



# TRÅDLØS KOMMUNIKASJON I PROSESSINDUSTRIEN

## CASE ELKEM FISKAA SILICON

Hovedoppgave  
ved  
Sivilingeniørutdanningen i  
Informasjons- og kommunikasjonsteknologi

av  
Stig Runar Malerød Olsen

Grimstad, 2 juni 2000

## Forord

Hovedoppgaven er et resultat av et 2 toårig sivilingeniør studium ved Høyskolen i Agder (HIA), og hovedoppgaven ble utført våren 2000.

En av hensiktene med hovedoppgaven, var å se på muligheter ved innføring av trådløs kommunikasjonsteknologi ved Elkem Fiskaa Silicon (produksjonsavdelingen) i Kristiansand (EFS). Oppgaven skal analysere sammenhengen mellom teknologi og teori i forhold til individer og organisasjon.

I forbindelse med utføring av hovedoppgaven vil jeg takke de ansatte ved Elkem Fiskaa. Jeg vil også takke Dr Ing Karin Aslaksen ved Elkem (Oslo) for nyttige innspill, og referanser vedrørende valg av teori.

Innenfor den tekniske delen, vil jeg takke de involverte i KIKS prosjektet ved NTNU og Elkem Research for nyttig informasjon og relevant litteratur referanser.

Jeg vil til slutt takke min veileder Førsteamanuensis Alf Holmelid for støtte og hjelp under bearbeiding med oppgaven.

Grimstad, 28 mai 2000

Stig Runar

## Sammendrag

Vil innføring av trådløs teknologi ved EFS få konsekvenser for organisasjonsstrukturen og operatørenes arbeidssituasjon?

Dette er et av de sentrale spørsmålene i denne rapporten, og ved å analysere fem forskjellige teknologiske løsningsalternativ, hadde det være naturlig å tro at noen av disse løsningene ville påvirke organisasjonsstrukturen. Det var derfor litt overraskende da ingen av løsningsalternativene så ut til å påvirke den formelle organisasjonsstrukturen. I etterkant kan man se, at en av de medvirkende årsakene til dette må være den etablerte teamstrukturen ved EFS. De enkelte teamene er fleksible, og kan derfor lett tilpasses ny teknologi. Det ser ut til at alle de aktuelle teknologiske løsningene er med på å styrke den etablerte teamstrukturen ved EFS.

Sosioteknisk systemtenking og nettverk perspektiv ga videre en teoretisk støtte for innføring av trådløs teknologi ved EFS. Etter intervjuer og samtaler med operatører kom man frem til at den anbefalte løsningen ikke måtte bli den mest teknisk avanserte, men den løsningen som gav størst nytteverdi for EFS i dag.

Et annet sentralt spørsmål som er blitt tatt opp i denne rapporten, er analyse og forslag til teknologisk løsning ved EFS i dag.

Løsningen som ble anbefalt ved EFS i dag, beholdt det tradisjonelle kontrollrommet sammen med WAP terminaler og noen faste terminaler (Fig. 5).

Dette løsningsalternativet vil gi operatører muligheten til å ta imot og kvittere for alarmer overalt. Denne løsningen vil i tillegg gi muligheten for å justere parameter utenfor kontrollrommet. Løsningen vil videre gi mulighet for økt grad av kommunikasjon mellom operatører, og andre aktører som mekanikere og elektrikere fra forskjellige støttefunksjoner.

En fremtidig løsning for EFS vil derimot inneholde større forandringer, kontrollrommet vil bli fjernet til fordel for felles oppholdsrom for alle operatører (Fig. 7).

Den enkelte operatør vil ha tilgang til nødvendig informasjon ved hjelp av et kroppsbåret kommunikasjons og informasjons system(KIKS).

En fremtidig løsning vil bygge på en parallell utvikling og innføring av KIKS sammen med automatisering av produksjonsprosessen. Automatiseringen av produksjonsprosessen kan gjøres ved å innføre stakeroboter og automatisering av tappeprosessen.

Ved valg av teknologiske løsninger er det viktig at man velger utstyr som har størst grad av kompatibilitet. Før man går til innkjøp av utstyret, bør det kjøres mindre pilot prosjekt der utstyret testes med hensyn til elektromagnetisk støy og brukervennlighet for operatører.

# Innholdsfortegnelse

<b>FORORD</b> .....	<b>2</b>
<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>3</b>
<b>INNHOLDSFORTEGNELSE</b> .....	<b>4</b>
<b>INTRODUKSJON</b> .....	<b>6</b>
<b>1. INNLEDNING</b> .....	<b>7</b>
1.1 FORMULERING AV HOVEDOPPGAVE.....	7
1.2 AVGRENSING FOR HOVEDOPPGAVE .....	8
1.3 MÅL MED HOVEDOPPGAVEN .....	8
1.4 METODEVALG .....	9
1.5 ANDRE RELEVANTE PROSJEKTER.....	10
1.6 RAPPORTENS OPPBYGNING.....	11
<b>TEORI</b> .....	<b>12</b>
<b>2 TEORETISK INNFORING</b> .....	<b>13</b>
2.1 SOSIOTEKNISK SYSTEMTENKING.....	14
2.1.1 <i>Krav fra det Sosioteknisk System</i> .....	14
2.1.2 <i>Krav til teknologi innen STS</i> .....	15
2.1.3 <i>Produksjon etter STS prinsipper</i> .....	15
2.2 NETTVERKS PERSPEKTIV .....	16
2.3 HYPOTESER FOR OPERATØRER I STS OG I NETTVERKS PERSPEKTIV.....	18
<b>TEKNOLOGI</b> .....	<b>22</b>
<b>3 TRÅDLØS TEKNOLOGI</b> .....	<b>23</b>
<b>3.1 FORUM FOR TRÅDLØS KOMMUNIKASJON</b> .....	<b>23</b>
3.1.1 WLANA FORUM (WWW.WLANA.COM).....	23
3.1.2 WLI FORUM (WWW.WLIF.COM).....	23
3.1.3 WAP FORUM (WWW.WAPFORUM.COM) .....	23
3.1.4 BLUETOOTH™ SIG (WWW.BLUETOOTH.COM).....	24
<b>3.2 TRÅDLØSE KOMMUNIKASJONSLØSNINGER</b> .....	<b>24</b>
3.2.1 WAN TEKNOLOGI.....	24
3.2.2 LAN TEKNOLOGI .....	25
3.2.3 PAN TEKNOLOGI.....	26
<b>3.3 FORSLAG TIL TEKNOLOGISKE LØSNINGER VED EFS</b> .....	<b>27</b>
3.3.1 LØSNINGSALTERNATIV 1. KONTROLLROM + SMS / PAGER .....	27
3.3.2 LØSNINGSALTERNATIV 2. KONTROLLROM + WAP TELEFON / PDA .....	27
3.3.3 LØSNINGSALTERNATIV 3. KONTROLLROM + FASTE TERMINALER + WAP.....	28
3.3.4 LØSNINGSALTERNATIV 4 KONTROLLROM + TRÅDLØSE TERMINALER.....	28
3.3.5 LØSNINGSALTERNATIV 5 TERMINALBASERT KONTROLLROM .....	28

<b>DRØFTING .....</b>	<b>29</b>
<b>4 INTEGRERING AV TRÅDLØS KOMMUNIKASJON MED HENSYN TIL TEORI OG TEKNOLOGI .....</b>	<b>30</b>
4.1 TEORETISK ANALYSE AV KONTROLLROM + SMS/PAGER .....	30
4.2 TEORETISK ANALYSE AV KONTROLLROM + WAP ENHET .....	31
4.3 TEORETISK ANALYSE AV KONTROLLROM + FAST TERMINAL + WAP .....	33
4.4 TEORETISK ANALYSE AV KONTROLLROM + TRÅDLØSE TERMINALER.....	35
4.5 TEORETISK ANALYSE AV TRÅDLØS TERMINALBASERT KONTROLLROM .....	38
4.6 TEORETISK ANALYSE AV TEKNOLOGISKE LØSNINGER VED EFS .....	41
<b>CASE .....</b>	<b>43</b>
<b>5 INNFØRING AV VALGT LØSNING VED EFS.....</b>	<b>44</b>
5.1 STATUS VED EFS.....	44
5.2 OPERATØRER I PRODUKSJONSPROSESSEN.....	46
5.2.1 <i>Krav til ovnsoperatør.....</i>	46
5.2.2 <i>Krav til raffineringsoperatøren og skjenkeoperatøren .....</i>	46
5.3 INNFØRING AV WAP TERMINALER MED FASTE TERMINALER UTENFOR KONTROLLROMMET VED EFS.	47
5.3.1 <i>Krav til det teknologiske systemet.....</i>	47
5.3.2 <i>Anbefalt løsning ved EFS i dag .....</i>	48
5.4 FREMTIDIG LØSNING FOR EFS.....	49
<b>KONKLUSJON.....</b>	<b>50</b>
<b>REFERANSER.....</b>	<b>51</b>
<b>VEDLEGG A ORGANISASJONSKART FOR ELKEM FISKAA SILICON (EFS) .....</b>	<b>53</b>
<b>VEDLEGG B FREMSTILLING AV SILISIUM .....</b>	<b>54</b>
<b>VEDLEGG C RAFFINERING AV SILISIUM.....</b>	<b>55</b>
<b>VEDLEGG D ANVENDELSE AV SILISIUM OG FERROSILISIUM.....</b>	<b>56</b>
<b>VEDLEGG E TRÅDLØST KOMMUNIKASJONSUTSTYR .....</b>	<b>57</b>
<b>VEDLEGG F REFERAT FRA INTERVJUER/SAMTALER 8/3 - 2000 VED EFS.....</b>	<b>58</b>
2. INNFØRING AV KONTROLLROM + WAP.....	59
3. INNFØRING AV KONTROLLROM + FAST TERMINAL UTENFOR KONTROLLROMMET + WAP.....	61
4. INNFØRING AV KONTROLLROM MED TRÅDLØS TERMINALER .....	63
5. INNFØRING AV TRÅDLØS TERMINALBASERTE KONTROLLROM.....	65
<b>VEDLEGG G NETTVERKSSTRUKTUR VED EFS.....</b>	<b>67</b>

## Figuroversikt og Tabelloversikt

FIGUR 1	MODELL FOR SOSIOTEKNISK SYSTEMTENKING.....	18
FIGUR 2	EN OPERATØR I NETTVERKS PERSPEKTIV.....	20
FIGUR 3	NETTVERKS PERSPEKTIV PÅ EFS .....	20
FIGUR 4	SKISSE AV KONTROLLROM MED WAP ENHET. ....	31
FIGUR 5	SKISSE AV KONTROLLROM MED WAP ENHET OG FAST TERMINAL .....	33
FIGUR 6	SKISSE AV KONTROLLROM MED TRÅDLØS TERMINAL.....	35
FIGUR 7	SKISSE AV TERMINALBASERT KONTROLLROM.....	38
FIGUR 8	OPPSUMMERING OG DRØFTING AV TEKNOLOGISKE LØSNINGER VED EFS.....	41
TABELL 1	BEMANNING VED EFS .....	45

# Introduksjon

*”Livet skal gripes, ikke bare begripes.  
Ukjent”*



## 1. Innledning

I dette kapitlet vil det bli gitt en oversikt over problemstillinger og avgrensinger for hovedoppgaven. Det vil også bli dokumentert hvilke metoder som er benyttet. Det vil til slutt bli sett på andre relevante prosjekter i forhold til hovedoppgaven.

### 1.1 Formulering av hovedoppgave

Prosessindustrien har gjennomgått en sterk omstilling de siste årene. Økt tilgang til pålitelig og relevant informasjon på alle nivå i organisasjonen, er en sentral del av denne utviklingen. Det er blant annet lagt stor vekt på å bearbeide og presentere informasjon for operatører og annet driftspersonell i kontrollrom. Denne økte informasjonstilgangen har vært et sentralt element i den organisasjonsutvikling som har funnet sted i produksjonsavdelingene.

En mulig videreføring av denne utviklingen, er å gjøre kontrollroms informasjonen eller deler av den tilgjengelig på mobilt (bærbart) utstyr, som kan tas med når man oppholder seg utenfor kontrollrommet. Dette kan gjøre kontrollroms operatører mer mobile, og dessuten bringe informasjon ut til personell som sjelden oppholder seg i kontrollrom.

I den senere tid har de mobile enhetene utviklet seg sterkt, både når det gjelder overføringskapasitet og presentasjonsmuligheter. Dette sammen med de forhold som er beskrevet ovenfor, har i sterk grad aktualisert innføring av mobilt utstyr for informasjonspresentasjon og styring i prosessindustrien.

I denne oppgaven skal kandidaten se på hvilke konsekvenser denne utviklingen kan få for organisasjonsstrukturen og for operatørens arbeidssituasjon. Kandidaten skal gjennomgå relevant litteratur om organisasjonsutvikling i denne typer organisasjoner, og trekke fram teorier og erfaringer som er relevante for å belyse mulige organisatoriske endringer ved innføring av mobil kommunikasjon i slike organisasjoner.

Kandidaten skal videre se på en bestemt produksjonsbedrift (Elkem Fiskaa), og foreta en første vurdering av behovet for, og mulige organisatoriske konsekvensene av, innføring av mobil kommunikasjon for operatører. Denne vurderingen skal ta utgangspunkt i samtaler med noen aktuell brukere, samt det gjennomførte litteraturstudium.

Kandidaten skal videre vurdere tilgjengelig mobilt utstyr (eventuelt også utstyr som ventes å komme på markedet med det første) opp i mot de behov som er omtalt og det fysiske miljø som eksisterer i den aktuelle bedriften. I denne vurderingen benyttes tilgjengelige spesifikasjoner for aktuelt utstyr, da pilottester vil falle utenfor rammen for denne oppgaven.



## 1.2 Avgrensning for hovedoppgave

Hovedoppgaven vil bli delt inn i fire hoveddeler:

- Gjennomføre relevant litteraturstudium om organisasjonsutvikling ved innføring av informasjonssystemer i produksjon.
- Analysere behov for og konsekvenser ved innføring av trådløs teknologi for Elkem Fiskaa. Analysen er begrenset til produksjonsavdelingen.
- Vurdering av tilgjengelig mobilt utstyr for trådløs kommunikasjon innen prosessindustrien.

Dersom tid !

- Scenario, hva har hendt om 10 år ved Elkem Fiskaa ?

## 1.3 Mål med hovedoppgaven

Hovedoppgaven er blitt delt inn i følgende delmål:

- Få oversikt over tilgjengelig trådløst kommunikasjonsutstyr for bruk i prosessindustrien.
- Komme frem til nytteverdier ved innføring av trådløs teknologi ved Elkem Fiskaa.
- Få bedre forståelse av sammenhengen mellom organisasjonsutvikling og innføring av ny trådløs teknologi.

Dersom tid !

- Komme frem til et fremtids scenario for Elkem Fiskaa ( 10 års perspektiv )





## 1.4 Metodevalg

Den tradisjonelle forsknings terminologien deles inn i to skoleretninger, positivisme og hermeneutikk( Patel R og Davidson B, 1994). I denne oppgaven har det blitt benyttet forskning basert på den hermeneutiske skoleretningen, med en vekt på sosioteknisk systemtenking og nettverks perspektiv. Den hermeneutiske skoleretningen har blant annet som mål å:

- se på menneskers opplevelse og erfaring ved innføring av teknologi.
- baserer seg på forståelse og tolking.
- gi den søkte kunnskap et preg av forståelse av menneskelig tilværelse.

Det har blitt samlet relevant teoretisk og teknologisk informasjon, informasjonen har blitt bearbeidet og drøftet med henblikk på å oppnå best resultat.

Det har blitt foretatt kvalitative intervjuer/samtaler med operatører i produksjonsavdelingen ved EFS.

Til sammen vil dette gi hovedoppgaven et godt grunnlag for bearbeiding med hensyn til faglig kvalitet.



## 1.5 Andre relevante prosjekter

Det har i forbindelse med hovedoppgaven blitt sett på noen forskjellige prosjekter som tar for seg temaer som øker beslutningsstøtten i prosessindustrien. Prosjektene kommer ikke til å bli gjennomgått i detalj, men brukes som bakgrunns litteratur i rapporten.

BISP (Beslutnings-, Informasjons- og Styresystemer for Prosessindustrien) var et prosjekt som gikk fra 1996-1999.

