd med att utveckla driftsystemet Eldorado<sup>1</sup> att innefatta samtliga nät och kunder. Detta skall vara genomfört under år 2008.

Kommunikationsstrukturen till fjärrmanövrerade objekt sker i Eldorado enligt följande metoder:

- Kommunikation till station på PDH-nät, över optofiber, radiolänk et cetera.
- Kommunikation till station över transparent digitalradiosnurra i multidropp
- Kommunikation till station över signalkabel eller fast förhyrd anslutning via telenät
- Kommunikation till station över Mobitexnätet
  
- Kommunikation mellan station och fjärrmanövrerade frånskiljare över "lokalt radio nät" (Radius FSS eller Nortroll CT5000)
- Kommunikation till fjärrmanövrerade frånskiljare över Mobitexnätet

I nästkommande driftsystem kommer det finnas behov av att säkerställa informationsutbytet mellan station, frånskiljare och kontrollrum med hjälp av ovanstående teknik.

För att kunna minska avbrottsid för E.ONs kunder med tillhörande ersättningskrav kommer denna funktionalitet att bli allt mer viktig. Detta kommer också att medföra minskade kostnader när det gäller felavhjälpning då fjärrmanövrerade frånskiljare inte behöver hanteras manuellt.

---

<sup>1</sup> E.ON Elnäts driftsystem baserat på ABB:s systemplattform Networkmanager (SPIDER), Cadops & Facil.

## 1.2 SYFTE

Det primära syftet med uppdraget var att Denis Anusic skulle tillämpa den analytiska förmågan och kunskap vilka inhämtats under studietiden på Lunds Tekniska Högskola. Intentionen med uppdraget var att analysera de olika kommunikationslösningarna inom E.ON Elnäts verksamhetsområde och dra en slutsats hur man kan säkerställa inför framtiden.

Detta i sin tur kommer till E.ONs favör genom att vara marknadsledande med en tydlig kundfokus.

## 1.3 UPPDRAG

Tillförlitlig kommunikation med fjärrmanövrerade objekt påbörjades med inriktning att belysa dagens teknik och kommande driftsystem inom E.ON Elnät. Därefter har författaren funderat på lösningen av problemet och gjort en nödvändig analys för att sammanfatta i denna avhandling. Till hjälp har såväl interna som externa resurser nyttjats.

Per Clasén avdelningschef Systemstöd/Driftenheten och Göran Svensson har varit handledare.

Uppdraget omfattade följande moment/faser:

1. Projektetableringsfas

2. Fastställande av vad E.ON Elnät har idag?

Teknik (PCU/RTU), fabrikat, system etc.

3a Datainsamling av i vilken omfattning kan befintlig teknik utnyttjas?

3b Datainsamling av vilka förändringar föreslås för att uppnå den bästa lösningen med befintlig och ny teknik?

Teknik, fabrikat, system

4. Analys av hur förändringar kan implementeras i det nya driftsystemet?

Tid, möjlighet

5. Redovisning av tidsåtgång och ekonomi för 4, samt uppnådd kundnytta.

Investering och driftkostnad kontra kortare avbrott.

6. Presentation

## 1.4 TIDPLAN

För att kunna planera de olika moment och få ett tidsperspektiv gjordes ett schematiskt processflöde, se Figur 1.



Figur 1 - Grundupplägget för examensarbetet.

Examensarbetet innefattas av sex faser. Efter varje fas finns det en *milestone*, M1-M6. Milestone är ett dokument som beskriver fasen och slutsatser som gjorts. I Tabell 1 kan man dessutom läsa tidsfördelningen för varje fas. Detta är en ungefärlig planering som var riktmärke vid arbetsutförandet med reservation för mindre förändringar. I kapitel 1.5 kan man läsa mer utförligt om de olika faserna.

Tabell 1 - Tidsåtgång för de olika moment.

Fas	Moment	Tidsåtgång (veckor)
<b>Fas 1</b>	Projektetableringsfas	2-3
<b>M1</b>	Startrapport	
<b>Fas 2</b>	Fastställande av nuvarande teknik	2-3
<b>M2</b>	Sammanställning av nuvarande teknik	
<b>Fas 3a</b>	Datainsamling av möjligheter	5
<b>Fas 3b</b>	Datainsamling av förändringar som föreslås	
<b>M3</b>	Sammanställning av data	
<b>Fas 4</b>	Analys av implementering av Fas 3a och 3b	3
<b>M4</b>	Sammanställning av analys	
<b>Fas 5</b>	Ekonomisk kalkyl för Fas 4/riskhantering	4
<b>M5</b>	Preliminär slutrapport	
<b>Fas 6</b>	Presentation	2
<b>M6</b>	Slutgiltig rapport	

## 1.5 FASER

Fas 1, Projektetableringsfas är den period då bland annat ett avtal upprätthålls mellan examensarbetare, en institution på högskolan och E.ON. Under denna period ska man fastställa problemformuleringen och tillvägagångssättet. Författaren själv anser att denna period var av yttersta vikt, då en god uppsatt planering är en av avgörande faktorer för slutrapporten. Fasen avslutades och beskrevs i en startrapport.

Fas 2, Fastställande vad E.ON Elnät har idag för teknik, är precis som det låter. Där skulle samtliga leverantörer och fabrikat undersökas. Fasen avslutades med ett dokument som sammanställer E.ON:s teknikspektrum.

Fas 3, Datainsamling, är ett ganska stort block. Där beskrevs hur långt nuvarande teknik kan användas och dess begränsningar, samt vilka förändringar som föreslås för att uppnå en optimal effekt. Denna fas likväl avslutades med en rapport.

Fas 4, Analys av hur man kan implementera de nya förändringarna, tog upp tidsaspekt, geografiskt område, installationssvårigheter et cetera, samt förberedde inför nästa fas där ekonomisk kalkyl presenteras.

Fas 5, Redovisning av tidsåtgång och ekonomi, är en viktig hörnsten av examensarbetet. Där analyseras investerings- och driftkostnader kontra minskad felavhjälpning och kortare avbrott. Dessutom upplyser man riskhantering och synergi inom E.ON Elnät.

Fas 6, Presentation, är den sista fasen. Arbetet avslutades med en muntlig presentation samt en färdig slutrapport.

## 1.6 KONTAKTPERSONER

Ett speciellt tack till Göran Svensson, E.ON Elnät, som bidrog med råd, tips och innovativa idéer.

*Examensarbetare*

Denis Anusic

e02da@student.lth.se

*Handledare, E.ON Elnät Sverige AB*

Per Clasén

[per.clasen@eon.se](mailto:per.clasen@eon.se)

*Handledare, LTH*

Magnus Akke

magnus.akke@iea.lth.se

*Examinator, LTH*

Gunnar Lindstedt

[gunnar.lindstedt@iea.lth.se](mailto:gunnar.lindstedt@iea.lth.se)

## 2 TEKNIK

E.ON Elnät Sverige AB har verksamhet i ganska stora delar av Sverige (se Figur 2). För att kommunicera med stationer och fjärrmanövrerade objekt använder man sig av en rad olika tekniska lösningar. De geografiska skillnaderna gör det nästintill omöjligt att använda, på ett tillfredställande sätt, en homogen teknisk lösning. Med andra ord är tekniska valet beroende på vilka förutsättningar man har i ett givet område. En annan tillika viktig faktor är att E.ON förvärvat flera andra elnätsbolag som i sin tur har haft egna tekniska lösningar och SCADA-system<sup>2</sup>. Dessa har man på olika sätt migrerat till nuvarande verksamhet.

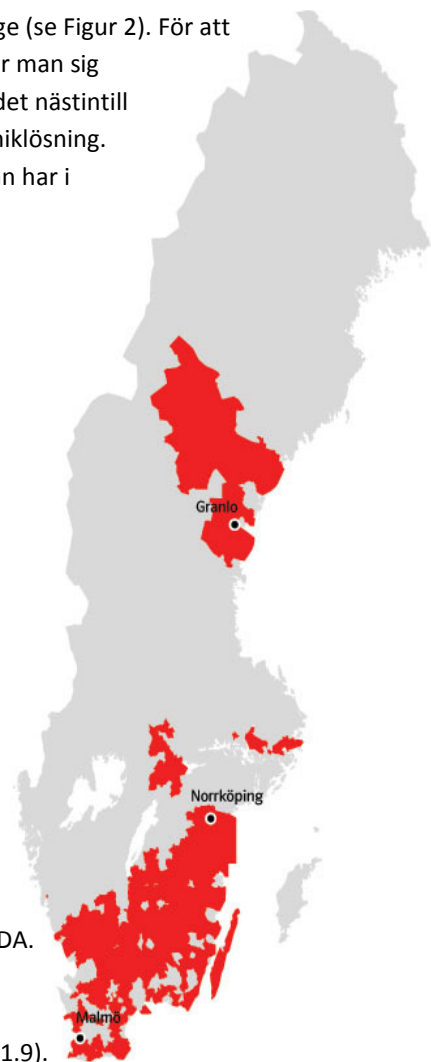
### 2.1 KOMMUNIKATION INOM E.ON ELNÄT

För att kunna förstå hur datakommunikation till och från fjärrmanövrerade objekt fungerar är det lämpligt att förklara något grundläggande princip.

Om man studerar Figur 3 finner man på den vänstra sidan en användare, det vill sägas en operatör i en driftcentral. Från en driftcentral övervakas systemet, objekt manövreras, man insamlar mätvärden et cetera.

Kommunikationen mellan en driftcentral och en fjärrmanövrerad station kan ske via olika transmissionsmedier; radiolänk, satellit, fiberoptik, uppring linje, hyrd linje et cetera.

I en station finns det oftast kommunikationsutrustning (Remote Terminal Unit, RTU) som kommunicerar "uppåt" mot SCADA. En RTU fungerar också likt en "koncentrator" neråt; det vill sägas mot det yttersta objektet - fjärrmanövrerad frånskiljare i detta fall. Denna kommunikation sker via ett så kallat "lokal radio" (Kapitel 3.1.9).

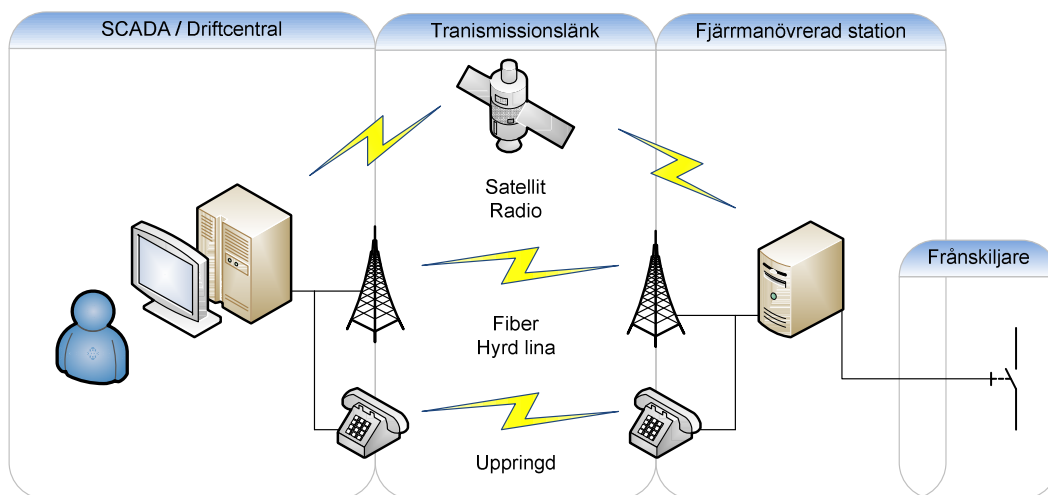


Figur 2 - E.ON Elnäts verksamhet i Sverige, april 2007.

<sup>2</sup> SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) är ett system för övervakning och styrning av diverse processer.



I vissa fall har man direkt kommunikation mellan en driftcentral och en frånskiljare. Detta sker med en Mobitex-lösning (Kapitel 3.1.6).



Figur 3 - Kommunikation mellan en driftcentral och ett fjärrmanövrerat objekt.

## 2.2 FJÄRRTERMINALER

Då man pratar om kommunikation till fjärrterminaler har man ett brett spektrum av olika kommunikationsalternativ. För att enklare kategorisera dessa är det lämpligt att börja med att titta på de olika fjärrterminaltyper som finns inom E.ON Elnäts regi.

Fjärrterminaler förekommer i samtliga region- och fördelningsstationer med större uttag än 0,5 MW. Den skall vara utformad som en egen enhet och endast innehålla fjärrfunktioner, det vill säga inte automatik såsom lokal spänningsreglering och lokal sektioneringsautomatik.

### 2.2.1 Fjärrterminal typ 1a (frånskiljare, kopplingskiosker, vindkraft)

Terminal Typ 1a är placerad i både inom- och utomhusmiljö och används huvudsakligen för mindre händelsestyrda fjärrkontrollterminaler, såsom kopplingsstationer/kiosker utan transformering samt för övervakning av vindkraftställverk och enskilda frånskiljare i nätet.

Terminal av denna typ har ett fåtal objekt och kan svara på enstaka momentan förfrågningar (mätvärde) vid begäran. Svarstiden på Typ 1a är acceptabel mellan 10-15 sekunder.

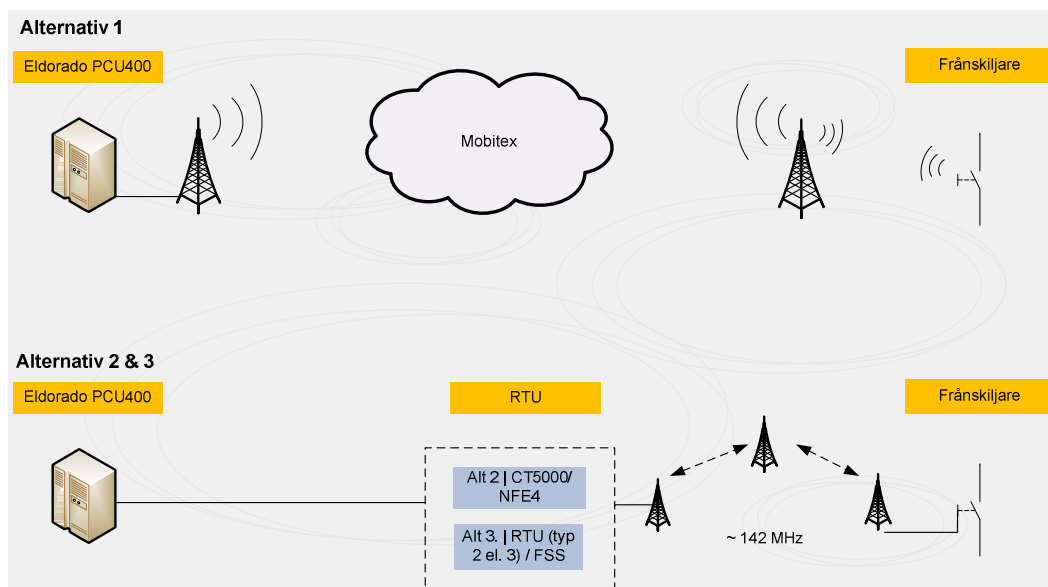
Fjärrterminalen av denna typ har typiskt:

- 1-5 dubbelmanöverobjekt med dubbelindikering
- 8-16 signaler
- 1-4 analoga mätvärden

Enligt "Tekniska bestämmelser för fjärrterminaler" (TB) som E.ON Elnät använder vid nyprojektering, skall nya terminaler av typen 1a kommunicera med Eldorado enligt tre olika alternativ:

Tabell 2 - Tabell 3 – Kommunikationsalternativ för fjärrterminal typ 1a.

Alternativ 1	Via Mobitex som använder MASC protokoll.
Alternativ 2	Via Nortroll med CT5000 <sup>3</sup> och NFE4 <sup>4</sup> mot frånskiljare, samt RP570 <sup>5</sup> mot Eldorado.
Alternativ 3	Via Radius med hjälp av FSS/RIP respektive DNP3 mot frånskiljare och via IEC61870-5-101 eller RP570 mot Eldorado.



Figur 4 - Principskiss av kommunikation från Eldorado till fjärrterminal typ 1a.

## 2.2.2 Fjärrterminal typ 2 (mindre station med transformator >0,5 MVA)

Fjärrterminal typ 2 är en fjärrkontrollterminal som normalt placeras inomhus i transformatorstationer med högre uttag än 0,5 MVA eller i stora kopplingsstationer. Fjärrkontrollterminal av typ 2 kommunicerar huvudsakligen via Mobitexnätet Version 2 (V2) eller om det är kostnadseffektivare som medlem i ett transparent multidropp digitalradiosnurr.

Om fjärrterminalen kommunicerar via Mobitex V2 så definieras regler i terminalen för när momentan mätdata skall sändas till Eldorado via absolut dödband och/eller larmgränser.

<sup>3</sup> CT5000 är en kommunikations "koncentrator" för frånskiljare från företaget Nortroll.

<sup>4</sup> NFE4 likt CT5000 en "front end" och konverterar de anslutna terminalernas protokoll mot Eldorado.

<sup>5</sup> ABB:s kommunikationsprotokoll mellan överordnat driftövervakningssystem och underordnat RTU.

Mobitex terminalen har även en lagringsfunktion som lokalt kan lagra mätvärden och bilda max/min/medelvärden för driftstatistik av driftspänningar, effektvärden och belastningsströmmar. Dessa värden hämtas nattetid av Eldorado.

Det är acceptabelt med svarstider mellan 12-15 sekunder. Mobitex nätet kan i vissa fall ge längre svarstider. Terminal typ 2 skall kommunicera med Eldorado enligt något av alternativen nedan:

**Tabell 4 – Kommunikationsalternativ för fjärrterminal typ 2.**

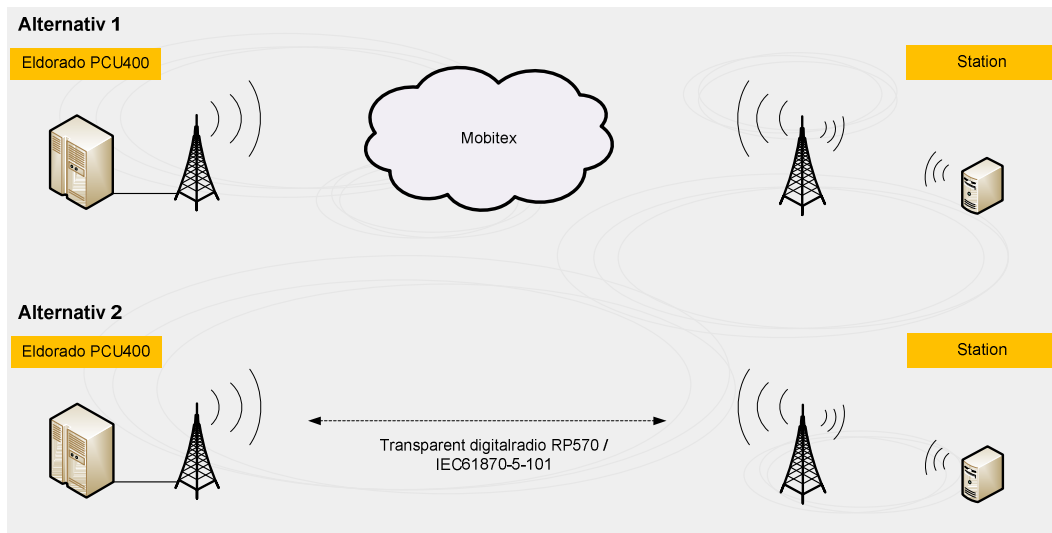
Alternativ 1	Via Mobitex som använder MASC protokollet samt Eldorados Applikationsprotokoll version 2.
Alternativ 2	Via transparent digitalradio i multidropp och då via RP570 eller IEC61870-5-101.

Terminal typ 2 skall dessutom ha lokal GPS tidssynkronisering, alltid levereras med 10 % driftsatta reservsignaler, levereras med watchdog<sup>6</sup> funktion till larmsändare samt inneha en ungefärlig I/O omfattningar enligt exempel i Tabell 5.

**Tabell 5 - I/O omfattning i terminal typ 2.**

Typ	Antal dubbelmanöver & dubbelindikering	Antal mätvärden	Antal enkel signaler
2.1	16	16	32
2.2	24	16	48
2.3	32	24	64

<sup>6</sup> En funktion som ställs in och förhindrar systemet från att arbeta i oändlighet eller bli överksam pga. programfel eller fel på utrustningen.



Figur 5 - Principskiss av kommunikationen från Eldorado till fjärrterminal typ 2.

### 2.2.3 Fjärrterminal typ 3 (station med transformator >5MVA)

Fjärrkontrollterminal placeras inomhus i transformatorstationer, från stationer med större uttag än 5 MVA och upp till region/stamstationer. Terminalen kommunicerar seriellt via fast uppkoppling mot Eldorado.

Fjärrkontrollterminalen skall ha funktioner för att styra och övervaka felsignaler, lägesindikeringar, analoga och binära mätvärden, energipulser, styra brytare, motormanövrerade frånskiljare, återinkopplingsautomatik, kondensatorbatteri, reaktorer, spänningsreglering med ökning/minskning et cetera. Regler för när mätdata skall sändas till Eldorado definieras lokalt i fjärrkontrollterminalen via integrerat dödband.

Det är acceptabelt med svarstider <5 sekunder. Terminal typ 3 skall kommunicera med Eldorado enligt något av alternativen nedan:

Tabell 6 – Kommunikationsalternativ för fjärrterminal typ 3.

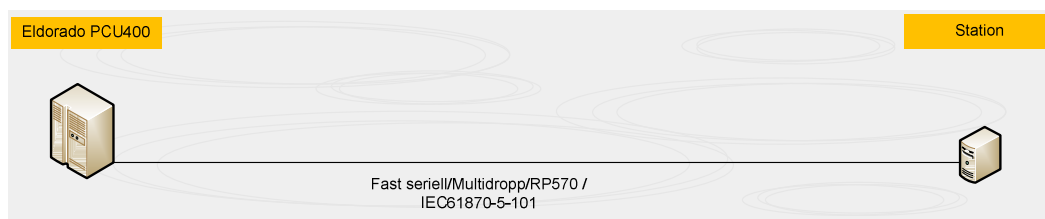
Alternativ 1	Via transparent digitalradiosnurra i multidropp och då via RP 570 eller IEC 61870-5-101.
Alternativ 2	Via V.24 i eget så kallat PDH nät via RP 570 eller IEC 61870-5-101.
Alternativ 3	Via egen signal-/fibernkabel och RP 570 eller IEC 61870-5-101.
Alternativ 4	Via fastförhyrd telelinje och RP 570 eller IEC 61870-5-101.