Motivasjonen for prosjektet var å oppnå betydelige økonomiske og miljømessige gevinster ved optimal prosesstyring innen prosessindustrien. Prosjektet skulle blant annet se på behov for et nytt sett av produkter som integrerer datafangst, overvåking, regulering og rapportering med overordnet planlegging

Et mål i etterkant av gjennomføring av BISP, var å få kommersialisert teknologien i den norske prosessindustri, slik at man på sikt oppnår økonomiske og miljømessige gevinster. Elkem har vært med på å utvikle programvare for visning av sanntidsdata ved hjelp av trendkurver. Trendkurvene er med på å visualisere produksjonsprosessen for operatørene, og gir de ansvarlige for produksjonsprosessen muligheter til å granske produktiviteten over forskjellige tidsperioder.

INPRO INtegrated PROduction system for prosess industrien ble opprettet sommeren 1994 og ble avsluttet i 1997. Dette prosjektet var et samarbeid mellom Prosessindustriens Landsforbund(PIL) og NTNU.

Målet for INPRO- programmet var å utvikle multidisiplin ekspertise til nytte for prosessindustrien. Prosjekt så på muligheter for nye former for organisering, logistikk og støttesystem for operatører.

KIKS (Kroppsbåret Informasjons- og kommunikasjonssystemer) er et relativt nytt prosjekt ved NTNU. Prosjektet startet høsten 1999, og ventes ferdig i 2003.

Problemstilling som KIKS skal se nærmere på er hvordan man utvikler et bærbart kontrollrom i prosessindustrien. Prosjektet er tverrfaglig, og vil ta for seg teknologiske og organisatoriske problemstillinger.

Til slutt har man tatt med prosjekt BARWAN (Bay Area Research Wireless Access Network). Prosjekt er blitt utført ved University of Berkeley, og prosjektet har sett på muligheter og begrensinger ved overføring av data. Forskjellige typer data som lyd og bilder, skal kunne overføres med hjelp av forskjellig teknologi som PAN, LAN og WAN.

Disse prosjektene har være med på å gi en bedre forståelse med hensyn til gjennomføringen av denne hovedoppgaven. I INPRO og BISP så man på sammenhengen mellom organisasjon, støttesystem og operatører. KIKS tar for seg forholdet mellom teknologiske løsninger, og den enkelte operatør. BARWAN prosjektet vil øke forståelse ved innføring av trådløse nett basert på flere typer teknologier.



## 1.6 Rapportens oppbygning

Hovedrapporten er bygd opp av flere deler, disse delene danner grunnlaget for en konklusjon. De enkelte delene kan leses hver for seg, men det anbefales at man først leser sammendraget, og etterpå hele eller deler av rapporten etter hva man finner interessant.

Hovedrapporten ble bygd opp rundt følgende hoveddeler:

### **Introduksjon**

Introduksjonsdelen vil gi en oversikt over problemstillinger og avgrensinger for hovedoppgaven. Denne delen vil også dokumentere hvilke metoder som er benyttet. Til slutt vil det bli sett på andre relevante prosjekter i forhold til hovedoppgaven.

### **Teori**

I teoridelen har det blitt sett nærmere på sosioteknisk systemtenking og nettverks perspektiv. Disse teoriene skal til sammen være med på å gi teoretisk grunnlag for drøfting av muligheter ved innføring ny teknologi ved EFS.

### **Teknologi**

I teknologidelen har det blitt sett på forum som tar for seg problemstillinger rundt standardisering av trådløs kommunikasjonsløsninger. Det har videre bli sett på forskjellige typer trådløse teknologier som WAN, LAN og PAN. Til slutt i denne delen vil det bli sett på fem teknologiske løsningsalternativer for EFS.

### **Drøfting**

I drøftingsdelen har man sett nærmere på de fem forskjellige teknologiske løsningene, og analysert disse med hensyn til teori og intervjuer/samtaler. I slutten av drøftingsdelen har man komme frem til en anbefalt løsning for EFS i dag.

### **Case**

Først i case'et har det blitt sett på status, og krav til ovns og raffineringsoperatørene ved EFS. Det har videre bli sett på krav til den anbefalt løsningen ved EFS. Det har med hjelp av noen "situasjoner" blitt vist funksjonaliteten til anbefalt løsning. Til slutt har det bli sett litt nærmere på mulig fremtidig teknologisk løsning ved EFS.

# TEORI

*“Kunnskap er makt.  
Francis Bacon”*



## 2 Teoretisk innføring

Det har gjennom tider blitt benyttet forskjellige perspektiver for å belyse organisering av mennesker. Dersom man går tilbake til gamle testamentet i Bibelen, finnes det en historisk fortelling som kan ha dannet grunnlaget for organisering av mennesker i hierarkisk struktur. Etter at Moses hadde ført israelittene ut av Egypt, ble han satt til å dømme i forskjellige skiftsmål mellom israelittene. De var på den tiden rundt 600 000 man foruten kvinner og barn (Bibelen, 2.Mosebok kap.18). Moses ble raskt overarbeidet, men heldigvis hadde Moses en svigerfar som også var en dyktig prest. Jetro ba da Moses å finne frem til dyktige folk som kunne være høvdinger for folket, noen for 1000, andre for 100, noen for 50, andre for 10. Disse skulle skifte mellom folket, og kun i tvilstilfelle skulle de sende sakene videre til Moses.

Når IT integreres i organisasjoner, vet man at organisasjonsstrukturen påvirkes av teknologien, og utviklingen av nye organisatoriske prinsipper kan derfor blir viktig (Kassah, 1998). I denne oppgaven vil det ikke bli sett på muligheter for å opprette nye organisasjonsstrukturer, men kun benyttet eksisterende teori.

Teorien i dette kapitlet vil danne grunnlaget for å drøfte sammenhengen mellom innføring av ny trådløs teknologi for operatørene ved EFS. Det vil også bli sett nærmere på konsekvenser for relasjoner operatørene imellom, etter en eventuell innføring av teknologi ved EFS.

I denne oppgaven har det blitt benyttet to perspektiv, eller to "briller" for å belyse forskjellige sider ved det å innføre ny teknologi ved en bedrift.

Sosioteknisk systemtenking (STS) var basert på ideen om at en organisasjon består av både et sosialt system og et teknologisk system. Organisasjon fungerer best dersom man felles optimaliserer disse systemene. Et eksempel som er mye benyttet i organisasjonsteorien er forskingen rundt mekaniseringen av en engelsk kullgruve (Morten Levin, Øysten Fossen Reidar Gjervik, 1994). Ved å optimalisere det tekniske system, og ikke se på det sosiale system, fant Trist og Bamforth ut at organisasjonen fikk problemer med kommunikasjon, koordinering og ansvarsfordeling. Resultatet av dette ble at man ikke oppnådde den forventede produktivitetsøkningen

Hovedoppgaven vil også belyse innføringen av ny teknologi ved hjelp av nettverks perspektiv. Dette er en teori som har eksistert fra slutten av 30 årene, men den har ikke fått noe større oppmerksomhet før på begynnelsen av 90 tallet. Dette kan i følge Nitin Nohria (1992) begrunnes med følgende tre faktorer.

1. Økende konkurranse mellom bedrifter bidrar til mer interesse for nettverksmodellen i forhold til den gamle hierarkiske modellen. Den økede konkurransen vil bidra til mer hensyn i de horisontale forbindelsene både inne og utenfor de enkelte bedrifter.
2. Den teknologiske utviklingen har gjort det mulig å integrere nettverks strukturen på en mye bedre måte enn før. Man har nå tilgang til datanettverk med tilhørende programvare informasjonsbehandling, samt tilgang til forskjellige telekommunikasjons løsninger.



3. En tredje grunn er den voksende bruk av nettverk analyse innen den akademiske disiplin. Nettverk analyse har vokst fra en begrenset bruk innenfor matematisk sosiolog, til å bli en tilnærming for forskere flest.

Det har i forbindelse med teoridelen blitt fremsatt noen hypoteser som det ønskes å få svar på. Hypotesene har også blitt utprøvd på noen operatører ved EFS. Det vil derfor bli interessant å drøfte sammenhengen mellom teorier, og resultater fra intervjuer/samtaler med de forskjellige operatørene. Men først skal det sees litt nærmere på den sosiotekniske systemtenkingen.

## 2.1 Sosioteknisk Systemtenking

STS er som tidligere nevnt en organisasjonsteori som tar utgangspunktet i at man har et teknologisk og et sosialt system som må samarbeide.

Det vil i dette kapitlet bli sett nærmere på krav fra det Sosiotekniske systemet, og krav til teknologi innen STS. Til slutt vil det bli sett på prinsipper for produksjon etter STS mønster.

### 2.1.1 Krav fra det Sosioteknisk System

I følge ( Elden m. fl 1986, s.192) innebærer Sosioteknisk utforming at mennesket blir behandlet som et sosialt individ med nødvendig og viktige relasjoner til arbeidskamerater, overordnede og underordnede. Mennesket er med andre ord en del av et større fellesskap. Mennesket har muligheten til både å kunne tenke og utføre manuelle oppgaver, samtidig som det kan utvikle seg gjennom læring basert på nye erfaringer. Teknologien må utformes med det for øye at den først er nyttig når den kan anvendes av mennesker.

STS stiller krav både til det sosiale og teknologiske systemet. Det sosiale system stiller krav både individuelt og sosialt. På individ nivå er de psykologiske jobbkravene sterkt fremtredene (Emery og Thorsrud, 1970, s.19).

1. Behov for et innhold i jobben, som fordrer noe ut over ren utholdenhet, og som betyr et visst minimum av variasjon selv om det ikke nødvendigvis innebærer noe stadig nytt i jobben.
2. Behov for å kunne lære noe i jobben, og å fortsette å lære noe.
3. Behov for å kunne treffe beslutninger, i det minste innenfor et avgrenset området som den enkelte kan kalle sitt eget.
4. Behov for anseelse, i det minste en viss grad av mellommenneskelig støtte og respekt på arbeidsplassen.
5. Behov for å se sammenheng mellom arbeidet og omverdenen, i det minste slik at man kan se en viss forbindelse mellom det man utfører i arbeidet, og det som betraktes som nyttig eller verdifullt.
6. Behov for å se at jobben er forenlig med en ønskverdig fremtid uten at dette nødvendigvis innebærer avansement.



Dersom man skal forsøke og oppsummere disse seks punktene (Morten Levin, Øysten Fossen Reidar Gjervik, 1994) kan man si at enkeltindividet trenger en motiverende jobb, som er variert, gir læring og muligheter for beslutningstaking. Jobben gir støtte og respekt, har sammenheng med omverden, og er forenlig med en ønsket fremtid.

I tillegg til de individuelle jobbkravene er man innenfor STS meget opptatt av å skape sosiale grupper som gir gjensidig støtte, gruppen skal også ha en viss form for selvstyring.

Det finnes i følge (Morten Levin, Øysten Fossen Reidar Gjervik, 1994) to grunner til å organisere arbeidet i grupper. For det første bidrar det til å skape et godt sosialt system, fordi folk kommer nær inn på hverandre og skaper følelsesmessige bindinger. For det andre fungerer gruppebasert organisasjoner godt rent systemteoretisk. Reguleringsløyfen blir kort, og dermed økes evne til å lære fra sine feil.

STS legger opp til stor grad av medvirkning fra enkeltindividet, og en mest mulig demokratisk organisasjon. Det har spesielt blitt lagt opp til direkte medvirkning i forbindelse med beslutninger angående produksjon. (Morten Levin, Øysten Fossen Reidar Gjervik, 1994)

### **2.1.2 Krav til teknologi innen STS**

STS har i dag stor innflytelse innenfor norsk industri (Arbeidsmiljøloven paragraf 12).

Innenfor ferrolegeringsindustrien (eks. Elkem Fiskaa) er det i dag fremdeles en del arbeid som gjenstår før man kan si å ha maksimalt optimalisert alle prosesser.

Etter som teknologien utvikler seg, få man tilgang til bedre løsninger. Det er teknologiske løsninger som forbedrer selve prosessen, og løsninger som gir den enkelte større muligheter til å ta rett beslutning gjennom økt beslutningsstøtte.

I denne oppgaven vil det i hovedsak bli sett på innføring av teknologi som øker beslutningsstøttegrunnlaget for enkelt individer. Det vil da være viktig å benytte seg av teknologiske løsninger som inkluderer, og ikke ekskludere det sosiale systemet.

Gjennom historien er det flere eksempler på at teknologiske løsninger som var ment å øke produktiviteten, ikke fungerte etter plan.

### **2.1.3 Produksjon etter STS prinsipper**

Det finnes flere måter å utforme en produksjonsorganisasjon i henhold til STS.

Fremgangsmåten som blir benyttet her er enkel, men den gir et innblikk i hvordan man kan gjennomføre STS i praksis.

I følge (Morten Levin, Øysten Fossen Reidar Gjervik, 1994) kan prosessen deles inn i 7 hovedtrinn.

1. Analyse av det tekniske systemet. Identifisere kritiske spesifikasjoner (enhetsoperasjoner) og viktige produksjonsfeil (nøkkelforvariasjoner).
2. Analyse av det sosiale systemet. Identifisere individuelle krav og behov, kartlegge sosiale relasjoner.
3. Analyse av interne og eksterne omgivelser. Identifisere krav fra ledelse, vedlikehold, lager, andre avdelinger, overordnet planer og mål, kunder.



4. Hvordan kan oppfyllelsen av de grunnleggende tekniske kravene skje på en slik måte at det skaper gode jobber ?
5. Hvordan kan vi ta hensyn til de grunnleggende kravene fra omgivelsene på en slik måte at vi skaper gode jobber ?
6. Med utgangspunkt i dette, hvordan ønsker vi å utforme det sosiale systemet ?
7. Med utgangspunktet i det sosiale systemet vi nå har formulert, hvordan ønsker vi å forme teknologien og interne omgivelser.

Ledetråder for alt dette, og spesielt punkt 4-7, er at et godt sosialt system gir:

- Variasjon, læring, helhet osv. ( psykologiske jobbkrav )
- Grupper som ivaretar en helhetlig produksjon, inkludert kontroll med feil ( variasjon)
- Delvis selvstyrt, slik at gruppen selv ivaretar læring, koordinering og en del lederfunksjoner.

Denne oppskriften er forenklet i forhold til STS – totale prinsipper, men den gir en bra oversikt, og en fin innfallsvinkel for å benytte STS.

Metoden passet best dersom man skal bygge opp en bedrift fra grunn, men i de fleste tilfeller er det som ved EFS. Her er en del faste rammer satt, og STS modellen må dermed tilpasses best mulig.

## 2.2 Nettverks perspektiv

Hva er det som gjør at det er så interessant å studere organisasjonen med et nettverks perspektiv? I følge Nitin Nohria (1990) er det fem basis prinsipper som støtter opp om denne typen teori.

1. Alle former for organisasjoner er i en eller annen form sosiale nettverk, og bør derfor behandles og analyseres deretter. Med et sosialt nettverk menes et sett av noder (operatører, organisasjoner) som kobles sammen ved hjelp av et sosialt nettverk. Fra et nettverks perspektiv kan en organisasjon bestå av flere typer nettverk. Nettverkene kan bestå av synlige og ikke synlige sosiale nettverk. Innenfor EFS vil skiftene være synlig sosiale nettverk, i tillegg til disse vil det kunne oppstå små sosiale nettverk innenfor skiftene. Disse nettverkene kan være avhengig av for eksempel interesser utover det ordinære arbeidet (sport, jakt, foreninger osv.).
2. Omgivelsene til en organisasjon blir i følge nettverks perspektiv sett på som et nettverk av andre organisasjoner, og forbindelser mellom de forskjellige organisasjonene danner et sosialt nettverk. Nettverks perspektivets oppgave blir da å analysere de enkelte organisasjoners forskjellige mønster og forbindelser. Dette gjøres for å komme frem til kildene til de omkringliggende organisasjonene, og å oppnå optimal nettverksstruktur.





3. Handling ( holdninger og oppførsel) til aktører i organisasjon kan best forklares ut i fra deres posisjon i relasjonsnettverket. Dersom man vet en aktørs posisjonen, kan man i lettere grad diskutere mulighetene for suksess. Dette kan gjøres ved å fylle ut et skjema på grunn av forskjellige attributter, som for eksempel: solidaritets prinsipp, verdisyn, fremtredenhet, arbeidsområde og lønn
4. Nettverk fremtvinger handling, og nettverket blir etterhvert formet av disse handlingene. Nettverk perspektivet fremtrer ikke som en bestemt struktur, men mer som en kontinuerlig prosess, der det foregår tilpassing av organisasjonen i henhold til bruk av teknologi.
5. Nettverks perspektiv legger stor vekt på å sammenligne og analysere organisasjonen med hensyn til variabler og målinger som reflekterer den totale strukturen av forbindelser innenfor organisasjonen.