Terminal typ 3 skall dessutom levereras med 20 % driftsatta reservsignaler, watchdog funktionen till larmsändare, lokal GPS tidssynkronisering i regionstation och ungefärlig I/O omfattning enligt Tabell 2.

Vid uttag större än 5 MW skall fjärrkontrollterminalen vara anslutet till Eldorado via fast förbindelse. Därmed är terminal typ 3 utesluten i denna studie.

Tabell 7 – I/O omfattning i terminal typ 3.

Typ	Antal dubbelmanöver & dubbelindikering	Antal mätvärden	Antal enkel signaler
3.1	16	16	32
3.2	24	16	48
3.3	32	24	64
3.4	48	32	64
3.5	64	48	128



Figur 6 - Principskiss av kommunikationen från Eldorado till fjärrterminal typ 3.

## 2.2.4 Fjärrterminal typ 5

Denna typ av fjärrterminal är placerad i en stamstation eller stor regionstation (I/O omfattning >typ 3.5), till exempel stadsnät eller regionstation med fler än två spänningsnivåer.

Fjärrkontrollterminalen skall ha funktioner för att styra och övervaka felsignaler, lägesindikeringar, analoga och binära mätvärden, energipulser, styra brytare, motormanövrerade frånskiljare, återkopplingsautomatik, kondensatorbatteri, reaktorer, spänningsreglering med öka och minska etc. Det är acceptabelt med svarstider <5 sekunder.

Denna typ av terminal skall vara alltid vara ansluten till Eldorado via fast förbindelse, och därmed är den inte aktuell i denna utredning.

**Härmed ämnas det fortsätta utredning för fjärrterminal Typ 1 och Typ 2.**

# [3]

## 3 KOMMUNIKATIONSALTERNATIV

Då man skall projektera ett område och lösa datakommunikationen till ett objekt har man en rad olika aspekter att beakta. Dels som tidigare nämnt, de geografiska som är i stor utsträckning väldigt avgörande, vilken typ av objekt det handlar om, men även antal kunder inom området samt anslutningsmöjligheter till redan befintliga kommunikationsnät. Inom E.ON har man dessutom flera pågående projekt som på olika sätt speglar valet av kommunikation, vilket analyseras i Kapitel 5.

Det är sammanlagt sju olika alternativ som undersöks i denna studie. För varje alternativ följer en beskrivning och i följande kapitel även en analys med objektiv ställning i vad avser intressenten. Lösningarna har dessutom studeras speciellt ur aspekterna säkerhet och tillgänglighet. Det som också berörs i slutet av detta kapitel är lokalradio från leverantören Radius men motsvarande fungerar på liknande sätt från Nortroll.



Med luftburen datakommunikation finns risk att en dåligt utformad lösning kan exponera hela systemet. Det är därför viktigt att säkerhet är en komponent som finns med redan från början vid projektering och införande. Hoten vid användning av luftburen datakommunikation inkluderar bland annat:

- ↘ Möjlighet till avlyssning av överförd data
- ↘ Möjlighet till förändring av överförd data
- ↘ Möjlighet till införande eller återuppspelning av information
- ↘ Åtkomst till anslutna system och IT-resurser
- ↘ Överlastningsattacker och attacker med avsikt att slå ut resurser, s.k. DoSattacker

## 3.1 MOBILTELEKOMMUNIKATION

Mobiltelekommunikation är kommunikation som sker i luften med hjälp av radiovågor istället för en trådförbindelse. De tre största mobiltelesystem i Sverige är NMT450, GSM och UMTS.

### 3.1.1 NMT 450

Nordic Mobile Telephone 450, NMT450, är ett analogt system som är främst avsett för taltelefoni. Det utvecklades gemensamt i de nordiska länderna och togs i drift av Televerket i oktober 1981. Vid användning av en 15 W fordonsmonterad terminal täcker NMT450 ungefär 95 procent av Sveriges yta och med handhållen terminal ungefär 80 procent. Nätet kommer att släckas i slutet av år 2007 och ersättas av ett digitalt NMT-nät.

### 3.1.2 CDMA2000 i 450 MHz-bandet (Digitalt NMT)

Ett nytt digitalt mobiltelefonisystem byggs i 450 MHz-bandet som ersätter det analoga 450-systemet, vilket uppnått sin tekniska och ekonomiska livslängd. CDMA2000 är en hybrid 2.5G/3G protokoll för mobil kommunikation som används för att skicka röst och data. CDMA (code division multiple access) är en teknik som tillåter att många radiosändare/mottagare delar på samma frekvenskanal. Detta kommer till användning då NMT450 använder endast 180 frekvenskanaler. Tack vare detta blir denna teknik billigare. NMT450 använder sig av celler som är ungefär 50 km. Frekvensen som man använder är 463-467,5 MHz.

PTS utdelade tillstånd till Nordisk Mobiltelefoni (NMAB) år 2005 med krav att 1 juli år 2007, täcka 80 procent av landytan i varje enskilt län. Överföringshastighet kommer att ligga för mobila datatjänster över 1 Mbit/sekund.

Reservkraften för NMT-nätet beror på vilken mast man använder sig av – om man är kopplad mot Teracom har man en längre drifttid vid strömavbrott, däremot är det något sämre på andra inhyrda master.

### 3.1.3 GSM

GSM (Global System for Mobile Communication)<sup>7</sup> kallas även 2G i vissa sammanhang, där man menar att det är den andra generationens mobiltelefoni. GSM togs i bruk i Sverige under 1990-talet och är den telefoni som är den mest använda idag i Sverige.

År 2006 hade 97-98 procent av Sveriges befolkning GSM-täckning där de bor, däremot var yttäckningen 60-70 procent. Telia Sonera utlovar att fram till slutet av 2008 bygga ut GSM-täckningen från 70 till 90 procent av Sveriges geografiska yta.

Precis som andra mobiltelefonnät består GSM av följande delar: radionät, kärnnät, tjänstenät och terminaler. De olika delarna kopplas samman med hjälp av transmissionsnät och övervakas av ett drift- och underhållssystem. Det mobila nätet är i sin tur sammankopplat med det fasta telefonnätet och Internet. Nätet är uppbyggt av ett antal noder och databasar som har olika funktioner. En nod är en typ av växel eller router som kan hantera taltrafik eller datapaket. GSM är uppbyggt av ett antal basstationer som kommunicerar med mobiltelefoner i närheten. Varje

---

<sup>7</sup> Ursprunglig akronym var *group spéciale mobile*, numera "globalt system för mobil kommunikation".

basstation erbjuder täckning över en cell som kan variera i storlek och form. Från början var alla celler runda med en basstation mitt i cellen, en rundstrålande antenn användes för att sprida radiosignalen åt alla håll ut från basstationens mast. Täckningsområdet (cellen) blir olika stort beroende på hur terrängen ser ut. Över slätter kan radiosignalen breda ut sig över långa avstånd men vid bergig terräng hindras signalens genomträngning.

Behovet av ökat antal celler växte när mobilsystemet började få flera användare, framförallt i städer. Genom att använda sig av mindre celler fick man högre kapacitet, då varje cell endast kan hantera ett begränsat antal samtal på samma gång. Man införde även riktantenner som strålade inom en begränsad sektor (vanligtvis 120 grader). Med tre riktantenner sprids signalerna 360 grader och därmed har man tredubblat kapaciteten från en och samma basstation. Dessutom sänktes avgiften för operatören (billigare projektering, färre bygglov, mindre underhåll).

Storlekar varierar ganska mycket beroende vilket område det handlar om. På landet med få master ligger en cell i storlek 1-35 km, makrocell. I stad och tätbebyggelse används mikroceller som varierar mellan 100m – 1000 m. På vissa flygplatser, centralstationer mm. används pikoceller som räcker upp till 100 m.

Prestanda uppgår till 30-40 kbps med GPRS. Ett område anses vara täckt där fältstyrkan, mätt på broadcastsignalen från en basstation, utomhus på 1,7 meters höjd, är lika med eller överstiger 58dBμV/m/200kHz.

### 3.1.4 UMTS (3G)

UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) är idag den dominerande 3G-tekniken. UMTS erbjuder idag en bredbandig paketdata-baserad överföring av tjänster, upp till 3,6 Mbit/sekund<sup>8</sup>. I vanlig telefonledning så skickar man data genom kretskopplad dataöverföring. Det innebär att man blockerar linjen när man ringer och att linjen inte blir ledig förrän samtalet är avslutat. UMTS tekniken använder den outnyttjade kapaciteten i nätet vilket leder till att man kan prata i telefon och ta emot information samtidigt. Motivet med den nya tekniken var att komplettera och i viss mån ersätta den tidigare mobila tekniken (GSM). En annan intressant aspekt med 3G tekniken är att vid störning eller dålig signal till masten kan samtalet flyttas till GSM nätet och sedan tillbaka när man får kontakt med en 3G-basstation.

Dock är frekvensutrymmet för UMTS tilldelat i ett relativt högt frekvensband vilket ger radiosändaren en begränsad räckvidd. Med andra ord använder UMTS en kortare våglängd än GSM, därför blir räckvidden kortare och det behövs ett tätare nät av sändare.

$$\frac{c}{f} = \lambda$$

$$c = 2,997925 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$f_{UMTS} = 2000 \text{ MHz}$$

$$\lambda_{UMTS} = 15 \text{ cm}$$

$$f_{GSM} = 900 \text{ MHz}$$

$$\lambda_{GSM} = 33 \text{ cm}$$

$$f_{NMT450} = 450 \text{ MHz}$$

$$\lambda_{NMT450} = 66 \text{ cm}$$

<sup>8</sup> www.tre.se, maj 2007



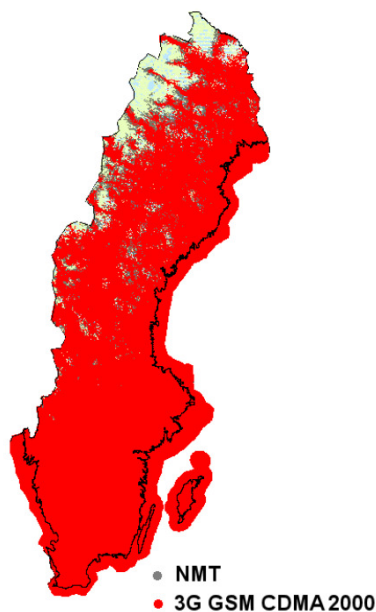
Den 1 december 2006 hade 97-98 procent av Sveriges befolkning täckning med någon av operatörer. Nätet täcker idag cirka 40 procent av Sveriges yta.

Ett område anses vara täckt där fältstyrkan, mätt på pilotsignalen<sup>9</sup> från en basstation, utomhus på 1,7 meters höjd är lika med eller översteg 58dBµV/m/5MHz i tät och sluten bebyggelse och 50dBµV/m/5MHz i övrigt.