Disse fem punktene danner de grunnleggende premissene og hovedinnholdet i den nettverksbaserte organisasjonsteorien.

I følge (Nitin Nohari, Robert G. Eccles, 1992) vil man ved innføring av nettverks perspektivet kunne oppnå fordeler som:

- Økt forståelse av makt og innflytelse av organisasjonen.
- Bedre forståelse av organisatorisk anstrengelser.
- Bedre forståelse av strategiske allianser.
- Stå bedre rustet til den "Nye konkurranse situasjonen" Økt bruk av teknologi og andre forretningsmessige verktøy som krever åpnere organisasjoner.

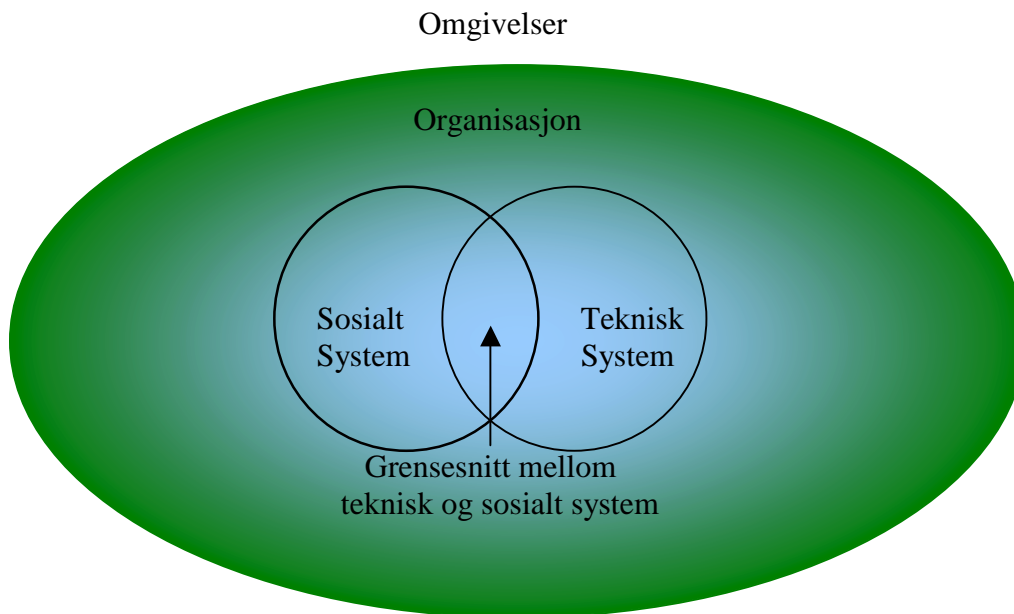
Dette var det andre perspektivet som vil bli benyttet under denne oppgaven. I neste kapittel vil det bli sett nærmere på noen hypoteser for operatørene ved innføring av trådløs teknologi ved EFS.

## 2.3 Hypoteser for operatører i STS og i nettverks perspektiv.

Det har blitt utviklet noen hypoteser der man ser på:

- innføring av trådløs teknologi
- individuelle forandringer
- sosiale forandringer
- organisasjonsmessige forandringer
- produksjonsmessige forandringer

Alle hypotesene er utarbeidet med hensikt på innføring av trådløs teknologi ved EFS. Hypotesene finnes dokumentert i vedlegg F.



Figur 1 Modell for sosioteknisk systemtenking.

Dersom man innfører trådløs teknologi ved EFS vil man ikke automatisk få en sikker, rask og mer effektiv produksjonsprosess.

STS modellen (Fig. 1) indikerer flere elementer som det må taes hensyn til.

Den enkelte operatører befinner seg i grensesnitt mellom det sosiale og tekniske systemet, og man må derfor tilpasse de sosiale og tekniske systemene. Nå er det som regel slik at det er forskjellige aktører som utvikler de tekniske og organisasjonsmessige strukturene. Etter STS prinsipper vil det da være naturlig at disse aktørene har god dialog seg imellom.

De enkelte operatør bør også taes med i de forskjellige beslutningene, da det er operatørene som skal leve og jobbe innenfor de rammer/mønster som legges opp.

Figur 1 viser også sammenhengen mellom organisasjonen og omgivelsene.

Forandring i det sosiale og tekniske system vil kunne føre til forandringer av organisasjonen.



En ser også muligheten for at en forandring i miljøet utenfor fremtvinger en forandring i organisasjonen. Et eksempel kan være at andre smelteverk begynner å benytte seg av organisasjonsstrukturer eller teknologier som gjøre produksjonen bedre og billigere. Dette vil gi disse bedriftene et konkurransefortrinn fremfor vår bedrift.

Som nevnt tidligere har det gjennom STS blitt tatt med seks forskjellige psykologiske jobbkraav. Et spørsmål er i hvilke grad innføringen av trådløs teknologi ved EFS vil innfri den enkelte operatørs behov. Rent teoretisk vil man se at innføringen av trådløs kommunikasjon ved EFS både kan få positive og negative sider.

En operatørs arbeidsdag vil etter innføring av trådløst utstyr virke mer spennende og utfordrende, men andre vil påpeke det motsatte. Den enkelte operatør har en kognitiv forståelse av å innføre trådløs teknologi ved EFS, og dette er med på å bestemme om operatørene synes løsningen kommer til å få positiv eller negativ betydning for arbeidet.

En operatør har behov for variert arbeid, og ved innføring av trådløs teknologi vil den enkelte operatør ha muligheten til å bevege seg fritt innenfor produksjonsområdet.

Dette gjør den enkelte operatør i stand til å foreta andre oppgaver, samtidig som han holder kontroll over sine tidligere oppgaver. Operatørens behov for å lære noe nytt kan til en viss grad også bli dekket. Operatøren er mer fri og har muligheten til å bevege seg rundt for å ta til seg ny kunnskap. Teknologien gir operatørene muligheter til flerferdighet i arbeidet.

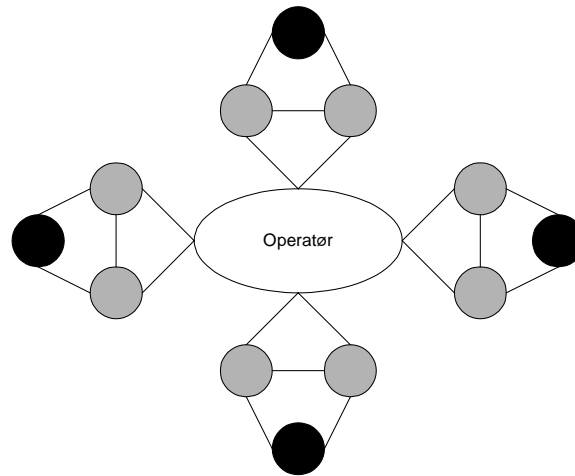
Operatørene ser ikke ut til å kunne treffe flere beslutninger enn tidligere, men i økt grad ta sine beslutninger hvor som helt i bedriften.

Den enkelte operatør har behov for anseelse, og ved å innføre trådløs teknologi, vil man både kunne oppnå økt anseelse, og redusere anseelsen til operatørene.

Hvorvidt operatørene får økt eller minket anseelse, er avhengig av måten teknologien blir innført på.

Behov for å se en sammenheng mellom arbeidet og omverdenen, og behovet for å se at arbeidet er forenlig med en ønskverdig fremtid, ser ikke ut til å bli påvirket ved innføring av trådløs teknologi ved EFS.

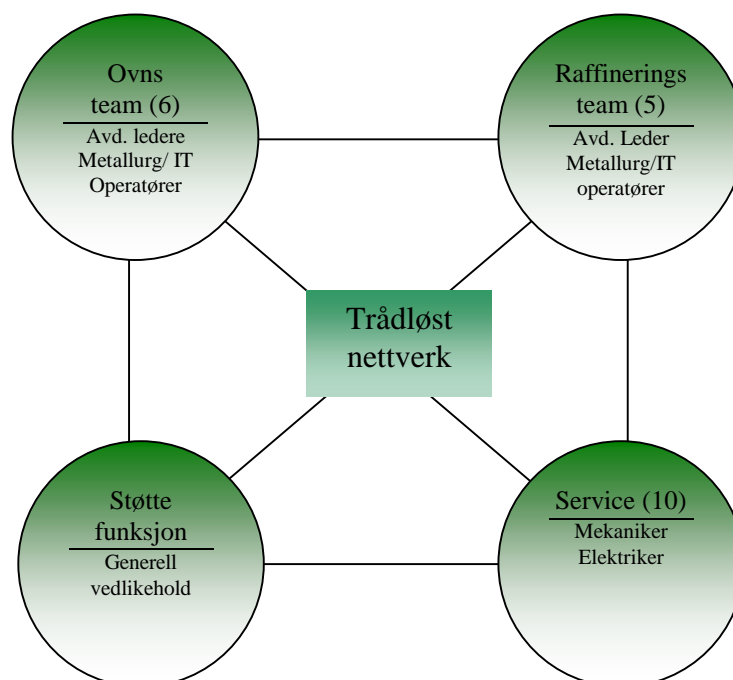
EFS har ved å innføre team i produksjonen skapt muligheten for et bedre sosialt fellesskap. Ved innføring av trådløs teknologi i produksjonen, vil man kunne korte ned reguleringsløyfen i samsvar med STS prinsipper, og øke kvaliteten og inntjeningen på sluttproduktene.



Figur 2 En operatør i nettverks perspektiv.

Figur 2 skisser et mulig sosialt nettverk for en operatør. De grå nodene er operatører og andre aktører som operatøren har direkte kontakt med. De svarte nodene aktører som operatøren indirekte får kontakt med.

En operatør ved EFS kan altså være med i flere nettverk, disse nettverkene kan være av faglig og sosial art. Nettverkene vil kunne påvirke operatøren i forskjellige retninger alt etter hvilke sosialt nettverk som har størst innflytelse på operatøren. Det bør gjennomføres en grundig analyse av de forskjellige sosiale nettverkene før man innfører ny teknologi. Ved å kartlegge de forskjellige sosiale nettverkene vil man være i stand til å øke effekten ved innføring av ny teknologi.



Figur 3 Nettverks perspektiv på EFS



I følge nettverks perspektivet vil en aktørs handling og oppførsel kunne forklares ut i fra hvilke posisjoner han har i det sosiale nettverket. En operatør som innehar en høy sosial posisjon vil kunne få utrettet mer en operator med lav posisjon. Med bakgrunn i dette kan det være interessant å få lokalisert operatører med høy sosial posisjon, da disse har muligheter for å hindre beslutninger og gjennomføring av prosjekter.

Det påpekes videre at nettverks perspektivet fremtvinger raskere handling, og at organisasjonsstrukturen vil være en kontinuerlig prosess. Elkem har en relativt fast organisasjonsstruktur, men ved de team basert avdelingene vil man nå ha bedre mulighet til å oppnå effekter som nettverk perspektivet viser til.

Figur 3 viser muligheter for å koble sammen forskjellige aktører ved hjelp av et trådløst nettverk. Det er ikke snakk om sosialt nettverk, men om teknologi som gjør det mulig å foreta fornuftig kommunikasjon mellom forskjellige aktører i nettverket. Dette vil på sikt kunne være med på å forbedre det sosiale nettverket ved EFS.

# TEKNOLOGI

*“Kunnskap dreper frykt.  
Ralph W. Emerson”*



### 3 Trådløs teknologi

I dette kapittelet vil det bli gitt en oversikt over forskjellige forum for trådløs kommunikasjon. De fleste forumene har som mål å opprette industrielle standarder for trådløs kommunikasjon. Forumene lykkes kun i den grad det har industriell støtte bak standarden.

Det vil videre bli sett på forskjellige typer trådløs teknologi som for eks WAN, LAN og PAN. Til slutt vil det bli sett nærmere på fem løsningsalternativ for trådløs kommunikasjon ved EFS.

#### 3.1 Forum for trådløs kommunikasjon.

Det finnes i dag mange forskjellige organisasjoner og forum som ser på og utvikler standarder for trådløs kommunikasjon, og det vil nå bli sett litt nærmere på noen av disse.

##### 3.1.1 WLANA Forum ([www.wlana.com](http://www.wlana.com))

Wireless LAN Alliance (WLANA) er et uøkonomisk forum, og det ble stiftet i 1996. Forumet var ment som en informasjonskanal fra produsenter til brukere om trådløs teknologi.

WLANA utvikler undervisnings materiale om trådløs kommunikasjon, og holder industrien oppdatert om trender og teknologier som er, og som kommer ut på markedet.

##### 3.1.2 WLI Forum ([www.wlif.com](http://www.wlif.com))

Wireless Lan Interoperability (WLI) er et forum som tar for seg å standardisere produkter etter OpenAIR™ standard i 1996. De har etterhvert også tatt med seg IEEE 802.11.

WLI forum gir en god oversikt over tilgjengelig trådløse produkter på markedet i dag, produktene er kategorisert i grupper.

##### 3.1.3 WAP FORUM ([www.wapforum.com](http://www.wapforum.com))

WAP (Wireless Application Protocol) Forum er en samling rundt 300 forskjellige bedrifter.

Hovedmålene for WAP forum er å lage en trådløs protokoll som :

- er uavhengig av trådløse nettverk
- er tilgjengelig for alle
- skal danne grunnlaget for en internasjonal standard.
- har muligheten for god skalering med hensyn til overføring av data
- har muligheten for god skalering med hensyn til forskjellige terminaler
- er tilpassingsdyktig over tid.

WAP skal være i stand til å støtte følgende systemer, men nødvendigvis ikke være begrenset til å støtte bare disse systemene:

- GSM-900, GSM-1800, GSM-1900
- CDMA IS-95
- TDMA IS-136
- 3G systems - IMT-2000, UMTS, W-CDMA, Wideband IS-95



### 3.1.4 Bluetooth™ SIG ([www.bluetooth.com](http://www.bluetooth.com))

Bluetooth™ SIG er et forum der det viktigste av telekommunikasjons, data og nettverks leverandørene er samlet. Et av hovedmålene for Bluetooth SIG var å utvikle en lavkost radio sender/mottaker for å koble sammen bærbare pc'er, mobiltelefoner, og annet håndholdt utstyr. Bluetooth er en åpen standard, og kommer i to versjoner. Ti meterens versjon er tenkt benyttet innenfor korte avstander (trådløs tastatur), mens hundre meters versjonen skal benyttes i mindre LAN løsninger.

## 3.2 Trådløse kommunikasjonsløsninger

Globaliseringen av trådløs kommunikasjon har ført til en rask utvikling av nye produkter og et større press for standardisering av trådløs kommunikasjonsløsninger. Det vil derfor bli gitt en kort oversikt over noen tilgjengelig standarder og teknologiske løsninger basert på White Paper fra Dell (August 1999).

Trådløs kommunikasjon kan deles opp i flere undergrupper alt etter hvilke område det er tenkt brukt.

### 3.2.1 WAN teknologi

Trådløs teknologi som benytter seg av Wide Area Network (WAN) kan grupperes inn etter valg av kommunikasjonsløsninger som mobil kommunikasjon og satellitt kommunikasjon.

#### **Mobil kommunikasjon**

Det opereres med flere generasjoner teknologi innenfor mobilkommunikasjon.

Første generasjon inkluderer analoge telefoner og paging service. Denne generasjonen gir ikke støtte for pakkesvitsjet nett.

Andre generasjon gir bedre støtte for trådløs kommunikasjon, og er sikrere med hensyn til kommunikasjonsens infrastruktur. Overføringskapasiteten av data er svært lav, og sikkerhets perspektivet er det blitt tatt lite hensyn til.

Generasjon 2.5 en mellomgenerasjon, denne generasjon støtter pakkesvitsjet dataoverføring og den har en teoretisk overføringskapasitet på 115 kbps.

General Packet Radio Service (GPRS) ventes å komme i drift løp av 2000.

Tredje generasjon mobilkommunikasjons utstyr ventes å fordele lisenser til tjenesteleverandører fra 2000 og utover (CGD). Ved innføring av denne teknologien vil man øke kapasiteten på det trådløse systemet betraktelig ( 1-2 Mbps), samtidig som kompatibilitet mellom de forskjellige systemene blir bedre.

#### **Satellitt kommunikasjon**

Satellitt kommunikasjon er en dyr måte å overføre data på. I dag er det stor sett bare TV/Radio stasjoner som benytter seg av GEO (Geosynchronous Earth Orbit ) satellitter. LEO ( Low Earth Orbit ) satellitter ligger nærmere jorden, og kostnadene er ikke så høye som GEO satellitter. Det kan derfor være aktuelt å benytte denne teknologien i forbindelse med WAN kommunikasjon.





### 3.2.2 LAN teknologi

LAN (Local Area Network) er som navnet tilsier lokale nettverk til bedrifter og organisasjoner. Det finnes noen patentbeskyttede LAN løsninger, men de fleste løsningene baserer seg på IEEE 802.11 standarden.

#### **IEEE 802.11 standard**

802.11 er en standard som gir støtte for 1 og 2 Mbps dataoverføring ved hjelp av DSSS (Direct Sequence Spread Spektrum) og FHSS (Frequency Hopping Spread Spektrum), og 155 Mbps med hjelp av IrDA (Infrared Data Association).

802.11 er bygd opp slik at den er kompatibel med vanlig Ethernet LAN, og annet utstyr av samme type.

DSSS og FHSS er teknologier benyttet for å hindre ”støy” og sikre dataoverføring. DSSS benytter seg av hele frekvens båndet, og sender over bit med bestemte koder, slik at mottaker kan dekode bitene riktig.

FHSS sender og mottar data ved å hoppe mellom forskjellige kanaler med et mønster som kun gjenkjennes av sender og mottaker. Denne overføringen sikrer dataoverføringen mot uønsket forstyrrelse (interferens), og gir økt trygghet mot avlytting.

Federal Communications Commission (FCC) har begrenset FHSS til 2 Mbps i henhold til 802.11. Flere produsenter har oppgradert FHSS til 11 Mbps.

802.11 Infrarød er en tredje måte å overføre data på. Denne teknologien er sterkt begrenset med hensyn til avstand. Frekvensen som benyttes er svært utsatt for støy, og den infrarøde teknologien krever tilnærmet fri sikt mellom sender og mottaker.

Denne teknologien har flere positive sider, da den blant annet er vanskelig å avlytte, og har stor båndbredde.

Det er under utvikling to nye standarder 802.11a og 802.11b (Mayer 1999).

802.11a oppgraderes til 6-54 Mbps ved hjelp av OFDM ( Orthogonal Frequency Divided Multiplexing), denne teknologien er basert på å overføre data ved hjelp av mange bærebølger samtidig. 802.11b oppgraderes til 11 Mbps i 2.4 GHz frekvens båndet ved hjelp av DSSS. Denne utvidelsen vil ikke støtte FCC begrensning på 2 Mbps.

#### **HiperLAN**

HiperLAN er delt inn i flere to standarder. HiperLAN 1 støtter ikke IEEE 802.11 og har derfor ikke blitt tatt i bruk av mange, selv om standarden opererer med store overføringshastigheter (opp til 19 Mbps i 5 GHz båndet). Det blir for tiden utarbeidet en ny standard som skal gjøre HiperLAN 2 kompatibel med IEEE 802.11a.

HiperLAN vil da benytte seg av OFDM teknologi, og gi støtte for QoS ved taleoverføring. Samtidig har enkelte grunnleggere av HiperLAN presset på for å få standarden til å passe sammen med tredje generasjons mobil radiosystem.

Det har blitt jobbet med å tilpasse HiperLAN mot Bluetooth og IEEE 802.11a.

Enkelte hevder at det ikke er helt enkelt å kombinere disse teknologiene, da de baserer seg på forskjellige teknologiske teknikker(Mayer, 1999).



### 3.2.3 PAN teknologi

Personal Area Network (PAN) er små nettverk som er begrenset til et kontor eller møterom. Hovedhensikten med PAN løsninger er at man unngår ledninger, og får en automatisk data synkronisering. En kan se store fordeler med å benytte seg av denne teknologien i forbindelse med møtelokaler o.l. Da vil man ved hjelp av bærbare PC få tak i data fra de lokale serverne, samt utveksle informasjon mellom møtedeltagere på en enkel måte.

Eksempel på PAN teknologier kan være Bluetooth og HomeRF.

#### **Bluetooth**

Når Bluetooth ble utviklet var det et av kravene at teknologien skulle koste lite, og støtte trådløs data og tale kommunikasjon. Bluetooth baserer seg på FHSS teknologi, men benytter flere hopp enn IEEE 802.11. Bluetooth bør derfor fungere bedre i miljøer der det er mye ”støy”.

Bluetooth fåes i to varianter ti og hundre meter. Overføringskapasiteten ved asynkron overføring er opp til 432 Kbps og ved synkron 721 Mbps. Bluetooth er ikke helt kompatibelt med IEEE 802.11, men Bluetooth benytter samme TC/IP protokoll. Ved hjelp av ”broer” kan man oppnå kompatibilitet mellom IEEE 802.11 og Bluetooth.

#### **HomeRF**

HomeRF er en arbeidsgruppe nedsatt av ITU for å utvikle en standard for lavkost data og tale kommunikasjon. HomeRF opererer med en overføringshastighet på 800 kbps, og 100mw sendereffekt. Løsningen har en rekkevidde på opp til 40 meter. HomeRF benytter seg av FHSS, men har ikke mer enn 50 hopp per sekund. Denne teknologien er en hybrid som er lånt av IEEE 802.11. Standarden er tenk brukt i blant annet PDA's (Personal Digita Assistens ). Standarden ligner mye på Bluetooth, men har ikke like mye industriell støtte som Bluetooth.



### 3.3 Forslag til teknologiske løsninger ved EFS

Ved innføring av trådløse nett ved EFS, er det spesielt et problem som det må taes hensyn til, og det er elektromagnetisk støy. Smelteverk bruker mye energi i smelteprosessen, denne energien medfører store elektromagnetiske felt i produksjonshallen ved EFS. Disse elektromagnetiske feltene kan mer eller mindre påvirke den trådløse kommunikasjonen. På grunn av manglende tilgang til teknisk utstyr, vil det ikke bli kjørt noen pilot test med hensyn til elektromagnetisk støy.

Det vil nå bli sett på fem løsningskonsepter for implementering av trådløst kommunikasjonsutstyr ved EFS.

#### 3.3.1 Løsningsalternativ 1. Kontrollrom + SMS / pager

Dette er en løsning som er teknologisk relativt enkelt å implementere. Løsningen gir muligheter for å sende tekstmeldinger ut til operatørene ved hjelp av vanlige GSM mobiltelefoner eller pager.

Løsningen vil kunne gi den enkelte operatør raskere tilgang til informasjon om alarmer, samt andre nødvendige meldinger som operatørene trenger.

En ulempe med denne løsningen er påliteligheten til meldingen, vil meldingen komme frem til riktig tid? Dette problemet må i så fall taes opp med den enkelte nettleverandør. Dersom de har muligheten til økt pålitelighet, vil løsningen være enkel å få implementert rent teknisk.

#### 3.3.2 Løsningsalternativ 2. Kontrollrom + WAP telefon / PDA

Ved innføring av Wireless Application Protocol (WAP) teknologi har man muligheten til å øke informasjonstilgangen.

En WAP løsning vil i følge Ericsson kunne gi støtte for :

- tale meldinger, kommunikasjon
- e-mail
- Intranet/Internet tilgang
- gjenvinning og søk av informasjon
- kalender og office applikasjoner
- kart, posisjons basert service
- samtale kontroll

WAP teknologien gir store muligheter for henting av informasjon, og telefonen/ Personal Digital Assistant (PDA) tar liten plass, og den kan lett bæres rundt i produksjonshallen av operatørene

Løsningen har begrensinger med hensyn til å overføre store datamengder som Trend (grafisk program for visning av sanntidsdata). En WAP enhet kan hente ned data som for eksempel informasjon om alarmer, prosedyrer og skjemaer. En WAP løsning vil også kunne brukes til å kvittere for alarm meldinger.

Denne løsningen gir mange nye muligheter, og det er da opp til den enkelte å finne frem til nyttige bruksområder for WAP enheten ved EFS.



### 3.3.3 Løsningsalternativ 3. Kontrollrom + Faste terminaler + WAP

Denne løsningen vil inneholde en del ny teknologi, og bestemmelser som tidligere ble gjort i kontrollrommet kan flyttes ut i produksjonshallene.

WAP enheten vil erstatte løpingen frem og tilbake til kontrollrom ved alarmer. WAP kan videre gi indikasjoner på hva som skal undersøkes på de faste terminalene som er plassert rundt i produksjonshallene. Plasseringen av de faste terminalene må vurderes, men det kan være aktuelt å ha en terminal i de forskjellige stakebilene.

Ved innføringen av denne løsningen vil ikke den enkelte operatør oppnå full frihetsgrad, da operatøren fremdeles er avhengig å gå til en terminal for å følge med på prosessdata.

### 3.3.4 Løsningsalternativ 4 Kontrollrom + Trådløse terminaler

Etter som den trådløse kommunikasjon får bredere overføringskapasitet vil man kunne overføre mer data. Ved hjelp av trådløse terminaler vil operatøren få full oversikt over koblingsskjemaer, prosedyrer og sanntidsdata. Operatøren vil ha muligheten til å bevege seg fritt innenfor et bestemt område. Kontrollrommet beholdes slik som det er i dag ved EFS.

### 3.3.5 Løsningsalternativ 5 Terminalbasert Kontrollrom

Denne løsningen ligger lengst frem i tid. Løsningen er avhengig av en videreutvikling av dagens trådløse kommunikasjon, med hensyn til sikkerhet, støy og brukergrensesnitt.

Et kontrollrom inneholder mange instrumenter, brytere, skjermer osv.

Så den største utfordringen vil etter min mening være å utforme et grensesnitt som tar vare på all funksjonalitet som eksisterer i det nåværende kontrollrommet.

Det finnes i dag flere forskjellige bærbare terminaler. Terminalene kommer i forskjellige størrelser og vekt.

Dersom man ser på mer avanserte løsninger som for eksempel kroppsbåren informasjon og kommunikasjonsløsninger (KIKS). KIKS løsninger benytter seg av nye former for fremvising av informasjon, og dette vil gi operatørene nye muligheter for å kommunisere og hente informasjon.

En KIKS løsning bør konstrueres slik at utstyret ikke hindrer operatøren under arbeidet, løsningen kan bestå av transparente briller med meny styring ved hjelp av talegjenkjenning eller øyebevegelse.

# Drøfting

*”En kjede er aldri sterkere enn dens svakeste ledd.  
W. James”*



## 4 Integrering av trådløs kommunikasjon med hensyn til teori og teknologi

I denne delen av rapporten vil det bli drøftet forskjellige teknologiske løsninger i lys av teorier basert på STS og nettverks perspektiv, samt intervjuer med operatører ( Vedlegg F). Det å vurdere teknologiske løsninger mot hverandre er ikke så vanskelig, men dersom man skal ta hensyn til de sosiale parameterene blir det straks vanskeligere.

### 4.1 Teoretisk analyse av kontrollrom + SMS/Pager

Dette er en løsning som er enkel å implementere, men dersom løsningen skal fungere, må enkelte grunnleggende forutsetninger være til stede.

- tekstmeldingene må ikke forsvinne.
- tekstmeldingene må komme frem med en gang.

Innføring av trådløs teknologi som SMS/Pager vil ikke føre til noen stor forandring for operatørene. Rollemønsteret vil bli det samme, og teknologien vil heller ikke kunne påvirke de psykologiske jobbkravene i større grad (STS).

Løsningen vil ikke føre til bedre kommunikasjon mellom forskjellige aktører ved EFS, da det kun er aktuelt å sende informasjon fra kontrollrommet og ut til operatørene ved hjelp av tekstmeldinger.

Løsningen gir den enkelte operatør raskere tilgang til viktige meldinger som alarmer. Operatørene vil ikke trenge å gå tilbake til kontrollrommet, men kan lese alarmene direkte. Arbeidet som operatøren utfører vil bli det samme, og det ser ikke ut til at løsningen kommer til å forbedre integreringen av nettverks teorien. For å få nytte av nettverks perspektivet vil det kreve at man har et godt oppbygd basisnettverk, og SMS/Pager løsningen vil ikke kunne gi en slik støtte.

## 4.2 Teoretisk analyse av kontrollrom + WAP enhet



Figur 4 Skisse av kontrollrom med WAP enhet.

### Innføring av teknologi

Ved innføring av trådløs WAP enheter, har man muligheten til å hente ned informasjon raskere, men med begrensninger i type og mengde data som overføres !

Innenfor STS ser man på muligheten til å forkorte ”reguleringsløyfen” i produksjon, en kortere reguleringsløyfe vil føre til økt kvalitet og økt produktivitet. Ved å innføre en WAP løsning i produksjon kan man teoretisk oppnå disse effektene, Alle operatører var enig i den fremstilte hypotesen.

En operatør påpekte at dersom WAP løsningen skulle benyttes, måtte WAP enheten være så liten at den kunne legges i en lomme, ellers så kom den sannsynligvis til å bli liggende inne i kontrollrommet. Samme operatør påpekte at WAP enheten måtte være utformet slik at det gikk å benytte den under alle lysforhold.

### Organisasjonsmessig forandringer

Innføring av WAP løsning vil ikke føre til noe organisasjonsmessig forandringer !

En WAP løsning vil ikke være med på å forandre selve organisasjonsstrukturen. I dag er to avdelinger ved EFS bygd opp som team, og tredje avdeling har beholdt den tradisjonelle organisasjonsstrukturen (Vedlegg A). Personene som ble intervjuet jobbet alle innenfor de to nye teamene. Operatørene mente at den største forandringen ved innføring av en WAP løsning kom til å bli innenfor arbeidsoppgavene til de enkelte teamene (Vedlegg F).



Innenfor nettverks perspektivet går man ut i fra at en gruppe/ team har mange sosiale nettverk. Ved å innføre en WAP løsning som gir muligheter for å tilby tjenester som nyhetsgrupper, samtalegrupper, vil man kunne danne et grunnlag for nye sosiale nettverk.

En bør være klar over at de nye sosiale nettverkene kan ha negative effekter, og ikke virke i samsvar med bedriftens mål.

### **Sosialt miljø**

Det sosiale nettverket vil bli det samme !

Denne hypotesen ga ikke noe entydig svar fra operatørene. En operatør påpekte muligheten for mer sosialt fellesskap, da operatørene vil ha større muligheter til å bevege seg rundt og snakke med andre.

En annen operatør hevdet at man ved å innføre en WAP løsning kunne oppnå motsatt effekt. Dette begrunnet han med at en operatør vil ha muligheten til å isolere seg, eksempel for å lese aviser, bilannonser etc. ved hjelp av WAP enheten.

Teknologien gir muligheter for økt grad av kommunikasjon mellom operatører og andre aktører ved EFS. WAP løsningen vil i en viss grad være med på å støtte opp, og dekke noen av behovene til enkeltindividene i henhold til de psykologiske jobbkravene.

Rent teoretisk finnes det ikke noe sterkt grunnlag for å falsifisere hypotesen, men sannsynligheten i følge operatørene er stor for at det sosiale nettverket blir det samme.

### **Enkelt individet**

Operatøren vil få en viss grad av økt selvstendighet, og graden av selvstendighet vil variere med tilgang av informasjon fra WAP løsningen !

Her er ikke alle operatørene enig med hypotesen.

En operatør var direkte uenig, og mente at operatøren ikke kom til å bli mer selvstendig. De to andre operatørene så heller på innføring av WAP løsningen som et tiltak for å gi operatørene en tryggere arbeidsplass.

Som i hypotesen om det sosiale miljøet, vil denne WAP løsningen være med på å dekke noen av de psykologiske jobbkravene.

### **Produksjonsprosessen**

Tryggere produksjonsprosess etter innføring av WAP løsningen !

Alle operatørene var enig i at WAP løsning vil gi en bedre og tryggere produksjonsprosess.

Et eksempel som det ble spesielt henvist til, var vannlekkasjer rundt smelteovnene, og drifting av smelteovnene.

Den teknologiske løsningen har i henhold til STS vært med på å korte ned reguleringsløyper, samt øke sannsynligheten for raskere oppretting av feil i produksjonsprosessen.



### 4.3 Teoretisk analyse av kontrollrom + fast terminal + WAP



Figur 5 Skisse av kontrollrom med WAP enhet og fast terminal.

#### Innføring av teknologi

Innføring av teknologisk løsning vil føre til raskere tilgang til informasjon !

Ved en innføring av denne teknologiske løsningen, vil man oppnå teknologiske fordeler fremfor tidligere løsningen (Kap. 4.2). Ved å plassere faste terminaler rundt i produksjonshallene vil man oppnå enkelte fordeler.