### 3.1.5 Täckningsgraden för NMT, GSM och 3G

Man ska skilja på yttäckning och befolkningstäckning. För eldistributionsbolag är yttäckning av större intresse, då fjärrmanövrerade objekt kan befinna sig långt ifrån ett bebott samhälle. Figur 7 redovisar den aktuella geografiska täckningsgraden vad det avser tal utomhus. Kartan är baserad på det underlag som redovisats PTS (Post & Telestyrelsen) av operatörerna<sup>10</sup>. På den presenterade landskartan framstår inte skillnad mellan den sammanlagda täckningen och NMT som särskilt stor. På en regional karta syns skillnaderna tydligare. I landets norra inland och fjällområden finns betydande områden som vare sig täcks av NMT eller andra nät. Det som i första hand skiljer är att täckningsluckorna i främst glesbebyggda områden blir färre och mindre med NMT.

Figur 7 ger ändå inte en riktigt sanningsenlig bild ur användarens synvinkel. Detta beror på en del olika faktorer och en av de väsentligaste är att kartan visar GSM-operatörernas sammanlagda täckning, dvs. där det finns täckning med minst en operatör medan användarna i regel nyttjar endast en av operatörerna. Variation i signalstyrka beroende på lokala terrängvariationer och antens läge i förhållande till basstationen kan ge en drastisk skillnad för förbindelsen än den beräknade.



Figur 7 - Samtliga nät i hela Sverige

Tabell 8 - Befolkningstäckning i procent av den totala befolkningen (9 113 257 personer) den 31 december 2006

	CDMA2000	GSM	UMTS
NMAB	89	-	-
Telia Sonera <sup>11</sup>	-	98	98

### 3.1.6 Mobitex

Mobitex är ett digitalt paketdatanät, till skillnad från kretskopplade datanät (ex GSM), vilket innebär att en användare alltid kan vara uppkopplad mot nätet.

<sup>9</sup> Primary common pilot channel (IMT-DS)/broadcast channel (IMT-TC).

<sup>10</sup> Den redovisade kartmaterialet har inkommit i MapInfo-format/SCB-rutor.

<sup>11</sup> Telia Sonera valdes i denna jämförelse som operatör då bolaget redovisade bäst täckning av samtliga operatörer.

Multicom Security AB äger idag Mobitexnätet i Sverige vilket främst används av professionella användare (polis, ambulans, vaktbolag, transport mm) där mobil dataöverföring med hög tillförlitlighet är viktigt. Bolaget ägs av det brittiska investmentbolaget GMT Communications Partners Limited.

Multicom Security tillhandhåller en rad olika mobila larmtjänster. Idag har man ca 50 000 anslutningar, varav 18 000 är Mobitexanslutningar. Av dessa 18 000 har DHL 1 500 anslutningar och ambulanser står för 600 anslutningar.

Mobitexnätet består idag av ungefär 220 basstationer. Det är relativt få basstationer för Sveriges yta, men ändå blir ungefär 92 procent av ytan täckt. Det är tack vare att Mobitex fungerar på en frekvens som har stor utbredningskaraktäristik och har ganska hög uteffekt jämfört med GSM. Som exempel kan man jämföra en GSM-mast som täcker en area på upp till ca 35 km i radie; dock är detta teoretiskt. Då Mobitex arbetar på en lägre frekvens (68-88 MHz jmf med 900/1800 MHz) har den också en större teoretisk utbredning.

En GSM-mast kan sända med en uteffekt på ungefär 20 W, men då mobiltelefoner har högst 2 W uteffekt blir inte heller strålning från antennen mycket högre än så. Man vill ha tvåvägs kommunikation; i annat fall blir det bara envägs (antenn till mobilenhet och inget svar).

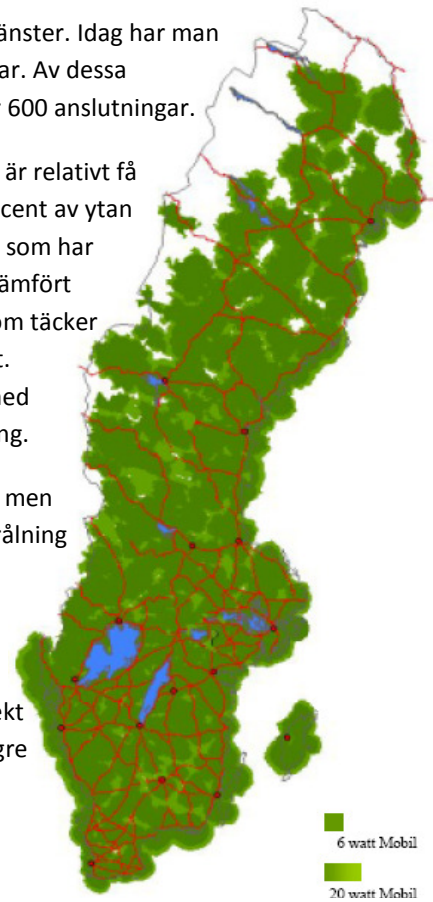
Ett Mobitexmodem från Ericsson eller Plettac har en uteffekt på ca 20 W och därmed kan även antennen skicka med högre effekt, vilket leder automatisk till att man får en större täckningsarea.

### Mobitex - täckning

För att få en bättre inblick i Mobitexnätet och dess täckningsförhållande undersöktes områdena Öland och

Älmhult. Dessa två områden projekteras redan av E.ON Elnät för Mobitex användning. Det som är intressant med Älmhultsområdet är terrängvariationen och även den hårda drabbningen under stormen Gudrun.

Vid granskning av täckningskartor ser man tydligt flera överlappningar, Figur 9. Detta innebär förbättrad redundans och därmed även tillförlitlighet.



Figur 8 - Täckningskarta över Mobitexnätet i Sverige med två olika sändningseffekter.

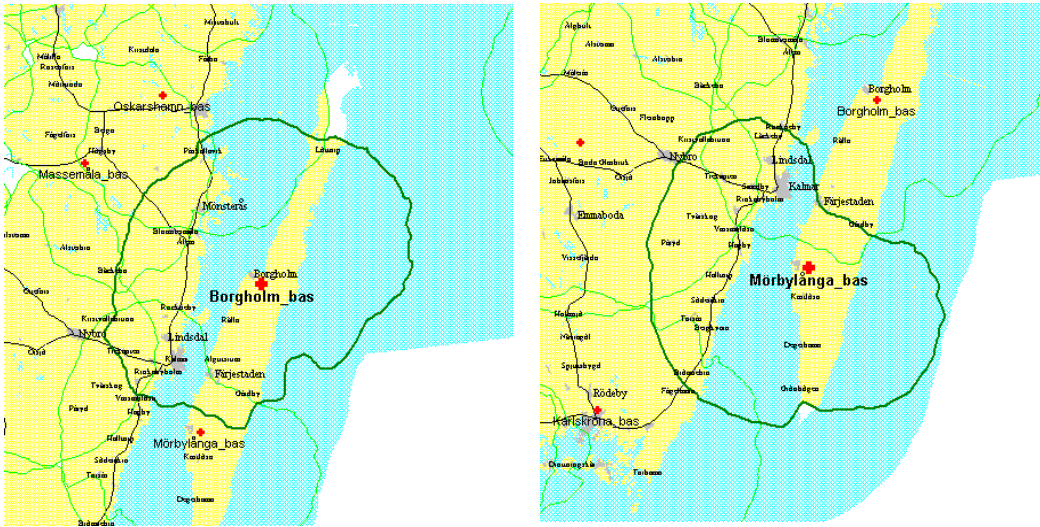


Figur 9 - Täckningskarta för Älmhult basstation i Mobitexnätet. Den starka gröna linjen är det område Älmhult bas täcker (rött kors). De andra röda kors gäller andra stationer och de ljusgröna linjerna respektive täckningsområdet.

Vad det gäller Öland kan man säga att de geografiska förutsättningarna är betydligt bättre än i södra Småland. Området är ganska glesbefolkat, med få användare, och man skulle kunna tänka sig att man inte prioriterat Ölandområdet vid uppbyggnad av Mobitexnätet. När man analyserar Figur 10 kan man bli något överraskad; nästintill hela Öland är täckt av Mobitexnätet. Ur dessa täckningskartor ser man att PTS planerat väl och strategiskt Mobitexnätet när det byggdes upp.

### Mobitex – reservkraft

Vad det gäller reservkraft så skall samtliga basstationer i undersökta områden inneha 10 timmars batteri-backup. Detta är något mindre än vad man kanske önskar sig. En lösning skulle vara att som förklarat i Kapitel 5.3, göra ett avtal med lokala entreprenörer för UPS eller diesel aggregat och på så sätt försäkra sig att viktigare punkter är nåbara vid ett längre strömavbrott.



Figur 10 - Täckningskarta för Öland med Borgholm och Mörbylånga basstationer i Mobitexnätet.

### 3.1.7 RAKEL/Tetra

RAKEL (RadioKommunikation för Effektiv Ledning) bygger på en europisk kommunikationsstandard kallad TETRA. Detta system är särskilt lämpat för organisationer i samhället som arbetar för allmän ordning (blåljusorganisationer och privata aktörer så som elnätsbolag). Genom att ha ett gemensamt system ökar samverkan i vardagen men framförallt i krissituationer. I Sverige är det Krisberedskapsmyndigheten (KBM) som tillhandhåller RAKEL-tjänster.

RAKEL-systemet är digitalt, vilket underlättar datasändning, felkorrigering och kryptering. Precis som i GSM-nätet kan användaren bortse från under vilken basstation han/hon befinner sig. Den mobila enheten lyssnar inom ett visst frekvensområde och ansluter automatiskt till den basstation som hörs bäst.

Täckningen förespås vara väldigt god då man bygger/hyr in sig på befintliga master. Det är master från Teracom, räddningstjänsten, försvarsmakten (10 procent av det totala antalet master) men även mobiltelefon operatörer. 40 procent av master har diesel som reservkraft och då kan man räkna med 7 dygns reservdrift. Där det finns batteribackup kan man räkna med minst 6 timmars reservdrift.

En fullständig förteckning över de hyrda master och dess reservkraft finns hos KBM, men det är framförallt SAAB, teknikleverantören, som ansvarat för denna upphandling. ELTEL ombesörjer själva nätet.

Sammanlagt kommer det att handla om ungefär 1900 master när hela uppbyggnaden är färdig. Varje mast/antenn kan sända upp till 30 km avstånd. Basstationernas täckningsområden överlappar delvis varandra, vilket ger en ökad redundans. Projektet beräknas vara färdigt år 2010.

Med nuvarande strategi har man byggt så att varje mast klarar 4-8 användare samtidigt i taltrafik. I framtiden kan man utöka upp till 31 trafikkanaler. Än så länge har ingen i Sverige efterfrågat enbart datatrafik och det finns inga färdiga lösningar från KBM. Överföringshastigheten per radiokanal och tidslucka är 4,6 kb/s.