Etter å ha intervjuet noen av operatørene, kom man frem til at det kunne være gunstig å plassere faste terminaler i stakebilene og ved tappingen av smelteovnene.

Den totale reguleringsløyfen vil bli kortere i samsvar med STS, og man vil ha muligheten for å ta raskere beslutninger. En operatør kan for eksempel sitte i stakebilen og ta imot sanntidsdata om selve smelteprosessen.

Den teknologiske løsningen vil gi større muligheter for servicefolk (mekanikere, elektriker osv) og assistere de enkelte skiftene hjemmefra.

Mekanikere og elektriker vil få muligheten til å hjelpe de enkelte operatørene, da de har tilgang til alarmer og annen informasjon på WAP terminalen.



### **Organisasjonsmessige forandringer**

Innføring av WAP løsning vil ikke føre til noen organisasjonsmessige forandringer !

Man ser ingen indikasjoner på organisasjonsmessige forandringer ved innføring av denne teknologien. Etter å ha intervjuet de forskjellige operatørene, var det en samlet oppfattelse at løsningen ikke ville bringe frem krav til å forandre organisasjonsstrukturen. En av operatørene så muligheten for en annen fordeling av arbeidsoppgavene i produksjonen. Løsningen vil gi muligheter for nye sosiale nettverk i henhold til nettverks perspektiv teorien.

### **Sosialt miljø**

Liten forandring med hensyn til det sosiale miljø !

Hypotesen fikk ikke noe entydig svar fra operatørene, men operatørene så muligheter for forandring av det sosiale miljøet i både positive og negative retning. Hvorvidt denne løsningen gir bedre sosialt miljø, er etter operatørenes oppfattelse avhengig av de muligheter løsningen gir. Dersom operatørene får være med i planleggingsfasen av løsningen, vil man i følge operatørene ha større mulighet for å oppnå positive resultat for det sosiale miljø ved EFS. Dette er et moment som finner teoretisk støtte i STS.

### **Enkelt individet**

Raskere tilgang til informasjon for enkelt individet !

Her var operatørene som ventet enig. Ved hjelp av teknologien har man muligheten til å hente ned informasjon raskere på steder som man tidligere ikke hadde tilgang til denne typen av informasjon. En av operatørene så ikke behovet for en fast terminal, mens de andre operatørene så helt klart nytten av ekstern terminal ved tappingen av silisium og i stakebilene.

Et annet positivt trekk med innføring av denne teknologiske løsningen, er at man i følge operatørene får økt informasjons tilgang, som kan gi en økt sikkerhet for operatørene.

### **Produksjonsprosessen**

Tryggere produksjonsprosess, på grunn av raskere tilbakemelding !

To av de intervjuede operatørene var enige i hypotesen, mens den tredje hadde litt betenkelighet med om en raskere tilbakemelding nødvendigvis ville føre til en tryggere produksjonsprosess. Med dersom man ser nærmere på STS, ser man her helt klart en sammenheng mellom økt tilgang til rett informasjon, og økt trygghet i produksjonsprosessen.

Et viktig element som det må tas hensyn til, er at den enkelte operatør har en begrensning i hvor mye informasjon han kan behandle når han er ute i produksjonshallen. Dersom den tekniske løsningen fører med seg alt for mye informasjon, vil den tekniske løsningen kunne virke mot sin hensikt.

Hypotesen om økt trygghet i produksjonsprosessen vil bli verifisert med hensyn til teori og med grunnlag i intervjuer med operatører ved EFS.

#### 4.4 Teoretisk analyse av kontrollrom + trådløse terminaler



Figur 6 Skisse av kontrollrom med trådløs terminal.

#### **Innføring av teknologi**

Optimal tilgang til nødvendig informasjon !

Ved innføring av denne teknologiske løsningen, vil en operatør være i stand til å håndtere de fleste operasjoner innenfor produksjonsområdet.

Den teknologiske løsningen vil være med på å optimalisere tilgangen av nødvendig informasjon, da operatørene til enhver tid har tilgang til nødvendige prosessdata.

En operatør var ikke enig i denne hypotesen, da han mente at behov for å få tilgang til all informasjon overalt, nødvendigvis ikke ville føre til optimal tilgang av informasjon.

Operatøren påpekte at mye informasjon kom fra erfaring, og denne erfaringen er det umulig å hente ut fra den teknologiske løsningen. En annen operatør støttet hypotesen, og så dermed ikke de samme begrensinger med hensyn til den teknologiske løsningen.

Den tekniske løsningen må konstrueres slik at operatørene kan jobbe uten å bli hindret i sitt faste arbeid. Det ble videre påpekte at den tekniske løsningen vanskelig kan erstatte dagens kontrollrom med hensyn til brukervennlighet.

Totalt sett mente operatørene at det kom til å bli vanskelig å oppnå en optimal tilgang til informasjon med dagens teknologi, samtidig som noen andre elementer talte imot denne hypotesen.

**Organisasjonsmessige forandringer**

Bedre nettverksstruktur og bedre informasjonsflyt horisontalt i organisasjonen !

Selv om den teknologiske løsningen vil være med på å forandre mye av arbeidsfordelingen ved EFS, ser man ikke nødvendigheten for store forandringer i den formelle organisasjonsstrukturen. Teoretisk ser man muligheten for bedre informasjonsflyt horisontalt, da operatørene vil få større muligheter til å bevege seg rundt omkring i produksjonshallen. Dette kan føre til forandringer av nettverksstruktur, men hvorvidt nettverksstrukturen blir bedre, er et annet spørsmål.

De fleste av operatørene som ble intervjuet var uenige i denne hypotesen, de trodde ikke det kom til å bli noen store endringer med hensyn til det sosiale nettverket. En operatør var likevel enig i at man kunne få en bedre koordinering på det horisontale planet ved EFS.

**Sosialt miljø**

Økt samarbeid mellom de forskjellige operatørene i teamene !

Innføring av teknologi vil nødvendigvis ikke føre til bedre samarbeid mellom enkelte operatører, men kan benyttes for økt sosialt samarbeid i samsvar med STS. Den teknologiske løsningen kan bidra til å styrke de psykologiske jobbkravene, og vil derfor kunne verifisere hypotesen med tanke på økt samarbeid mellom forskjellige operatører.

Operatørene hadde en delt oppfattelse av hva teknologien ville føre til for det sosiale miljøet. Enkelte så muligheten for bedre sosialt miljø, dette under forutsetning at man beholdt bemanningen i produksjonen på nåværende nivå.

Andre operatører så en fare i at løsningen kunne ødelegge det sosiale fellesskapet i kontrollrommene, da operatørene nå får muligheten til å bevege seg fritt innenfor EFS område.

**Enkelt individet**

Økt innflytelse fra enkeltindividene, raskere og sikrere beslutning !

Teoretisk er det mulig for enkeltindividene å gjennomføre raskere og sikrere beslutninger.

STS viser til at raske tilbakemeldinger til enkeltindivider fører til raskere oppdagelse av feil og mindre feilproduksjon.

Den teknologiske løsningen gir operatøren muligheten til raskere tilbakemeldinger, og raskere mulighet til å justere prosess parameter.

En operatør som får tilgang til mer informasjon, vil med stor sannsynlighet få muligheten til å øke innflytelse. Ved EFS vil all informasjon som tidligere har vært tilgjengelig i kontrollrommene bli tilgjengelig ute i produksjonshallen. Dette kan føre til at beslutninger taes ute i produksjonshallene.

Responsen på denne hypotesen var delt, og ingen av operatørene var helt enige i hypotesen.

Operatørene mente at denne teknologien ikke ville føre til noe økt innflytelse fra operatørens side, men enkelte så en fare i at operatøren kunne få for mye informasjon når han var utenfor kontrollrommet. Det ble videre påpekt at muligheten for raskere beslutninger nødvendigvis ikke kom til å føre til sikrere beslutninger.

**Produksjonsprosessen**

Optimal Produksjonsprosess !

Det å innføre et system som gir samme muligheter for operatørene uansett hvor operatørene befinner seg ved EFS, vil medvirke i en mer optimal produksjonsprosess. Det vil derfor være mulig å trekke inn elementer fra både STS og nettverks perspektiv teorien, for å støtte opp om denne hypotesen.

Etter å ha snakket med de enkelte operatørene får man ett litt annet bilde av det hele.

Operatørene som ble intervjuet kom frem til flere grunner for å falsifisere hypotesen.

En operatør påpekte at det ikke er så enkelt at man ved hjelp av innføring av noen ny teknologi kan optimalisere hele prosessen, det finnes flere sosiale og teknologiske faktorer som det må taes hensyn til. Et konkret eksempel kan være brukervennligheten til den trådløse enheten.

En annen operatør viste til at prosessen i seg selv er så treg at man stort sett ikke trenger å benytte seg av trådløs terminal.

## 4.5 Teoretisk analyse av trådløs terminalbasert kontrollrom



Figur 7 Skisse av terminalbasert kontrollrom.

### **Innføring av teknologi**

Optimal tilgang til informasjon !

Denne teknologiske løsningen vil fungere teoretisk, dersom man har terminaler som utfyller funksjonaliteten til kontrollrommet.

Operatørene hadde en annen oppfattelse av den teknologiske løsningen, de mente at den ikke var i stand til å optimalisere tilgang av informasjon godt nok.

En av operatørene så ikke noe behov for ta bort kontrollrommet, da han mente at kontrollrommet har en meget viktig funksjon ved EFS.

En annen operatør så derimot muligheter for økt fleksibilitet ved å innføre trådløs terminal løsning.

Hovedinntrykket etter intervjuene ble, at den teknologiske løsningen kun var brukelig som et supplement til kontrollrommet. Selv om det teoretiske grunnlaget støtte opp om hypotesen, ville altså ikke alle operatørene verifisere hypotesen.

Den teknologiske løsningen vil fører til bedre tilgang av informasjon ved EFS, men det er mer som skal til for å få en optimal tilgang av informasjon.

**Organisasjonsmessige forandringer**

Bedre nettverksstruktur og bedre informasjonsflyt i organisasjonen !

Denne løsningen er relativ lik løsningen i kapittel 4.4. Ved å ta bort kontrollrommet vil man ha muligheten for en flatere nettverksstruktur, og dette kan gi muligheter for bedre informasjonsflyt. Løsningen vil ikke gi en snarlig organisasjonsforandring.

Operatørene så heller ikke noen grunn til at den teknologiske løsningen skulle forandre organisasjonsstrukturen, men de viste til muligheter for forandring av arbeidsoppgaver i teamene.

**Sosialt miljø**

Bedre sosialt miljø !

Dersom man fjerner kontrollrommene ved EFS vil det få store sosiale konsekvenser for de enkelte operatørene, da kontrollrommet i dag er det sted hvor operatørene samles.

Det trengs ikke å benytte teorier for å se mulige endringer av det sosiale miljø.

Ved å erstatte kontrollrommene med et oppholdsrom der operatørene kan oppholde seg med sine trådløse terminaler, vil man gi muligheter for økt fleksibilitet, og større sosialt fellesskap.

Hypotesen ble tolket forskjellig av den enkelte operatør, noen valgte å se på mulighetene som lå i den nye løsningen. Andre så derimot ikke noe positivt med denne løsningen, og mente at kontrollrommet måtte beholdes slik som det var i dag.

Om løsningen fører til bedre sosialt miljø er ikke lett å svare konkret på, da oppfattelsen av løsningen er delt blant operatørene. For at løsningen skal bli positiv for det sosiale miljø må de fleste operatører godtar den teknologiske løsningen.

**Enkelt individet**

Økt innflytelse fra enkeltindividene, raskere og sikrere beslutninger !

Dersom man ser på hypotesen, vil operatørene ved hjelp av den tekniske løsningen ha muligheter til raskere og sikrere beslutninger, og hypotesen har derfor støtte i tidligere gjennomgått teorier som STS og nettverks perspektiv.

Når det gjelder økt innflytelse fra operatørene over produksjonsprosessen, ser man ikke noen selvfølgelig sammenheng, men dersom ledelsen ønsker dette, vil teknologien gi rom for økt innflytelse fra operatørene.

Operatørene så løsningen som en mulighet til å oppnå tryggere beslutninger, men nødvendigvis ikke raskere beslutninger. Operatørene mente videre at denne løsningen ikke ville gi noen økt innflytelse i produksjonsprosessen.



### **Produksjonsprosessen**

Optimal produksjonsprosess !

Hypotesen vil kunne få støtte fra tidligere gjennomgått teori innenfor STS og nettverks perspektiv, men det skal mer til for å få en helt optimal produksjonsprosess ved EFS.

Dette var også hovedinntrykket etter intervjuene med de enkelte operatørene.

De mente at løsningen vil gi muligheter for en mer optimal produksjonsprosess, men at det er flere elementer som det må tas hensyn til for å oppnå optimal produksjonsprosess.

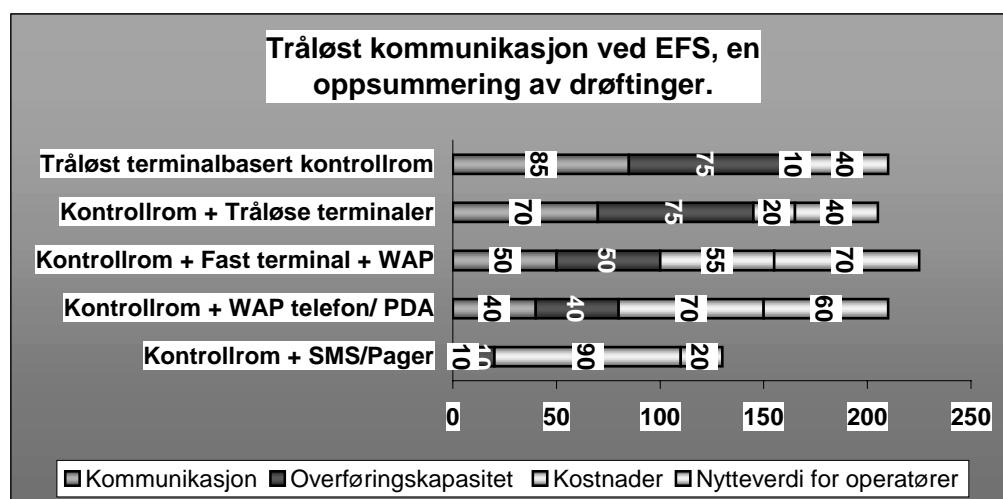
Det ble påpekt at de fleste produksjonsprosessene ved EFS er trege, og det vil derfor ikke være så mye å tjene med hensyn til optimalisering av produksjonsprosessen.



## 4.6 Teoretisk analyse av teknologiske løsninger ved EFS

Etter drøftingen av de fem forskjellige teknologiske løsningene, vil det nå blir fremlagt et kort sammendrag med basis i kapittel 4.1 til 4.5.

Figur 8 viser en enkel grafisk fremstilling av de fem forskjellige teknologiske forslagene.



Figur 8 Oppsummering og drøfting av teknologiske løsninger ved EFS.

Kommunikasjon	(0.....100)	100	God kommunikasjon.
Overføringskapasitet	(0.....100)	100	Bra overføringskapasitet.
Kostnader	(0.....100)	100	Lite kostnader ved innføring av teknologi
Nytteverdi for operatører	(0.....100)	100	Løsningen gir maksimal nytte

Som grafen viser er det ikke store forskjellene mellom løsningene, og den grafiske fremstillingen kunne fått et annet resultat med andre variabler.

Løsningen som benytter seg av SMS/Pager ble det ikke tatt noe i intervjuerunden ved EFS, da denne løsningen ikke var interessant å få utredet for Elkem Research.

Ut av grafen ser man at denne løsningen vil ha fordeler med hensyn til økonomiske kostnader, da den er rimelig og enkel å implementere.

Løsningen med WAP telefon / PDA fikk mye støtte fra operatørene som ble intervjuet. Denne løsningen hadde derfor et godt argument for å bli valgt som løsningsalternativ ved EFS i dag. Likevel hadde denne litt for mange begrensninger, og ble derfor ikke valgt som løsning ved EFS.



Det å innføre en løsning med et kontrollrom og trådløs terminal, ville ha vært med på å øke informasjonsflyten betraktelig, men totalt sett ville denne løsningen med dagens teknologi ikke kunne dekke operatørens behov godt nok. Et annet viktig element som må taes med, er operatørens litt negative holding til denne løsningen.

Det trådløse terminalbaserte kontrollrommet krever mye av det tekniske utstyret og brukergrensesnittet. Løsningen vil på sikt bli mer aktuell ettersom man får videreutviklet det tekniske utstyret og brukergrensesnittet.

Løsningen som ble valgt for implementering ved EFS, var kontrollromsløsningen med WAP og faste eksterne terminaler i produksjonshallen.

Denne løsningen er veldig lik løsningen som operatørene pekte ut ved intervjuene, men i tillegg har denne løsningen muligheten til å plassere enkelte terminaler der det trengs. For mer informasjon om denne løsningen se kapittel 5.3.

Etter å ha vurderte forskjellige løsninger, kom man frem til at de fleste operatørene var litt i mot innføring av ny teknologi ved EFS. De var ikke imot selve teknologien, men egentlig bare engstelige for hvilke konsekvenser teknologien førte med seg.

Dette er en naturlig reaksjon, og det kom derfor ikke som noen overraskelse. Man må ta hensyn til motstanden ved innføring av nye teknologiske løsninger.

# Case

*“Selv en vei på tusen mil begynner med et skritt.  
Japansk ordtak”*



## 5 Innføring av valgt løsning ved EFS

Dette case'et tar for seg innføring av trådløs teknologi ved EFS, løsningen har blitt valgt på grunn av tidligere drøftinger av løsningsalternativ i kapitel 4.

### 5.1 Status ved EFS

EFS foretok en forandring av organisasjonsstrukturen i slutten av 1999. Det nye organisasjonskartet for EFS er beskrevet i vedlegg A. Omorganiseringsprosessen fra hierarkisk struktur til team strukturer ved EFS er ennå ikke fullstendig gjennomført. Teamstrukturen ser til å fungere bra for service, dvs mekanikere og elektrikere. For resten av teamene ser det fremdeles ut til å gjenstå en del arbeid. Det har blant annet vist seg vanskelig å få den enkelte operatør til å ta ansvar, operatørene har lett for å flytte frem problemer til neste skift.

Et lite eksempel kan her være mangel på feierkost til rengjøring. En operatør ser han bør rekvirere det, men han trenger ikke å bruke den, og lar derfor være. På neste skift må man benytte seg av feierkost for nødvendig rengjøring, men personen som man kan rekvirere utstyr fra, har nå gått hjem. Operatøren får dermed ikke tilgang til ny feiekost. Slike problemer går det å få løst på sikt, dersom alle operatørene blir klar over det, og tar ansvar.

Alle avdelingene ved EFS har ikke blitt omorganisert, produktavdelingen har fortsatt den gamle strukturen. Etter omstrukturering ble det dannet to nye team, et ovnsteam og et raffineringsteam. Fremstillingen av silisium er beskrevet i vedlegg B.

Ovnsteamet har ansvaret for prosessen frem til raffinering, og ovnsteamet har følgende hovedoppgaver:

- Regulering av ovner (justering av parameter i kontrollrom)
- Staking i ovner (stakingen gjøres med en stakebil).
- Tapping av ovner

Raffineringsteamet har ansvar for:

- Raffinering
- Skjenking av ovnene.

Det finnes en 1. operatør på hvert skift, han har ansvar for innkallelse av elektrikere, mekanikere osv. Disse aktørene innkalles dersom skiftene ikke kan foreta nødvendig vedlikehold og reparasjoner.

Operatørene som jobber med tapping og skjenking deler på disse oppgavene, selv om de kommer fra forskjellige team.



Tabell 1 gir en oversikt over bemanningen ved EFS.

Når man har fått en forståelse av fremstillingsprosessen ved EFS, vil det være mulig å integrere nye trådløse kommunikasjonsløsninger.

Tabell 1 Bemanning ved EFS

	Dag	Skift	Støttefunksjon
Ovnsteam	1 person som har personalansvaret for 40 personer i ovnsteamet	4 operatører som kjører ovner og stakebil.	Outsourcing av tjenester til Ovnsteam og Raffineringssteam både fast og etter behov. Fiskaa Industriservice (FI)
	5 personer ovnsteam 2 personer på service	4 operatører som tapper 4 ovner.	
Raffineringssteam	1 person som har personalansvaret for 30 personer i raffineringsteamet.	4 operatører som jobber med raffinering.	
	5 personer raffineringsteam 8 personer på service	1 operatør som skjenker ovn 9/10. 1 operatør som skjenker ovn 11/12.	
		Skift 14 personer	
	Totalt 22 personer	Totalt 70 personer	



## 5.2 Operatører i produksjonsprosessen

### 5.2.1 Krav til ovnsoperatør

I tabell 1 ser man at ovnsoperatørene har to hovedfunksjoner(ovnskjøring og tapping). Operatører som kjører ovnen sitter inne på kontrollrommet, men må ut i stakebilen for å dytte råmaterialer ned i ovnen. Når operatøren er i stakebilen vil han ikke få informasjon om alarmer og prosessdata. Det samme gjelder når ovnsoperatøren er andre steder enn i kontrollrommet (kontrollrunde i produksjonshallen).

På dagskiftet er det operatører som tar seg av service i silica prosessen( vedlegg B). Prosessen er nesten helt automatisert, og krever derfor lite ettersyn. På nattskiftene har ovnsoperatørene fra kontrollrommet ansvaret for kontroll av alarmer i silica prosessen. Så ved en alarm må ovnsoperatøren gå fra kontrollrommet til filterbygget for å kontrollere alarmmeldingen. Dersom ovnsoperatøren ikke kan gjøre noe, må han sende meldingen videre til en Serviceman som har vakt.

### 5.2.2 Krav til raffineringsoperatøren og skjenkeoperatøren

Raffineringsoperatøren har ansvaret for å holde tappehullet åpent og passe på at det kommer en jevn strøm av silisium ut fra tappehullet. Raffineringsoperatøren har videre ansvar for at det tilsettes riktige mengder med tilsetningsstoffer i øsen (Vedlegg C) for å oppnå ønsket kvalitet på silisiumen.

En skjenkeoperatør har ansvaret for å tømme to ovner, ovnene tømmes i støpejernskokiller (støpejernsformer).

Det blir i dag foretatt en god del rengjøring under hvert skift, og dette arbeidet medfører svekket fokus på selve produksjonsprosessen.



### 5.3 Innføring av WAP terminaler med faste terminaler utenfor kontrollrommet ved EFS.

De fleste operatørene var generelt negative til innføring av ny teknologi, da de så en fare for nedbemanning ved EFS. De var heller ikke så begeistret over tanken om stadig å bli pålagt flere arbeidsoppgaver. Operatører som tidligere har vært igjennom tilsvarende prosesser kan derfor tenkes å motarbeide innføring av ny teknologi ved EFS.

Motstand mot endring er noe som må taes hensyn til, og den enkelte operatør bør holdes informert om nødvendigheten av innføringen av ny teknologi ved bedriften. Dersom det går å vise at teknologiske forandringer på sikt kan føre til tryggere arbeidsplasser, økt trivsel og bedre produktivitet, vil det bli lettere å få aksept for innføringen av ny teknolog.

#### 5.3.1 Krav til det teknologiske systemet.

Ved å benytte en løsning som baserer seg på WAP teknologi, vil man oppnår fordeler i forhold til annen WLAN teknologi. Ved valg at WAP løsningen trenges det ikke å installere noe trådløst nettverk, men nettverkstilgjengeligheten innenfor Elkem bør testes. Løsningen krever videre at man oppretter nødvendige forbindelser mellom kontrollrommet og de faste terminalene, i stakebilene og terminalene ved tapping av ovnene.

En WAP terminal bør ha følgende egenskaper:

- Liten og lett.
- Stort display som er lett å lese under alle lysforhold.
- Enkel å bruke under alle forhold.
- Gi muligheter for kvittering ved alarmer.
- Alarmen må kunne høres og/eller merkes av operatørene.

Applikasjoner som kjøres på kontrollrom bør også gjenkjennes på WAP terminalene, og de faste terminalene utenfor kontrollrommet. Dersom man kjører forskjellige applikasjoner samtidig kan det lett oppstå problemer.

Dagens system ved EFS sender en del feil alarmer, disse feilene må rettes opp før denne løsningen taes i bruk. Applikasjonene bør videre utvikles slik at man kun sender ut nødvendige alarmer til WAP terminalene.

Elkem har i dag muligheten til å implementere Web grensesnitt løsninger, og disse løsningene vil gi muligheter for likt grensesnitt på forskjellige terminaler. En Web løsning kan lett tilpasses og forandres etter behov.

### 5.3.2 Anbefalt løsning ved EFS i dag

Anbefalt løsningsalternativ i dag, falt på løsningsforslag 3 (kap. 3.3.3).

Figur 5 viser en enkel skisse av denne løsningen.

Faste terminaler installeres i stakebilene, og nede ved tappingen av silisium.

Alle operatører har hver sin WAP terminal, der de har muligheten til å ta i mot og kvittere for alarmer. Den enkelte operatør har også muligheten til å velge alarm programmer, alt etter operatørs funksjon og ansvar.

Bemanningen på skiftene beholdes på samme nivå som tabell 1.

Det vil nå bli gjennomgått noen aktuelle situasjoner, der man viser til nytteverdien ved innføring av valgt løsningsalternativ.

#### Situasjon 1

Ovnsoperatøren som til vanlig er i kontrollrommet går ut på sin vanlige kontrollrunde, og kommer halvveis i kontrollrunden. Da hender det noe med smelteovnen, alarmen går i kontrollrommet, og blir videresendt til operatøren ved hjelp av WAP terminalen.

Ovnsoperatøren kan nå kvittere for alarmen og gå til stakebilen. Ute i stakebilen legger operatøren fra seg WAP terminalen, og benytter seg av den faste terminalen.

#### Situasjon 2

En ovnsoperatør på et nattskift sitter i kontrollrommet, alarmen går og det er feil med et filter i Micro Silica produksjonen (vedlegg B). Ovnsoperatøren går da fra kontrollrommet til filter bygget. Ovnsoperatøren er hele tiden i stand til å ta i mot eventuelle nye alarmer.

I filterbygget finner ovnsoperatøren ut at en elektrisk kabel er defekt. Han går inn på WAP terminalen for å finne ut om han kan gjøre noe mer. I dette tilfellet kan han ikke gjøre noe mer enn å sende feilmeldingen videre med hjelp av WAP terminalen til vakthavende elektriker. Elektrikeren mottar meldingen, og kvitterer for at han har mottatt den.

Ovnsoperatøren kan nå gå tilbake til sine vanlige gjøremål, og elektrikeren vet hvilke feil som ventes når han kommer frem.

#### Situasjon 3

I forbindelse med den vanlige produksjonsprosessen, vil en oppnå fordeler med bruk av eksterne faste terminaler og WAP terminaler.

En ovnsoperatør som jobber i en stakebil vil kunne få se fortløpende informasjon om prosessen, det samme vil operatøren som holder på med raffineringprosessen.

Raffineringsoperatøren vil kunne sende meldinger til ovnsoperatøren, med ønsker om endring av "setpunkt" og blandingsforhold av råmaterialer. Det vil også være mulig for raffineringoperatøren å endre på parameteren selv, eller man kan legge systemet opp slik at ovnsoperatøren må godkjenne endringene før parameterene endres.

Dersom utstyret benyttes på rett måte, kan man øke muligheten for bedre kommunikasjon mellom de forskjellige operatørene og støttefunksjonen ved EFS.





## 5.4 Fremtidig løsning for EFS

Denne løsningen bør ikke implementeres i dag, men kan implementeres på lengere sikt (figur 7, kapittel 4.5).

Rent teknologisk vil det ikke være noe problem å benytte seg av kroppsbårene informasjons og kommunikasjons system innen en 10 års periode i prosessindustrien.

KIKS er en teknologi som gir operatøren tilgang til samme informasjon som i kontrollrommet, men denne løsningen vil operatøren kunne bære med seg overalt, og løsningen hindre ikke operatøren i å utføre sine vanlige oppgaver.

Hvordan løsningen kommer til å se ut er ikke helt lett å forutsi.

Men løsningen kommer til å benytte seg av ”briller” med muligheten til å navigere med hjelp av noe øyebevegelse eller talestyring.

Brillene og visir på hjelmer kan utformes på forskjellige måter, men skjermen kan i hovedprinsipp utformes på to forskjellige måter:

- Benytte vanlige skjermer oppe i hjelmen, eller briller der man har tilgang til vanlig skjermbilder (samme skjermbilde som i kontrollrommet).
- Benytte transparente briller eller visir der man ser det vanlige miljøet. Alarmer vil vise seg som tekst eller ikon på skjermen sammen med det vanlige miljøet. Dersom man ønsker mer informasjon, vil man ha muligheten til å bytte om til annen skjerm modus der man får opp det vanlige skjermbildet.

En slik løsning vil gjøre det gamle kontrollrommet overflødig, og man kan innføre et felles oppholdsrom for alle operatører.

Det vil videre være mulig å automatisere fremstillingsprosessen av silisium. Ved å innføre stakeroboter og automatisere tappeprosessen parallelt med en KIKS løsning, vil man ha muligheten til å øke stabiliteten ytterligere. Frem til i dag har det vært problemer med automatisering av smelteprosessen, men etter som teknologien utvikler seg, og forskingen rundt smelteprosessen gir økt kunnskap, vil det være mulig å automatisere mer i den tradisjonelle smelteverksindustrien.

I følge produksjon etter STS prinsipper (Kap 2.1.3) vil man ha en del begrensinger ved forandring av produksjonsprosessen i en eksisterende bedrift. STS prinsippene oppnår best effekt ved opprettelse av nye bedrifter.



## Konklusjon

Det finnes i dag mange produsenter av trådløst kommunikasjonsutstyr, og de forskjellige produsentene jobber ikke mot samme standard. Dette er en av grunnene til etablering av forskjellige forum for trådløs kommunikasjon. Jeg kom frem til at WLI Forum gav en av de beste oversiktene med hensyn til kategorisering og standardisering.

Innføring av kontrollrom med WAP terminaler og faste eksterne terminaler, vil ha størst potensiale med hensyn til nytteverdi ved EFS i dag.

Denne løsningen vil gi økt trygghet og bedre stabilitet rundt fremstillingen av silisium. Løsningen vil videre være med på å forbedre det sosiale miljøet, dersom teknologien implementeres med aksept fra den enkelte operatør.

Innføringen av nye teknologiske løsninger ved EFS i dag, vil ikke føre til drastiske forandringer i måten EFS organiseres på. Oppgavefordeling internt i de enkelte teamene kan endres, og operatørene vil ha muligheten for økt trygghet og fleksibilitet under arbeidet.

En fremtidig løsning for EFS vil innebære større endringer, både med hensyn til bemanning og arbeidsoppgaver. Ved å innføre KIKS parallelt med annen automatisering av produksjonsprosessen, vil EFS bli i stand til å øke produksjonskvaliteten.

Denne løsningen innebærer at kontrollrommet byttes ut med et felles oppholdsrom.

Dersom det går å integrere den teknologiske løsningen med hensyn til sosiale aspekt, vil man danne et godt grunnlag for et bedre sosialt miljø og få økt produktivitet ved EFS.