### 3.1.8 Satellit

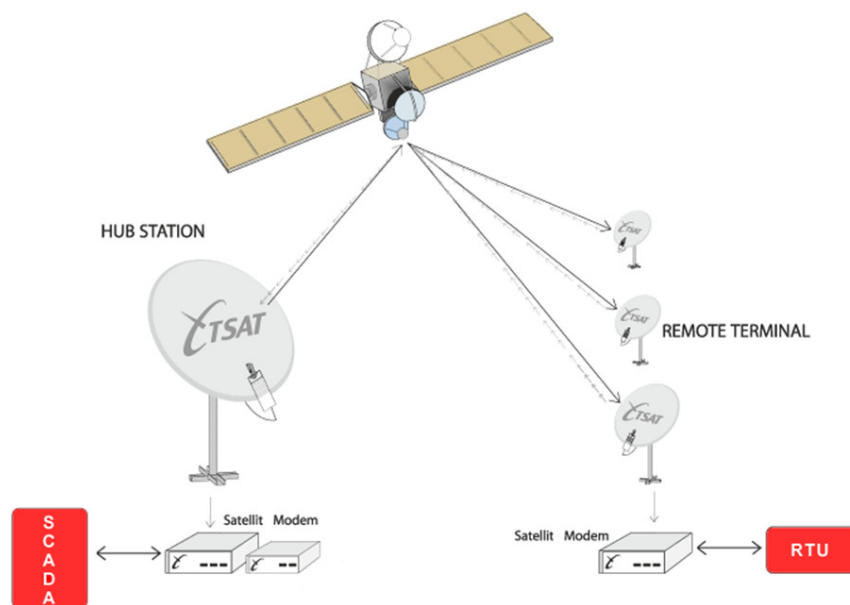
Satellitkommunikation är en punkt-till-punkt förbindelse. Redan på 1980-talet började det dyka upp möjligheter för kommersiell användning av satellitkommunikation. Sen dess har den ständigt utvecklats.

De två mest vanliga kommunikationsband för satellitkommunikation är C-band (3.7GHz – 6.425GHz) och Ku-band (11.7GHz – 14.5GHz). Dessa två är i sin tur uppdelade i två separata halvor; en för mark-till-rymd (upstream) respektive rymd-till-mark (downstream).

För satellitkommunikation behövs något mer komplex hårdvara än för de traditionella trådlösa förbindelserna och därav en något större investering från början. I Figur 11 kan man studera principskiss.

Data från SCADA-systemet kodas, förstärks och skickas som en signal från en parabolantenn. Signalen färdas ungefär 3600 mil till en satellit, förstärks, och skickas återigen 3600 mil till en remote terminal unit (RTU), det vill sägas en station i detta fall. Fördröjningen från det att en signal lämnar HUB till att den når RTU är ungefär 0,25 sekunder.

Eftersom man hyr en viss bandbredd, betalar man inte för mängden datatrafik (företaget TSAT som levererat satellit kommunikation till E.ON Elnät vid tidigare tillfälle, erbjuder för närvarande upp till 128 kbit). Datatransmissionen är oftast transparent och man har möjlighet att använda sig av en rad olika protokoll; bland annat RP570, IEC60870-1-101, TCP/IP et cetera.



Figur 11 - Principskiss av satellitkommunikation

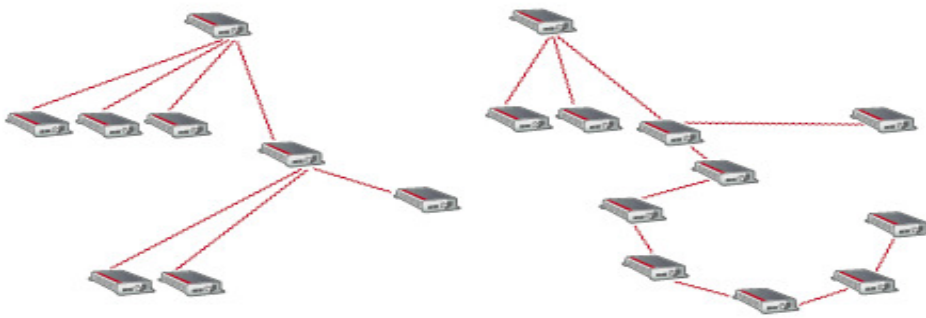
Det bör påpekas att satellitkommunikation är en lösning för stationer och inte för frånskiljare, av ekonomiska och praktiska skäl.

### 3.1.9 Lokal radio – Radius

Radius AB är ett företag som levererar frånskiljare och utvecklar kommunikationslösningar för fjärrmanövrerade objekt. E.ON Elnät har en god erfarenhet av Radius produkter, framförallt i Halmstadsområdet, då infrastrukturen är enbart byggd på Radius produkter.

I det här arbetet förklaras lokalradiokommunikationen med Radius produkter, men på liknande sätt fungerar även produkter från andra leverantörer, bland annat Nortroll.

Med lokalradio menar man en infrastruktur vilken exempelvis E.ON Elnät projekterar, bygger upp och äger. I stationen har man en ”koncentrator” som är en master-enhet och alla frånskiljare i området kommunicerar via denna mot RTU. Master-enheten samlar in statusinformation från samtliga eller från enskild efterfrågad enhet och skickar informationen vidare uppåt (SCADA). En radioenhet kan också fungera som transparentenhet eller en ”repeater” se Figur 12. I detta fall hoppar signalen vidare till den dedikerade enheten. Fördelen med detta är att man kan täcka vidsträckta områden.



Figur 12 - Principskiss över lokalradio. Det vänstra fallet har en transparent och det högra är uppbyggt som en multirepeater lösning.

En radioenhet täcker ett område upp till ungefär 25 km, beroende på geografiska förutsättningar. Användaren har snabb svarstid från varje enhet, ingen uppkopplingstid och är oberoende av tredje part i fråga om transmission. Dataöverföringshastighet är mellan 600–19200 bps. Denna kommunikationslösning är särskilt lämpat med många frånskiljare inom relativt litet geografiskt område. Frekvensen som man oftast använder sig av ligger i 400 MHz-bandet.



# [4]

## 4 TILLFÖRLITLIGHET

---

Den kontenta frågeställning i denna avhandling har varit tillförlitlighet. För att definiera ordets mening i denna belägenhet måste man tillämpa olika angreppssätt. Precis som vid en mer komplex problematik, hittas möjligheten enklast genom att dela upp den i mindre fragment, därefter analysera respektive, för att slutligen ingå i en omfattande symbios.

Enligt Svenska Akademiens ordlista betyder tillförlitlighet "*en utrustnings förmåga att utföra sin specificerade funktion under föreskrivna villkor*". Med detta som baktanke har följande aspekter analyserats för varje enskilt teknikalternativ:

*Reservkraft* – hur lång tid efter ett strömavbrott man kan ha kommunikation med objektet.

*Täckning* – hur bra täckningsförhållande råder där objektet befinner sig.

*Tillgänglighet* – hur ofta uppstår kommunikationsbrister till objektet på grund av överbelastning (dominoeffekt), fördröjning et cetera (internt inom E.ON eller tredje part).

*Underhåll* – behov av tillsyn och underhåll.

*Pris* – investerings- och löpandekostnader.

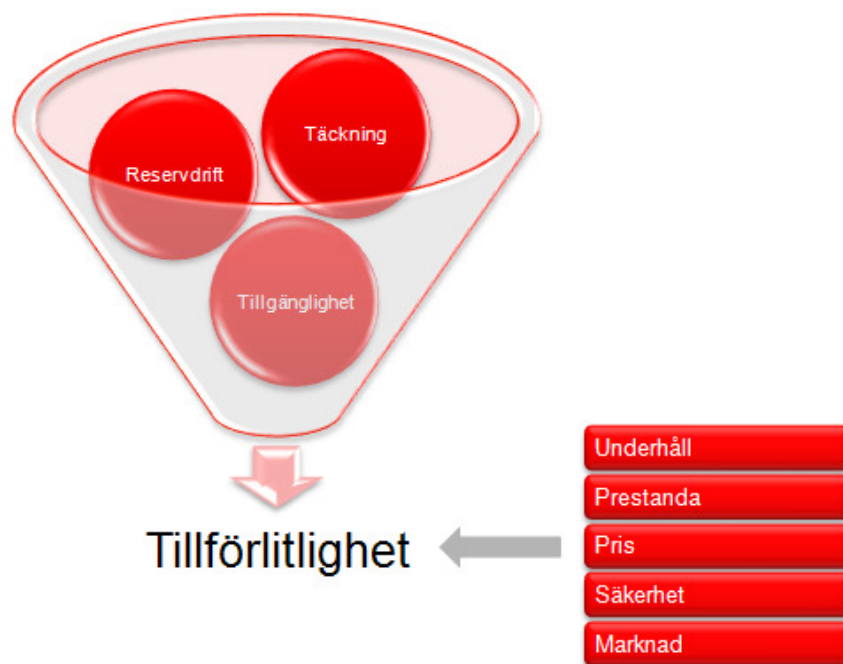
*Säkerhet* – möjlighet till kryptering och säker förbindelse.

*Prestanda* – överföringshastighet eller högsta möjliga bandbredd.

*Marknad* – är tekniken beprövad, finns det mjukvara, hårdvara och kompetens på marknaden.

Den mest utstuderade tolkningen av tillförlitlighet ur E.ON Elnäts perspektiv i fråga om frånskiljare respektive mindre stationer, består av tre beståndsdelar: *reservkraft*, *täckning* och *tillgänglighet*. De andra tillkommer som supplement.





Figur 13 – De tre primära faktorer samt de fem supplement definierar tillgänglighet ur E.ON Elnät aspekt.

## 5 TEKNIKANALYS

---

Mot bakgrunden av objektiv information i de föregående kapitlen utvecklas fundamentala konklusioner i avseende på kommunikationsalternativen. Dessa grundas på en rad olika observationer. Varje alternativ analyseras och presenteras med en syntes.

### 5.1 MOBILTELEKOMMUNIKATION NMT450/CDMA2000

NMT-nätet används inte i lika stor utsträckning kommersiellt som GSM och UMTS och har betydligt färre användare. I NMT-nätet hanteras användarna på något annorlunda sätt än med GSM-tekniken, vilket medför att det inte uppstår samma kapacitet problematik.

Överföringshastigheten är högre än genom GSM-nätet och täckningen bättre. Det kan förefalla då att NMT-kommunikationen är ett tillfredställande alternativ. Anledning att den inte kan rekommenderas i denna rapport är ganska enkel: operatören Nordisk Mobiltelefon AB, NMAB, har inte byggt färdigt infrastrukturen och det finns inte någon helt klar mjuk- och hårdvarulösning för de ändamål E.ON Elnät önskar. Dock har företaget TCCconnect tecknat partneravtal med NMAB och inom snar framtid kan det dyka upp produkter som kan uppfylla E.ON Elnäts krav. I ett flerårsperspektiv måste E.ON utveckla tillsammans med berörda parter den önskade hårdvaran och mjukvaran, liknande det man har gjort med Mobitex-pilotprojekt.

För att i snabbare takt bygga upp infrastrukturen har NMAB hyrt in sig på befintliga master (framförallt på Teracoms master där reservkraften är väldigt god).

### 5.2 MOBILTELEKOMMUNIKATION - GSM OCH 3G

Vid en analys av de två mest vanliga telekommunikationssystemen kan det förefalla att det skulle vara klokt att välja någon av dem. Man har flera faktorer som talar för detta beslut. GSM och 3G har en stor global marknad idag, vilket leder till att många applikationslösningar finns tillgängliga. Det är också viktigt att påpeka att det finns ett relativt stort utbud av fackkunig personal vilket givetvis underlättar framtida uppgradering och service; bättre övervakning, högre överföringshastigheter et cetera.

En annan positiv effekt av detta är självklart priset. Eftersom det är stor konkurrens blir priserna mer gynnsamma för E.ON Elnät.

Det kan visserligen förekomma brister vad det gäller yttäckning, men inom ramen för framtida planer för utbyggnader kommer de nuvarande "täckningsskuggor" snabbt reduceras.