## Referanser

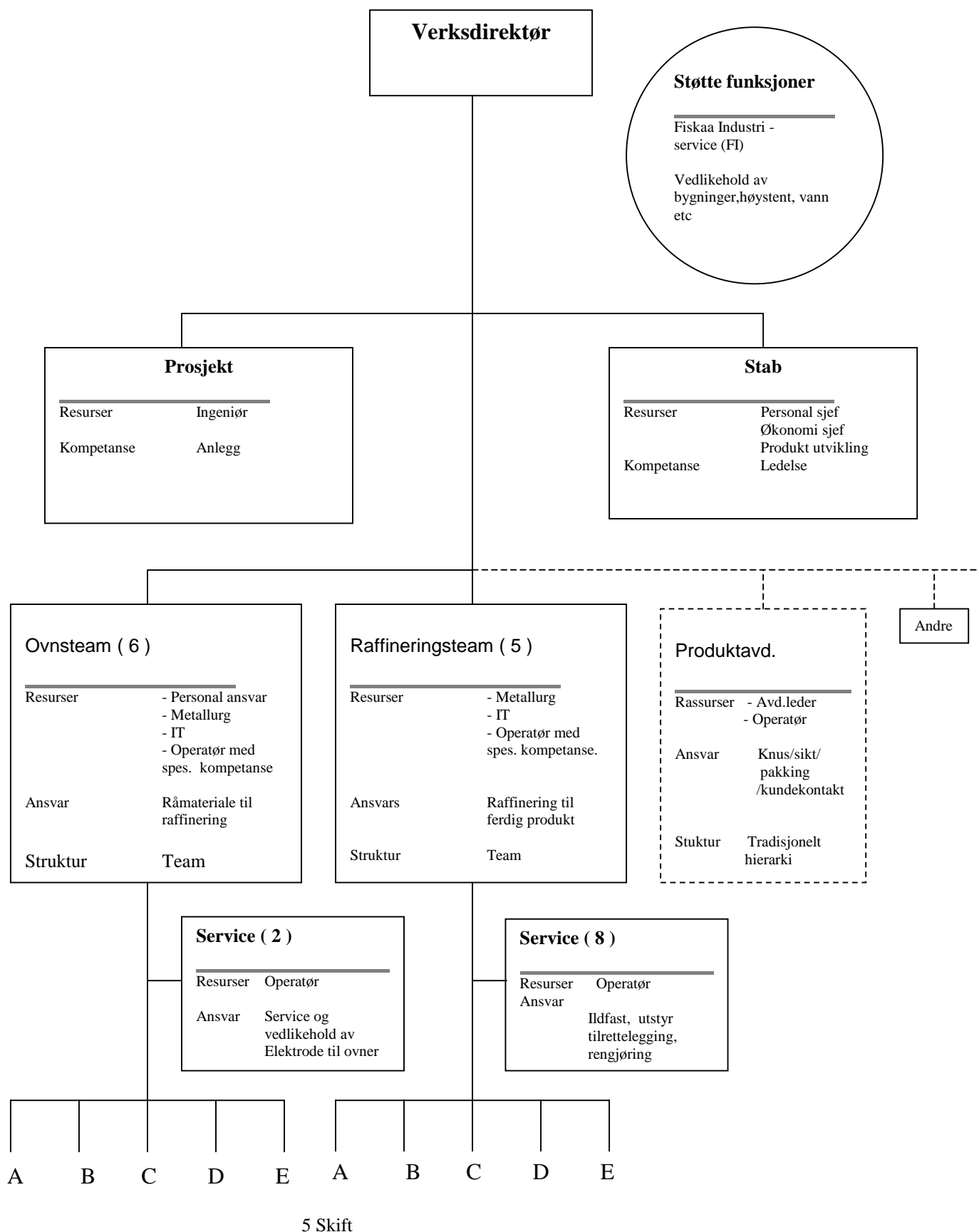
- Anders Schei, Johan Kr. Tuset, Halvard Tveit      Production of High Silicon Alloys, Tapir, 1998: side 13-20
- BARWAN      [http://www.cs.berkeley.edu/~randy/Daedalus/BARWAN/BARWAN\\_index.html](http://www.cs.berkeley.edu/~randy/Daedalus/BARWAN/BARWAN_index.html)
- BISP      <http://www.hrelab.com/bisp/>
- Bluetooth SIG      <http://www.Bluetooth.com>
- CDG      CDMA Development Group (Umts License Auction)  
<http://www.cdg.org>
- Elden m fl. 1986      Mennesker i arbeid, Universitetsforlaget
- Emery og Thorsrud 1970      Mot en ny bedriftorganisasjon.
- FCC      Federal communication commission  
<http://www.fcc.gov/ib/>
- Dell      Wireless Technologies, August 1999  
[http://www.dell.com/us/en/biz/topics/vectors\\_1999-wireless.htm](http://www.dell.com/us/en/biz/topics/vectors_1999-wireless.htm)
- INPRO      <http://www.kkt.chembio.ntnu.no/research/INPRO/index.html>
- ITU      International Mobile Telecommunications  
<http://www.itu.int/imt/>
- Kassah, Bente Lind, 1998      Samhandling og informasjonsteknologi i et fenomenologisk perspektiv, Fou N 37/98
- KIKS      <http://www.itk.ntnu.no/KIKS/>
- Levin M, Fossen Ø og Gjervik R, 1994      Ledelse og teknologi., Universitetsforlaget



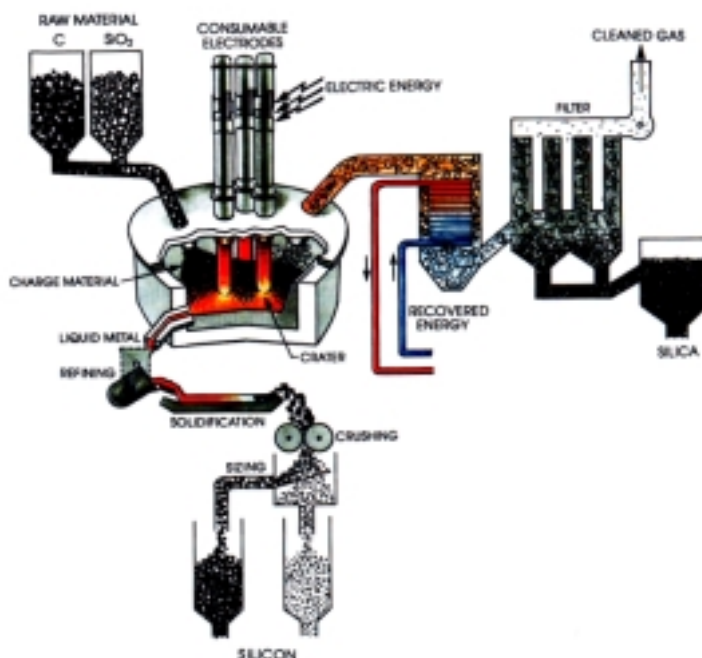
- Mayer J, 1999                      Wireless Networking Swims Toward The Mainstream,  
<http://www.planetit.com/techcenters/docs/networking/technology/PIT1999118S0013>
- Nohria N, 1992                      Network and Organization. Structure, Form and Action.
- Patel, Rune, og  
Davidson B, 1994                      Forskningsmetodikkens Grunnlag
- PIL                                      Prosessindustriens Landsforbund  
<http://www.pil.no/>
- Trist og Bamforth, 1951              Some Social and Psychological Consequences of the Longwall  
Methode of Coalgetting, Human Relations 4(1) :3-38, 1951
- WAP Forum                              Wireless Application Protocol Forum  
<http://www.wapforum.com/>
- WLANA                                      Wireless LAN Alliance  
<http://www.wlana.com/index.html>
- WLI Forum                                      Wireless LAN Interoperability Forum  
<http://www.wlif.com/products/index.html>



## Vedlegg A Organisasjonskart for Elkem Fiskaa Silicon (EFS)



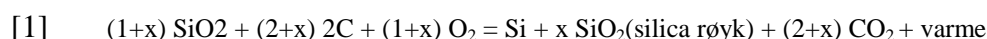
## Vedlegg B Fremstilling av silisium



Figur B.1 Fremstilling av silisium ved EFS

Figur B.1 viser en fremstilling av Silisium og Silica, tegningen er hentet ut i fra "Production of High Silicon Alloys" av Anders s. mf.

Det finnes lite ren Silisium i naturen, men mye Silisium dioksid. Silisium utvinnes ved å redusere Silisium dioksid med karbon. Dette gjøres i en smelteovn, og prosesse kan uttrykkes med følgende formel:



Ligning 1 fremstiller selve prosessen, samt resultatet etter at prosessen er ferdig.

Forskjellige råmaterialer har forskjellige grad av forurensing, og dette må det taes hensyn til. Råmaterialet veies automatisk opp til riktig mengde, og føres ned i ovnen der tre elektroder tilfører energi for å smelte råmaterialene til flytende masse ( 2000 °C). Det benyttes en stakobil til å fordele råmaterialene i oven for å oppnå optimal forbrenning.

Flytende silisium(Si) blir kontinuerlig tappet i bunden av ovnen. Når silisiumen begynner å stivne blir den delt opp og knust, silisiumen er nå ferdig til bruk (vedlegg D).

Et tidligere problem med luftforurensing har blitt omgjort til et produkt.

Silisiumstøv kjøles ned og filtreres. Silisiumstøv er så fint at man må benytte seg av 0,1 μm filter for å ta ut Silisiumen. Denne silisiumen kan benyttes i betong, keramikk og gummi.

Produktet går under navnet MicroSilica hos Elkem.

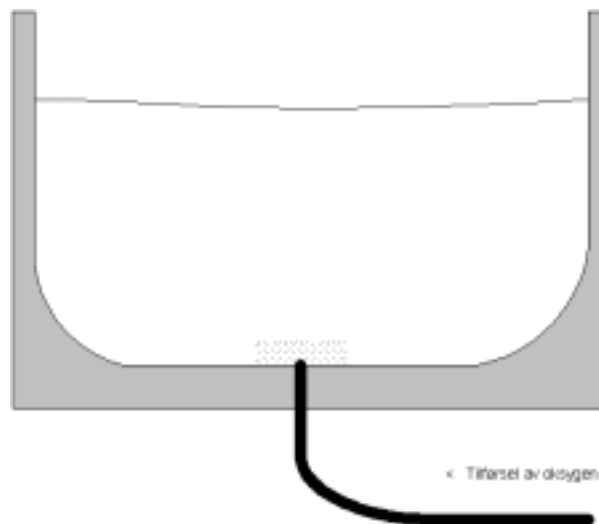
Ved innføring av filter med avkjøling, har man muligheten til å benytte det varme vannet til oppvarming av lokaliteter eller badebasseng.

## Vedlegg C Raffinering av silisium

Ved EFS er raffinering en kontinuerlig prosess, flytende metall blir helt oppi en Øse(figur C.1). Øsen tilføres oksygen fra bunnen, og oksygenet reagerer med aluminium (Al) og kalsium (Ca). Aluminium og kalsium vil da oksidere og danne slagg som synker ned i bunnen av øsen, når oksygentilførselen kuttes.

For å oppnå ønskede egenskaper på metallet tilsettes det forskjellige slaggdanner som eksempel Magnesiumoksid.

For mer detaljert, se beskrivelse av prosessen i kapittel 12(Andres Schei mf. )



Figur C.1 Prinsippkisse for raffineringprosessen ved EFS

## Vedlegg D Anvendelse av Silisium og Ferrosilisium

Det skal nå bli sett på anvendelsesområder for silisium, og bruk av silisium kan deles inn i fire grupper(Ander Schei mf.):

1. Desoksidasjon og legeringer av stål og støpejern (ferrosilisium)
2. Legeringer av andre materialer, spesielt aluminium (silisium)
3. Råmateriale i kjemisk industri (silisium, og noe silisium ferrosilisium)
4. Råmateriale for halvleder industrien (elektroniske kretser og fotoceller)

Ferrosilisium blir i dag benyttet i mange forskjellige legeringer, men hovedtyngden ligger innenfor rustfritt stål og støpejern. Men silisium benyttes også i forbindelse med andre legeringer, som for eksempel forskjellige typer aluminiumlegeringer.

Innenfor kjemisk industri benyttes silisium produkter ved produksjon av forskjellige typer smøringer, hydraulisk vesker, elektrisk isolasjon mm.

Silisium benyttes også innenfor elektronikk industrien til produksjon av halvleder materialer som elektroniske kretser og fotoceller.

Figur D.1 gir en oversikt over anvendelse av silisium og ferrosilisium.



Figur D.1 Bruksområder for silisium og ferrosilisium (Ander Schei mf.).



## Vedlegg E Trådløst kommunikasjonsutstyr

Det finnes i dag en god del tilgjengelig utstyr for trådløs kommunikasjon. Problem med utstyret er at det ikke alltid snakker sammen. WLI Forum er sammensetting av flere ledende produsenter for trådløs kommunikasjon, og et av hovedmålene for WLI Forum, er å innføre en standard for trådløs kommunikasjon.

WLI forum gir i tillegg en god oversikt over tilgjengelig trådløst utstyr. WLI Forum har delt utstyret inn i 9 kategorier. Tabell E.1 gir en oversikt over disse 9 kategoriene sammen med et produkt, for fullstendig produktoversikt se [www.wlif.com](http://www.wlif.com).

Tabell E.1 Produkt kategorisering av trådløst utstyr.

Produkt Kategori	Modell	Firma	Produkt
Tilgangspunkt	7500	Proxim <a href="http://WWW.Proxim.com/">WWW.Proxim.com/</a>	
ISA Adapter	7100	Proxim <a href="http://WWW.Proxim.com/">WWW.Proxim.com/</a>	
PC Card	7400	Proxim <a href="http://WWW.Proxim.com/">WWW.Proxim.com/</a>	
Penn styrte datamaskin	Point 510	Fujitsu <a href="http://WWW.fpsi.Fujitsu.com/">WWW.fpsi.Fujitsu.com/</a>	
Liten datamaskin m/ Skanner skjerm og lite tastatur	PEN*KEY 6400	Intermec <a href="http://WWW.Intermec.com/">WWW.Intermec.com/</a>	
Fast motert/bil monterte enhet	SCORPYOM	Txcom <a href="http://WWW.Txcom.fr/">WWW.Txcom.fr/</a>	
Trådløs håndholdt Skriver	Pathfinder Ultra RF 6015	Monarch <a href="http://WWW.Monarch.com/">WWW.Monarch.com/</a>	
Trådløs PDAs	MobilPro 770C	Nec <a href="http://WWW.Nec.com/">WWW.Nec.com/</a>	



## Vedlegg F Referat fra intervjuer/samtaler 8/3 - 2000 ved EFS.

Intervjuene/samtalene var planlagt tatt opp på bånd, men ble gjennomført på tradisjonell måte ved hjelp av fortløpende notering med papir og penn.

En ser i etterkant at dersom man hadde benyttet seg av båndopptaker, kunne man ha klart å unngå en del usikkerhet rundt intervjuene/samtalene.

For å minke usikkerheten ved intervjuene/samtalene ble notatene raskt gjennomgått, og mangler i notater ble tilføyd. Resultatene ble siden gjennomgått et par dager senere for endelig korrigerings, og lagt inn som vedlegg i den endelige rapporten.

Det hadde på forhånd blitt satt ut noen hypoteser ved innføring av forskjellige teknologiske løsninger. Det første løsningsalternativet ble ikke tatt med i hypotese prøvingen, da denne løsningen ikke ventet å gi noen store forandringer i følge Elkem Research.

Følgende fire løsninger ble det opprettet hypoteser for:

2. Innføring av kontrollrom + WAP
3. Innføring av kontrollrom + fast terminal utenfor kontrollrommet + WAP
4. Innføring av kontrollrom med trådløse terminaler
5. Innføring av trådløse terminalbaserte kontrollrom

Intervjuer/samtaler ble holdt med 3 operatører, disse hadde alle god erfaring fra kjøring av smelteovnene og tapping av silisium ved smelteverket. De var derfor i stand til å se muligheter og begrensninger ved innføring av ny trådløs teknologi.



## 2. Innføring av kontrollrom + WAP

### **Hypotese om innføring av teknologi.**

Operatøren vil hente ned informasjon om alarmer raskere, men løsningen gjør operatøren fremdeles avhengig av kontrollrommet for prosessdata (trend kurver).

- *Operatør 1*  
Enig, men må være minst mulig. Desto større dingsen, er jo større er sannsynlighet at den blir liggende på kontrollrommet. Må kunne lese informasjon i stakebilen
- *Operatør 2*  
Enig, løsningen ser bra ut, så lenge det ikke er noe problem å få den med seg.
- *Operatør 3*  
Enig.

### **Hypotese om organisasjons forandring.**

Det vil ikke bli noe forandring av organisasjonsstrukturen.

- *Operatør 1*  
Delvis enig, men ser en mulighet for at oppgavefordelingen vil bli andelenes etter innføring av WAP
- *Operatør 2*  
Enig, ser ingen grunn til å forandre organisasjons strukturen ved innføring av WAP .
- *Operatør 3*  
Enig.

### **Hypotese om det sosiale miljøet.**

Sosiale nettverket vil forbli det samme.

- *Operatør 1*  
Delvis enig, det sosiale nettverket kan bli bedre på grunn av økt mulighet for kommunikasjon mellom operatører.
- *Operatør 2*  
Enig, det sosiale nettverket vil bli det samme.
- *Operatør 3*  
Uenig, kan føre til både bedre og dårligere miljø. Dette er avhengig av måten løsningen implementeres på. Tilgang til ny informasjon fra Internett, kan for eksempel ha negativ innvirkning og isolere operatørene.



### **Hypotese om enkelt individet.**

Operatørene vil få en viss grad av økt selvstendighet, og graden av selvstendighet vil variere med tilgang av informasjon fra WAP løsningen.

- *Operatør 1*  
Uenig, det vil ikke bli noe økt grad av selvstendighet.
- *Operatør 2*  
Delvis enig, operatøren vil føle en økt grad av trygghet. Operatøren har mulighet til å ha kontroll over prosessen under hele skiftet.
- *Operatør 3*  
Delvis enig, ikke økt sikkerhet, men økt trygghet.