Det som är latent med GSM och 3G-nätet, men som kan ha horribla konsekvenser är reservkraften och den så kallade dominoeffekten. Det som händer vid ett strömavbrott är att många användare ringer med sina mobiltelefoner. Detta belastar basstationen, som inom kort tidsaspekt antingen havererar eller slutar fungera då reservkraften förbrukats. I detta fall vidarebefordras användare (de som är inom täckningsområdet) till närmaste cell (mast) och tillika sker där en överbelastning. Därefter fortsätter det vidare och dominoeffekten uppstår.

Vill i detta läge en operatör från en driftcentral skicka statusförfrågning eller en manöver till en frånskiljare blir detta omöjligt. Trafiken är blockerad eller så är länken till objektet bruten.

Hur lång reservkraft de olika master har varierar, dels på området, antal användare, infrastrukturen, operatören och ifall det är UPS respektive dieselaggregat. Man kan dock inte räkna med mer än några timmar högst.

Detta utesluter GSM och 3G som kommunikationsförmedlare för E.ONs fjärrmanövrerade objekt.

### 5.3 MOBITEX

En stor fördel med Mobitex är redundansen. Vid de flesta nyprojekteringar E.ON Elnät gjort och där Mobitex är installerat har man täckning från minst två Mobitexmaster. Det bekräftar även Brämhults teleservice<sup>12</sup>.

Det som dock är mest intressant med Mobitexnätet är tillgängligheten: hela 99,5 procent och i regel ännu högre, enligt Multicom Security. Då användarna är ständigt uppkopplade är normala svarstiden under 10 sekunder.

Multicom Security validerar alla Mobitexmodem som används i Sverige. De har dock ingen särskilt kännedom eller statistik om något modem som varit exceptionellt bra eller dåligt.

Plettac-modem är i utvecklingsfasen vid rapportens skrivande och har haft mindre problem med kommunikation; ett fenomen som kallas "insomning". Det tar något längre tid att ansluta sig till modemmet vid första försöket, men därefter blir modemmet fullt funktionsdugligt. Problemet kan dock åtgärdas med hjälp av en omstartsfunktion varje natt.

För närvarande är en blandning av Plettac- och Ericsson-modem att föredra vid nyprojektering. Tyvärr nyproduceras inte Ericsson-modem längre och därmed måste man införskaffa sig dessa modem från den begagnade marknaden. Det finns flera aktörer som kan i detta fall agera som förmedlare av genomgångna och kontrollerade modem. Ericsson-modem (nyservade) kostar något mindre än Plettac-modem.

Mobitexmodem som är anslutet till en frånskiljare av leverantör Radius har en standbytid mellan 3 och 4 dygn (beroende hur mycket sändningar det genomförs). Detta innebär att batteritiden på själva frånskiljaren räcker längre än på master som undersökts i Öland- och Älmhultsområdet.

Självsektionering finns implementerat lokalt i varje Radius enhet och kräver inte någon kommunikation för att fungera. Man ställer in två tidsparamterar som är beroende av reläskyddets inställning på matande station. Vill man däremot nyttja helautomatiska nät så får man lägga ett automationslager i SCADA eller innan.

---

<sup>12</sup> E.ON Elnät och Multicom Security har anlitat Brämhults teleservice vid mätning, projektering samt service.

Slutlig konklusion är att Mobitex är ett stabilt och mycket tillförlitligt system. Den kan inte hantera stora mängder data (några kb) men är fullt tillräckligt för E.ON Elnäts användning för mindre stationer och frånskiljare. Om man dessutom kan få ett bra avtal angående reservkraft med lokala entreprenörer (UPS eller diesel), utöver den som Multicom Security garanterar, kan man få en mycket säker kommunikationslösning. För närvarande ligger reservkraften på ungefär 10 timmar i Öland- och Älmhultområdet.

## “Svenska Kraftnät väljer Mobitex.”

*Efter Gudrun gjordes utvärdering av SvK som bekräftade tillförlitligheten.*



### 5.4 SATELLIT

Eftersom satellitkommunikation är den kommunikation med minst antal växlingspunkter har den också minst antal felkällor. Denna typ av kommunikation hade varit ypperligt bra till varje frånskiljare om utrustningen var billigare och betydligt mindre.

De erfarenheter man värvat än så länge, på mindre stationer med satellitkommunikation i norra Sverige, visar övervägande goda resultat. Även E.ON Vattenkraft provar satellitkommunikation och förhoppningsvis kan man i framtiden ha synergi mellan bolagen.

Det har funnits några enstaka tillfällen då kommunikationsförbindelsen varit ifrågasatt. Detta har inträffat under vintertid, då det finns risk för isbildning på satellitantenner.

En annan fördel med satellitkommunikation är att den inte behöver någon märkvärdig projektering som lokalradio. Tillikaväl kan kommunikationsutrustning flyttas till en annan station/område utan större omständighet och man är oberoende av extern strömförsörjning.

En utvärdering som Mattias Karlsson, ES, gjort och räknat på årskostnaden i Forsseområdet med 38 stationer, visade att man dessutom gjorde en mindre ekonomisk besparing då man använder

sig av satellitkommunikation (från TSAT) istället för de tidigare kommunikationsförbindelserna (radio och telefonuppringda förbindelse).

Tyvärr finns det en del fördröjningar (>0,25 s) vid satellitkommunikationen vilket inte lämpar sig då man vill ha reläskyddskommunikation mellan stationer.

## 5.5 RAKEL

Krisberedskapsmyndigheten, KBM, verkar i avseende på RAKEL likt en förmedlare och beställningsmyndighet. Företagen SAAB, EADS och Eltel är det konsortium som levererar system och tjänster. Skulle E.ON Elnät vilja driva ett projekt för att utveckla datakommunikation behövs ett samarbete med en eller flera ur nämnt konsortium. Mot bakgrunden av objektiv analys och de principiella rutinerna inom ramen för myndigheten, skulle ett sådant processförfarande kunna innebära mer ärendehandläggning än nödvändigt.

I KBMs nuvarande uppdrag ingår det att hålla samman arbetet med informationssäkerhet i Sverige. Dessutom har myndigheten ett policyansvar på informationssäkerhetsområdet och tar fram en nationell handlingsplan för samhällets informationssäkerhet. I början av maj 2007 presenterade Mats Sjöstrand, Skatteverkets generaldirektör, resultat av utredning om en myndighet för säkerhet och beredskap för försvarsminister Mikael Odenberg.

I utredningen föreslås det att huvuddelen av verksamheten vid KBM skall föras över till Försvarets radioanstalt, FRA. Med andra ord föreslås avveckling av KBM som dagens konsortium.

Hur detta i sin tur påverkar RAKEL är något ovist idag, men ganska relevant att beakta om man i framtiden funderar på RAKEL som ett kommunikationsmedium inom E.ON Elnät, oavsett om det handlar data- eller talkommunikation.

Då det inte finns någon färdig applikation inom RAKEL för datakommunikation, kan RAKEL i dagsläget inte rekommenderas som ett alternativ för E.ON Elnät.

## 5.6 LOKAL RADIO - RADIUS

Då man använder lokalradio som transmissionsförbindelse har man ett relativt begränsat täckningsområde. Vid större avstånd används en "repeater" i infrastrukturen. Denna fungerar som en transparent och skickar signalen vidare till givet objekt. På så sätt kan man skicka meddelande över långa avstånd. I en sådan infrastruktur ökar känsligheten; om en repeater havererar, förloras kommunikation med samtliga objekt efter respektive repeater. Ett regelbundet underhåll och tillsyn av miljön omkring är också nödvändigt, så träd, byggnader eller annat förhindrar radiovågor.

Att denna teknik fungerar utmärkt när den är planerad och uppbyggd, visar Halmstadsområdet tydligt. Nackdelen är dock att det behövs en genuin planering för att få en väl fungerande infrastruktur. Effekten blir en högre engångsinvestering men inga löpande kostnader.

Lokalradio är klart det mest attraktiva alternativet då man projekterar ett nytt geografiskt område med tät frekvens av frånskiljare.

# [6]

## 6 TEKNIKREKOMMENDATION

---

För att kunna avgöra samt rekommendera en teknik framför en annan, måste man först och främst ta hänsyn till samtliga faktorer, vilka definierats i föregående kapitel, samt jämföra och ställa nuvarande förhållande i motsatt relation till framtida verksamhet inom E.ON Elnät. Dessutom måste man göra en solid och minutiös analys ur Kapitlet 5.

Syntesen är att satellitkommunikation och Mobitex är de mest opportuna av de sex jämförda. För närvarande finns det inte ett adekvat alternativ till dessa två vad det gäller kommunikation till fjärrterminal Typ 1 och Typ 2.



Figur 14 - En gradering över den teknik som är mest lämplig med hänsyn till rådande förhållanden inom E.ON Elnät.

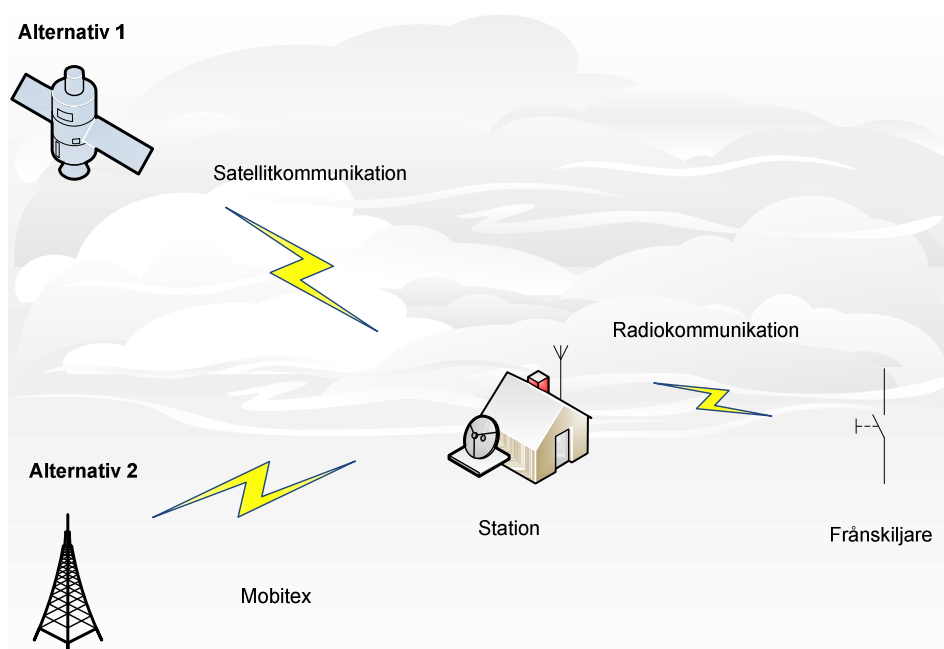
Figur 14 visar i vilken ordning de olika alternativen rankas. Alternativ 1 är satellitkommunikation med punkt-till-punkt förbindelse mellan driftcentralen och station. Från station använder man sig av lokalradio för att kommunicera till frånskiljare.

Alternativ 2 är Mobitex-lösning som går via infrastrukturen ägt av Multicom Security, från driftcentralen till station eller frånskiljare.