### **Hypotese for produksjonsprosessen.**

Tryggere produksjonsprosess.

- *Operatør 1*  
Enig, har mulighet til å oppdage vannlekkasjer på et tidligere tidspunkt.
- *Operatør 2*  
Enig, om for eks. ovnen faller ut, og man er et annet sted i bygningen.
- *Operatør 3.*  
Enig.



### 3. Innføring av kontrollrom + fast terminal utenfor kontrollrommet + WAP

#### **Hypotese om innføring av teknologi.**

Generell raskere tilgang til ønsket informasjon.

- *Operatør 1*  
Delvis enig, men ser ingen behov for å ha faste terminaler i produksjonen.
- *Operatør 2*  
Uenig, denne løsningen vil ikke være noe bedre enn løsningsforslag 2, mye utstyr til lite nytte !
- *Operatør 3*  
Enig, dersom det er mulig å montere en fast terminal inn i stakebilen, vil man ha tilgang til samme type data i stakebilen som på kontrollrommet.

#### **Hypotese om organisasjons forandring.**

Ingen forandring av organisasjonsstrukturen.

- *Operatør 1*  
Delvis enig, organisasjonsstrukturen vil nok bli den samme, men arbeidsoppgavene vil kunne bli forskjellige.
- *Operatør 2*  
Enig, ingen større forandringer i organisasjonsstrukturen.
- *Operatør 3*  
Enig, ingen forandring i organisasjonsstrukturen.

#### **Hypotese om det sosiale miljøet.**

Liten forandring med hensyn til sosialt miljø.

- *Operatør 1*  
Delvis enig, innføring kan føre til bedre sosialt miljø, er ikke avhengig av å være i kontrollrommet.
- *Operatør 2*  
Enig, ingen større forandring med hensyn til det sosiale miljøet.
- *Operatør 3*  
Uenig, hvor stor forandring det blir på det sosiale miljøet er avhengig av muligheten med WAP løsningen. Dersom man har tilgang til for eks. Internett via WAP, vil man kunne få et dårligere sosialt miljø. Operatørene kan isolere seg mer (har tilgang til aviser ect)  
Løsningen kan både være positiv og negativ på det sosiale miljøet.



### **Hypotese om enkelt individet.**

Operatørene vil få raskere tilgang til nødvendig informasjon.

- *Operatør 1*  
Delvis enig, ingen særlig stor innvirkning.
- *Operatør 2*  
Enig, WAP'en vil gi full kontroll, ser ingen behov med fast terminal
- *Operatør 3*  
Enig, økt trygghet.

### **Hypotese for produksjonsprosessen.**

Tryggere produksjonsprosess, og raskere tilbakemelding på prosessen

- *Operatør 1*  
Enig
- *Operatør 2*  
Enig.
- *Operatør 3*  
Enig, man får en raskere tilbakemelding og tryggere produksjonsprosess. Det er som regel ikke de store behov for rask oppdatering i produksjonsprosessen, så jeg ser derfor ikke den store nytten av løsningen.

#### 4. Innføring av kontrollrom med trådløs terminaler

##### **Hypotese om innføring av teknologi.**

Optimal tilgang til nødvendig informasjon.

- *Operatør 1*  
Uenig, ser ingen grunn til at man skal ha tilgang til all informasjon overalt.
- *Operatør 2*  
Enig, dersom man oppnår en teknisk løsning som fungerer i praksis.
- *Operatør 3*  
Delvis enig, visualiseringsgraden for de trådløse terminalene kan ikke bli like bra, som kontrollrommets instrumentering.

##### **Hypotese om organisasjons forandring.**

Bedre nettverksstruktur og bedre informasjonsflyt horisontalt i organisasjonen.

- *Operatør 1*  
Uenig, tror ikke det vil føre til stor forandringen med hensyn til nettverksstruktur og informasjonsflyt horisontalt.
- *Operatør 2*  
Uenig, tror eneste forandring blir at man pålegges flere jobber.
- *Operatør 3*  
Delvis enig, ser ingen grunn til at denne løsningen vil gi noe bedre nettverksstruktur, informasjonsflyten vil kunne bli litt bedre på horisontalt plan.

##### **Hypotese om det sosiale miljøet.**

Økt samarbeid og bedre sosialt miljø mellom operatørene.

- *Operatør 1*  
Uenig, denne løsningen vil ikke øke samarbeidet mellom de forskjellige operatørene ytterligere i forhold til tidligere nevnte løsninger ( løsning 3).
- *Operatør 2*  
Delvis enig, dersom bemanningen beholdes på nåværende nivå, vil løsningen kunne ha positiv innvirkning på miljøet, men med mindre bemanning vil det ha negativ innvirkning på miljøet.
- *Operatør 3*  
Delvis enig. Operatørene kan nå bevege seg mer rundt i området, og det kan derfor bli vanskeligere å få tak i dem når man trenger å snakke med noen på tomannshånd.



### **Hypotese om enkelt individet.**

Økt innflytelse fra enkeltindividene, raskere og sikrere beslutninger.

- *Operatør 1*  
Delvis enig, men for mye informasjon ut til operatørene kan også ha motsatt effekt. Informasjonen bør begrenses til det mest nødvendige for hver enkelt operatør.
- *Operatør 2*  
Delvis enig, raskere, men nødvendigvis ikke sikrere beslutninger.
- *Operatør 3*  
Uenig, ingen økt innflytelse for enkeltindividene.

### **Hypotese for produksjonsprosessen.**

Optimal produksjonsprosess.

- *Operatør 1*  
Uenig, teknologi er ikke eneste faktor som må til for å optimalisere produksjonsprosessen
- *Operatør 2*  
Uenig, en optimal produksjonsprosess baserer seg ikke bare på lesing av instrumenter, men vell så mye om erfaring( vanskelig å kjøre en prosess kun i fra data gitt via et skjermbilde).
- *Operatør 3*  
Uenig, for treg prosess til å klare å dra nytte, og få en optimal produksjonsprosess.





## 5. Innføring av trådløs terminalbaserte kontrollrom

### **Hypotese om innføring av teknologi.**

Optimal tilgang til nødvendig informasjon.

- *Operatør 1*  
Uenig, ser ikke behovet for en slik løsning.
- *Operatør 2*  
Enig, dersom man får den tekniske løsningen til å virke godt nok.
- *Operatør 3*  
Uenig, kun et supplement og erstatting av kontrollrommet.

### **Hypotese om organisasjons forandring.**

Bedre nettverksstruktur og bedre informasjonsflyt horisontalt i organisasjonen.

- *Operatør 1*  
Uenig, ser ikke de store organisasjonsmessige forandringene.
- *Operatør 2*  
Delvis enig, ser ikke de store organisasjonsmessige forandringene, men ser en stor mulighet til at man pålegges nye oppgaver.
- *Operatør 3*  
Uenig.

### **Hypotese om det sosiale miljøet.**

Bedre sosialt miljø !

- *Operatør 1*  
Delvis enig, dersom de ikke går utover bemanningen.
- *Operatør 2*  
Enig, dersom teknologien fører til at man oppnår et bedre samarbeid mellom de enkelte operatørene.
- *Operatør 3*  
Uenig, dette er helt avhengig av hvordan operatørenes samlingsmønster kommer til å bli.

**Hypotese om enkelt individet.**

Økt innflytelse fra enkeltindividene, raskere og sikrere beslutninger.

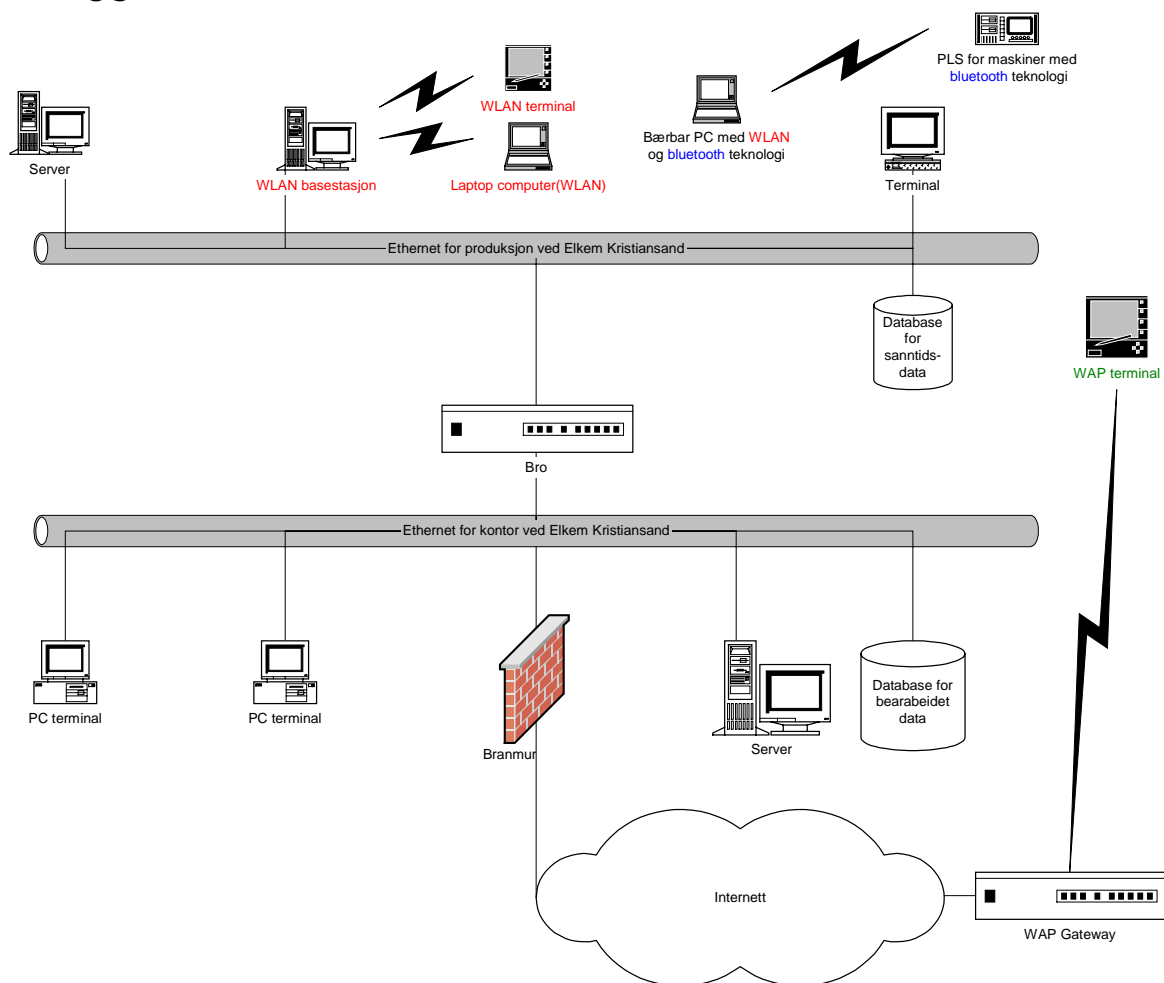
- *Operatør 1*  
Uenig, men operatøren vil få større frihet til å bevege seg rundt på området.
- *Operatør 2*  
Delvis enig, ikke økt innflytelse og økt sikkerhet, men mulighet til å oppnå raskere beslutninger.
- *Operatør 3*  
Uenig, ingen økt innflytelse, og ser ikke helt poenget med raskere beslutninger, da prosessen i seg selv er så treg, at man som regel har god tid til å være borte fra kontrollrommet en stund. Ved krisemaksimering finnes det noen situasjoner der raske avgjørelser kan være viktige.

**Hypotese for produksjonsprosessen.**

Optimal produksjonsprosess.

- *Operatør 1*  
Delvis enig, kan føre til en beder produksjonsprosess, men ikke optimal, da det vil kreves mer en teknologisk løsning for å optimalisere prosessen.
- *Operatør 2*  
Uenig, flere faktorer som skal til for å oppnå optimal produksjonsprosess.
- *Operatør 3*  
Uenig, prosessen er så treg, at det er andre ting som vil telle like mye for å oppnå en optimal produksjonsprosess.

## Vedlegg G Nettverksstruktur ved EFS



Figur G.1 Enkel skisse over nettverket ved EFS

Figur G.1 gir en enkel skisse av oppbygningen til nettverket ved EFS. Skissen er basert på paper fra Alf Holmelid og samtale med Rune Norheim og Rolf Sørbo ved Elkem Research. Intranett løsningen er delt i to ved hjelp av en bro. Broen hindrer uønsket trafikk å komme over fra produksjonsdelen til kontordelen av Intranettet.

Figuren viser muligheter for å integrere forskjellige typer teknolog som WAP, WLAN og bluetooth.

### Datamålinger og system.

Dagens systemet har muligheten for å lese 5000 analoge og 3000 digitale målinger. ABB Master har en begrensning på 1200 målinger i sekundet, ved bruk av GCOM DDE server(Ethernet-basert).

Målingen blir i dag syklisk oppdatering med intervall på 20ms til 2 sekunder, og det taes ca 300 analoge målinger som blir bearbejdet og sendt videre til en Oracle database.

Måledataene blir i dag overført fra ABB Master ved hjelp av en 9600 bits/s forbindelse. Elkem benytter i dag et program som installeres på hver enkelt PC for visning av trenddata, men dagens system har også muligheten til å vise trenddata på forskjellige webløsninger.

## WLAN

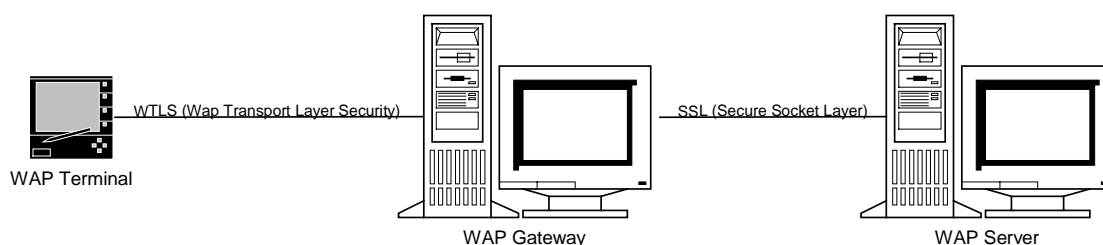
WLAN operer i dag med en mengde forskjellige hastigheter, men hastigheten ligger et sted mellom 2 til 19 Mbps (se kapittel 3.2.2).

Denne kapasiteten gir EFS i dag muligheten til å overføre alle overvåkingskameraer (komprimert) pluss annen data.

Innføringen av WLAN løsning vil ikke innebære noe ny sikkerhetsmessig risiko, da det trådløse nettverket er lokalt på Elkems industriområde.

## WAP

WAP løsningen benytter i dag GSM, og har derfor en begrensning på 9600 bits/s. Dette er i minste laget for overføring av store mengder data. En WAP løsning vil derfor i første omgang kunne brukes til å hente ned alarmer, lese instruksjoner og eventuelt brukes til å hente ned mindre tegninger.



Figur G.2 Skisse over overføring ved hjelp av WAP.

I tillegg så har man ved å innføre en WAP løsning introdusert et nytt sikkerhetsproblem for Elkem. WAP løsningen kan ikke garantere 100% ende til ende kryptering (phone.com), da det vil være mulig å lese informasjonen fra gateway'en i det øyeblikket man går over fra WTLS til SSL (figur G.2).

Elkem har da to valgmuligheter, den billigste er å stole på at tjenesteleverandøren har god nok sikkerhet rundt sin gateway, eller installere en egen gateway. Installasjon av egen gateway er kostbart, og bør derfor vurderes nøye.

## Bluetooth

Bluetooth kan også benyttes i små nettverk, men ved Elkem har man tenkt på muligheten for bluetooth til styring av PLS via bærbare PC'er. Bluetooth har en rekkevidde på ca. 10 meter, og dette vil lette arbeidet for operatøren. Operatøren trenger nå ikke å koble seg til den enkelte PLS før han begynner å programmere.

## Referanse

- WTLS [www.wapforum.com](http://www.wapforum.com), (WAP spesifikasjoner)  
 SSL <http://developer.netscape.com/docs/manuals/security/sslin/contents.htm>  
 SLL <http://www.rsasecurity.com/standards/ssl/qa.html>  
 phone.com [http://www.phone.com/pub/Security\\_WP.pdf](http://www.phone.com/pub/Security_WP.pdf) (side 7)  
 Alf Holmelid Control of Ferroalloy Furnaces Experiences and Challenges, Decision support and operator involvement, INFACON 7 Trondheim June 1995