Satellitkommunikation har den fördelen att man inte är beroende av en tredjepart (förutom satelliten i rymden) och så länge man ombesörjer reservkraften i driftcentralen och stationen har man i teorin alltid transmissionsförbindelse.

Därtill kommer den goda täckningen, tillgängligheten och små underhållskostnader som adderas till dess favör.

Mobitex-kommunikation till frånskiljare behöver minst projektering och därmed även investeringskostnader. Man har dessutom mycket god täckning med god redundans. Tekniken är väl beprövad och löpande kommunikationskostnader låga. Mobitex på stationsnivå är ganska ny företeelse och inte fullt så utprövad. Där kan det dock inte rekommenderas så stor utbyggnad då problematik med föregående pilotprojekt varit omfattande och är av den typen som kan förekomma ofta och oregelbundet. Flera fältprover/pilotprojekt förespråkas.



Figur 15 - Skiss över de två alternativen som är mest lämpliga för E.ON Elnät, av de sex olika som utvärderats.

## 7 RISKANALYS

Varje förändring kräver en viss uppoffring och i detta fall handlar det om en ekonomisk investering samt administrativ integration. Denna del av rapporten är nog den mest fördolda, inte på grund av dess stoff, utan på grund av de ambivalenta förfarande. Då det är från det sublimala till det löjeväckande endast ett kort steg har ingen tes överdrivits; snarare tvärtom.

E.ON Elnät har i nuvarande situation flera viktiga faktorer att ta hänsyn till inför framtida investeringar. De tre mest explicita är: *geografisk spridning*, *projektet Krafttag* och *förvärv*. Alla tre reflekterar på varandra ur olika aspekter och i många fall försvårar situationen och framtida visioner.



Figur 16 - De tre faktorer som överskuggar de flesta delar av E.ON Elnäts verksamhet och tillika väl investering i kommunikationsutrustning.

### 7.1 GEOGRAFISK UTSPRIDNING OCH FÖRVÄRV

*Geografisk utspridning* gör att E.ON Elnät inte kan ha någon enhetlig lösning beträffande teknikvalet, utan måste i varje enskilt fall hitta den bästa strategin för objektet – i detta ingår antal kunder, täckningsförhållanden, priset, terräng, framkomlighet et cetera.

Som resultat av de *förvärv* E.ON i sin helhet gjort, måste E.ON Elnät anpassa och integrera de nya elnätsbolagen i sin nuvarande verksamhet. De förvärvade elnätsbolag har haft olika lösningar för



kommunikation och egna microSCADA system. Varje uppgradering, konvertering och anpassning har visats sig vara tidskrävande och bekostande. År 2006 hade E.ON Elnät 690 000 kunder samt ungefär 310 000 kunder utanför Eldorado. Intentionen är att migrera samtliga 1 000 000 kunder till samma system (Eldorado 2) samt övergå från nio driftcentraler till tre (Malmö, Norrköping och Granlo). Projektet avslutas förhoppningsvis år 2008.

## 7.2 FRÅNSKILJARE KONTRA KRAFTTAG

Vid skrivande stund har E.ON Elnät Sverige AB totalt 125 343 km elnät. Detta består av 8 430 km regionnät (30-130 kV) och 115 000 km lokalnät (0.4-20kV) varav det är 190 km nergrävt regionnät respektive 58 180 km lokalnät. Antal nätstationer uppgår till 40 634 stycken.

Inom E.ONs konsortium driver man projektet *Krafttag*. Man satsar på säkrare och bättre nät och så mycket som 17 000 kilometer väderkänsliga oisolerade luftledningarna kommer att ersättas med i första hand jordkabel. I nuvarande läget lägger man 100 kilometer kabel i veckan.

Denna stora investering och fart med vilken projektet löper har den bieffekt att man inte har tillräckligt god framförhållning (officiellt 1 år framåt). De planerade projekt i varje kommun/område justeras efter hand som nya projekt planläggs. Detta innebär att det är svårt att projektera och rekommendera en större investering, i fråga om kommunikationsutrustning, inom ett område, då den kan demonteras ner inom några år. Parallellt med dynamisk rationalisering och uppbyggnad förordas partiella restriktioner i vad avser antalet frånskiljare. Två enheter inom E.ON Elnät (Anläggning och Drift) har något delade åsikter om frånskiljartätheten och man försöker utarbeta ett gemensamt dokument som skall vara riktmärke för framtiden.

Enligt policy som utarbetas på E.ON Elnät, kommer man placera fjärrmanövrerade frånskiljare då något av dessa tre kriterier är uppfyllt: högst 5 km ledning, högst 40 kunder eller högst 400kW.



Figur 17 - Kriterier för placering av frånskiljare

Om man räknar med högsta avstånd, det vill sägas 5 km, och räknar på de nya ledningar som läggs innebär det:  $17\ 000/5 = 3\ 400$  stycken switchade punkter. Detta innebär inte att alla skall vara fjärrmanövrerade frånskiljare men man skall ha det i åtanke att idag uppgår totala antalet fjärrmanövrerade frånskiljare till runt 2200 st. Vad nettoantalet frånskiljare efter Krafttag blir är i nuvarande läget en ren spekulaton.

## 7.3 PRIORITERING

Vårt samhälle är idag mer beroende av el än någonsin tidigare. Ambitionen är visserligen att minska förbrukningen men istället har den ökat för varje år. Privatpersoner som organisationer är beroende av el för att klara vardagen. Hela kedjan, oavsett om det är vård, produktion eller tjänster havererar om det inte finns el. Samtidigt står vi inför en ny era, där kärnkraft och användning av fossila bränslen övergår till nya energikällor, till exempel vind- och biokraftverk.

De nya miljövänliga alternativen kan inte erbjuda den kontinuitet och tillförlitlighet som samhället har vant sig vid. Parallellt med detta ökar kraven från myndigheterna och samhället samt nya lagar och "bestraffningar" införs som tyder på inget annat än oro.

Om risken för elbrist och avbrott ökar samtidigt som behovet av säkra leveranser stiger får vi en besvärlig situation. Om detta blir realitet, vilket inte är osannolikt, måste samhället börja tänka om. En lösning är prioritet av el.

Energimyndigheten har tillsammans med Karskrona kommun samt några privata aktörer haft ett projekt där just prioriteringsfrågan undersökts. I slutrapporten framkommer det en lista med prioritering enligt följande:

- |                                |                             |
|--------------------------------|-----------------------------|
| 1. Akutsjukvård                | 7. Livsmedelsföretag        |
| 2. Samhällskritisk verksamhet  | 8. Tillverkningsföretag     |
| 3. Institutionsvård            | 9. Gymnasie/vuxenutbildning |
| 4. Vård som kräver kontinuitet | 10. Service/handelsföretag  |
| 5. Barnomsorg                  | 11. Boende                  |
| 6. Grundskola                  |                             |

Under påverkan av dynamisk förändring som pågår inom energibranschen insinuerar detta till att noga överväga framtida infrastruktursstrategin. Frånskiljarna kan vara den kontingent som bidrar till effektivare prioritering såvida den träder i kraft.

*"..nätföretagen ska förbättra leveranskvalitén" -Nätnyttomodellen*

*"..vi är idag mer beroende av el än någonsin i Sverige"  
-Energimyndigheten*

*"- Vattenfall, Fortum och E.ON tjänade tillsammans 19,1 miljarder kr före skatt under tre första månaderna! 700 Mkr mer än förra året." -Energimarknadsinspektionen, 2007*



# [ 8 ]

## 8 EKONOMIANALYS

### 8.1 FRÅNSKILJARE KONTRA SAIDI

Det fundamentala som används för ekonomikalkylen är SAIDI-principen och försiktig hypotes vid samtliga beräkningar.

SAIDI (System Average Interruption Duration Index) är kvoten av totala summan kundavbrottstider och totala antalet kunder.

Inom E.ON Elnät har man beräknat att varje minut elavbrott kostar ungefär 2 000 000 kr. I nuvarande konsistorium har E.ON Elnät ungefär 1 000 000 kunder.

Enligt intervjuer i driftcentralen har man mellan 7 – 8 000 högspänningsfel per år. Enligt samma källa blir vid varje avbrott ungefär 150-200 kunder drabbade.

Kostnad per frånskiljare beräknas till 50 000 SEK (inkl. projektering och driftsättning).

Beteckning	Summa
Kostnad per frånskiljare	50 000 SEK
Minutkostnad (SAIDI)	2 000 000 SEK
Antal kunder	1 000 000 st
Antal högspänningsfel/år	7 – 8 000 st
Kunder per avbrott	150 – 200 st

För att värdera denna kalkyl samt att få en god trovärdighet antas att man kan avhjälpa hälften av högspänningsfel med hjälp av fjärrmanövrerade frånskiljare samt att enbart hälften av kunder blir drabbade, det vill sägas 3500 fel respektive 75 kunder. Multipliceras dessa två faktorer får man 262 500 kundavbrott.

Aktuell situation		➔	Reducerad hypotes	
Antal högspänningsfel/år	7 – 8 000 st		3 500 st	
Kunder per avbrott	150 – 200 st	75 st		

Då ett högspänningsfel upptäcks behövs det runt 60-120 minuter innan det åtgärdas; operatör i driftcentralen skall göra de nödvändiga rutiner, kontakta en montör, montören skall åka till given plats och utföra begärd åtgärd och slutligen skall operatören bekräfta detta. I denna kalkyl räknas 60 minuter till åtgärd (återigen mer optimistiskt räknat än nödvändigt). Med en fjärrmanövrerad frånskiljare som är funktionsduglig sker denna manöver omedelbart, men i kalkylen höjs den till 5 min för att återigen inte överdriva.

Minuter till åtgärd		Kundavbrott	Kundavbrottsminuter
<b>Utan frånskiljare</b>	60 min	262 500	15 750 000
<b>Med frånskiljare</b>	5 min	262 500	1 312 500

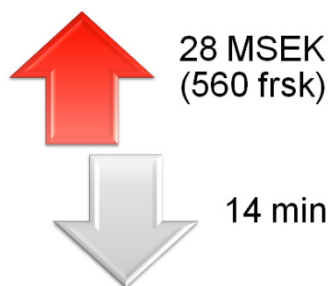
Dividerar man det totala antalet kundavbrottsminuter med totala antalet kunder får man antal SAIDI-minuter, med och utan frånskiljare. I detta fall rör det sig om 16 respektive 1 minut, vilken ger en differens på ungefär 14 minuter.

Kundavbrottsminuter	Antal kunder	SAIDI
<b>Utan frånskiljare</b>	15 750 000	16 (15,75) min
<b>Med frånskiljare</b>	1 312 500	1 (1,31) min

Med differensen på 14 minuter och en minutkostnad (enl. SAIDI) på 2 miljoner kronor, hamnar man på 28 miljoner kronor netto. Med andra ord sänker man det totala antalet avbrottsminuter och därmed sparar tillräckligt mycket betalningsmedel, motsvarande 560 stycken nya frånskiljare.

Viktigt att återigen påpeka är att samtliga beräkningar, vilket visats ovan, är mycket försiktigt antagna och att det faktiska fallet kan resultera i mer än det beräknade.

$$\text{Differens} \cdot \text{minutkostnad: } 14 \text{ min} \cdot 2 \text{ MSEK/min} = 28 \text{ MSEK}$$



## 8.2 UNDERHÅLLSKOSTNAD FÖR FRÅNSKILJARE

För närvarande har man inte inom E.ON Elnät total ekonomisk insyn vad samtliga underhåll- och reparationskostnader för frånskiljare hamnar på. Det har visat sig vara en nästan hopplös uppgift att reda ut; dels på grund av avsaknad för relevanta data, men även på grund av den svårhanterliga processen och animositet hos personalen vid en sådan förfråga. Av allt att döma, beror det senare på farhågor om budget reducering för den berörda parten.

Detta är något av en motsägelse, då ur en objektiv syn, bör dessa fakta framhåvas och därmed en bättre teknisk lösning implementeras, som i sin tur resulterar i reducerade underhållskostnader.

Eftersom detta är till synes en angelägen fråga och diskussionsämne, var det betydelsefullt att reda ut den och få underlag för framtiden. Karin Olofsson<sup>13</sup> har vid ett tidigare tillfälle tagit ut samtliga högspänningsfel (HSP) under en viss period i tre områden: (Syd) Hässleholm, (Öst) Kalmar och (Mälardalen) Örebro. Detta har resulterat i en stor Excel-lista.

Då det är stora mängder irrelevant data har 30 % av samtliga fel med koppling till frånskiljare undersökts i de givna tre områden.

Högspänningsfel	Period: 01.01.2006 – 30.09.2006	
<b>Område: Syd, Hässleholm</b>	Total antal HSP-fel: 385 st	Antal undersökta: 115 st (30 %)
Frånskiljare, felsök el annan åtgärd	9 st	7,8 %
Frånskiljare, reparation övrigt	18 st	15,7 %
Frånskiljare, reparation/larm gas/batteri	23 st	20,0 %
	50 st	43,5 %

<b>Område: Öst, Kalmar</b>	Total antal HSP-fel: 213 st	Antal undersökta: 64 st (30 %)
Frånskiljare, felsök el annan åtgärd	2 st	3,1 %
Frånskiljare, reparation övrigt	5 st	7,8 %
Frånskiljare, reparation/larm gas/batteri	4 st	6,3 %
	11 st	17,2 %

<b>Område: Mälardalen, Örebro</b>	Total antal HSP-fel: 103 st	Antal undersökta: 31 st (30 %)
Frånskiljare, felsök el annan åtgärd	1 st	3,2 %

<sup>13</sup> E.ON Elnät, enhet Anläggning, avdelning Nätservice

Frånskiljare, reparation övrigt	5 st	16,1 %
Frånskiljare, reparation/larm gas/batteri	0 st	0 %
	6 st	19,3 %

Det totala antalet undersökta reparationsåtgärder är 210 st, vilket motsvarar 30 % av totalt 701. Medelvärdet av åtgärdsfrekvensen för frånskiljare av samtliga fel är  $67/210 = 31,9 \%$ .

Totalt antal HSP-fel med koppling till frånskiljarna för de tre (ovan) undersökta områden.	67 st (av 210)	31,9 %
--	-------------------	--------

Om man drar en parallell jämförelse med HSP-driftstörningar för år 2006, innebär det 2 778 st åtgärder av totalt 8 707 st.

Det kan förekomma stora variationer i de andra områdena inom E.ON Elnäts regi och i bästa fall kan antal högspänningsfel relaterade till samband med frånskiljare minska något. Men även om man får något mindre procentkvot speglar det en negativ realitet i nuvarande verksamheten – nästan en tredjedel av alla driftstörningar på högspänningsledning hade något samband med frånskiljarna.

Reparationskostnaden jämte ersättningskostnader vid avbrott, stress och osäkerhet hos operatörer vid icke funktionsduglig kommunikation till frånskiljaren, samt tillägget för den insats E.ON anställda måste göra innan reparationen är slutförd kan inte exakt räknas ut; men nog kan man förstå att det handlar om stora utlägg – både ekonomiskt och tidsmässigt.

För närvarande finns det ingen färdig policy vad det avser underhållsintervallet för fjärrmanövrerade frånskiljare. Tillika kan man inte finna någon tidigare åtgärdsinstruktion. Därmed är slutsatsen att det gjordes enbart underhåll i samband då frånskiljare inte fungerade.

Ett frekvent och regelbundet underhåll- och tillsynsintervall hade resulterat i betydligt säkrare drifttillgänglighet som i sin tur leder till minskad SAIDI-tid, ekonomisk besparing och tydlig kundfokus.

Det bör dock påpekas att en dokumentframställning och förslag på olika policy har behandlats under längre period, men dessvärre utan något konkret ställningstagande. I denna fråga bör ett tydligt incitament komma från ledningen och ett samarbete mellan avdelningar Drift och Anläggning är nödvändig.

## 9 KONKLUSION

---

Elavbrott och störningar genererar enormt stora samhällskostnader. Priset för den tekniska insatsen som förhindrar detta är blygsam i sammanhanget. Fjälmanövrerade frånskiljare skall inte glorifieras till det gudomliga, men de kan förhindra mycket av det purgatorium kunder upplever.

Nätnyttomodellen beskriver att distributionsföretagen kan sänka debiteringsgraden på tre olika sätt: sänka nättariffer, öka avbrottsersättningen eller förbättra leverans kvaliteten. Leveranskvalitet påverkas genom sättet att bedriva drift och underhåll samt genom investeringar. Denna rapport har upplyst att denna process pågår inom E.ON Elnäts verksamhet inom diverse olika områden, med varierande dignitet. Men tillika väl har det framkommit behovet samt nyttan av att välja och investera i hållbar teknik, som ur ett längre perspektiv gynnar både bolaget och kunderna.

Rapporten visar att Mobitex kommunikation är för närvarande det bästa alternativet för fjälmanövrerade frånskiljare.

Satellitkommunikation är det effektivaste alternativet för mindre stationer utan behov för reläskyddskommunikation.



## 10 REFERENSER

---

- [1] M. Ekstedt, P. Johnson, Reglemente för examensarbete. Industriella informations- och styrsystem, KTH, 2000
- [2] Mobila kommunikationsnät i Sverige 2007, rapport från PTS
- [3] Mobitex systempresentation, Mobitex systembeskrivning, Mobitex täckningskarta, med flera andra dokument erhållna från Multicom Security.
- [4] Multicom Security, <http://www.multicomsecurity.se>
- [5] CDMA Technology, <http://www.cdg.org>, CDMA Development Group
- [6] Tre, <http://www.tre.se>,
- [7] Mobitex Technology, <http://www.mobitex.com>
- [8] Mobitex Association, <http://www.mobitex.org>
- [9] Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/DNP3>, 2007-05-04
- [10] John Scourias, *Overview of the Global System for Mobile Communications*, 2007-05-15, <https://styx.uwaterloo.ca/~jscouria/GSM/gsmreport.htm>
- [11] GSM telefoni, <http://www.iptele.se/gsm.php>, 2005-05-15
- [12] Systemkomponenter, standarder och teknik i RAKEL-systemet, faktablad teknik, 2006-07-27
- [13] RAKEL, <http://sv.wikipedia.org/wiki/RAKEL>, 2007-05-31
- [14] Satellite Communications Basics, PanAmSat, [http://www.panamsat.com/customer\\_support/satellite-communication-basics.pdf](http://www.panamsat.com/customer_support/satellite-communication-basics.pdf)
- [15] TSAT 3000 Datablad, [http://www.tsat.no/sitefiles/4012/dokumenter/datablad1\\_web.pdf](http://www.tsat.no/sitefiles/4012/dokumenter/datablad1_web.pdf), 2007-06-01
- [16] Radius produktblad – radiokommunikation, distributionsautomation, Varför radio
- [17] Prio ett – ett pilotprojekt om energi, teknik och trygghet, 2007, Energimyndigheten
- [18] Intervjuer:
  - a. Stefan Svensson, Carl Bro, konsult
  - b. Per Clasén, E.ON Elnät, driftchef
  - c. Göran Svensson, E.ON Elnät, driftingenjör
  - d. Jan-Anders Larsson, E.ON Elnät, driftingenjör
  - e. Mikael Håkansson, E.ON Elnät, Drift Operational Performance

- f. Operatörerna i driftcentralen, E.ON Elnät
- g. Jim Dahlbom, E.ON Elnät, Anläggning underhåll
- h. Karin Olofsson, E.ON Elnät, Anläggning nätservice
- i. Johan Heidermar, Radius, försäljare
- j. Anders Grahn, Radius, teknisk chef
- k. Patrik Nilsson, Brämhult teleservice, montör
- l. Mattias Karlsson, ES, teleteknik ingenjör
- m. Johan Kleberg, KBM, test- och konfigurationsansvarig
- n. Christer Wiklund, KBM, samordningsansvarig
- o. Anna Falk Drugge, KBM, processansvarig
- p. Eva Attehed, KBM, områdesansvarig
- q. Jan Gustafsson, TCCconnect, försäljare
- r. Anette Hazárd, Multicom Security, produktion
- s. Jörgen Bergh, Multicom Security, försäljare

[19] Mailunderlag

- a. Mattias Karlsson, ES, ingenjör
- b. Ingvar Gunnarsson, TSAT, försäljare
- c. Stefan Svensson, Grontmij, konsult

# 11 BEGREPP OCH FÖRKORTNINGAR

---

CDMA2000	Ett digitalt mobiltelefonisystem som byggs i 450 MHz-bandet och skall ersätta det analoga 450-systemet.
CT5000	En kommunikations koncentrator” ut mot frånskiljare från företaget Nortroll likt NFE4.
Eldorado	E.ON Elnäts driftdatasystem baserat på ABBs systemplattform Networkmanager (SPIDER), Cadops & Facil+.
FSS	Kommunikations koncentrator från företaget Radius AB som kommunicerar via alternativa protokoll (vanligtvis RIP) med lokal stations RTU eller i undantagsfall med PCU400 direkt.
GPS	<i>Navigation Satellite Timing and Ranging Global Positioning System</i> , är ett system för satellitnavigering och drivs av det amerikanska försvarsdepartementet. GPS har också blivit en viktig och användbar tidsreferens i vårt samhälle, då satelliterna är utrustade med atomur inställda till nanosekunder.
GSM	Global System for Mobile Communication, kallas även 2G, andra generationens mobiltelefoni.
HMI	Human-Machine-Interface
IED	Intelligent Electronic Devices, finner man i stationer och är en del av kommunikationensutrustningen.
NFE4	Likt CT5000 en ”front end” och konverterar de anslutna terminalernas protokoll mot Eldorado.
NMT450	Nordic Mobile Telephone 450, NMT 450, är analogt system som främst är avsett för taltelefoni.
PCU400	ABB:s kommunikations koncentrator som kommunicerar med RTU terminaler och skickar informationen uppåt till Eldorado.
PTS	Post och Telestyrelsen är den myndighet som bevakar områdena elektronisk kommunikation och post i Sverige.
RP570	ABB:s kommunikations protokoll mellan överordnat driftövervakningssystem och underordnad RTU.
RTU	Remote Terminal Unit
SCADA	”Supervisory Control And Data Acquisition” är ett system för övervakning och styrning av diverse processer.
Whatchdog	En funktion som ställs in och förhindrar systemet från att arbeta i oändlighet eller bli överksamt pga. programfel eller fel på utrustningen.



## 12 BILAGOR

Bilaga 1 - Täckningskarta för Älmhult bas i Mobitexnätet.



Bilaga 2 – Täckningskarta för Karlshamn bas i Mobitexnätet.

