



## Prosjektstyring år 2000

Postadresse: 7034 Trondheim  
Besøksadresse: Rich. Birkelands vei 2B  
Telefon: 73 59 05 00  
Telefaks: 73 59 36 70

# PS 2000 - RAPPORT

TITTEL

## Styring av vedlikeholdsprosjekter – Større produksjonsstopper for utførelse av vedlikehold

FORFATTER(E)

Åsmund Skre, Eivind H. Okstad, Agnar Johansen og Per Schjøberg

OPPDRAGSGIVER(E)

RAPPORTNR. NTNU 98019	GRADERING Åpen	OPPDRAGSGIVERS REF.	
GRADER. DENNE SIDE	ISBN 82-7706-110-2	PROSJEKTNR. 387201.78	ANTALL SIDER OG BILAG 63 + 15 sider vedlegg
ELEKTRONISK ARKIVKODE		PROSJEKTLEDER (NAVN, SIGN.) Agnar Johansen	VERIFISERT AV (NAVN, SIGN.) Odd Myklebust
ARKIVKODE 1879.98	DATO 1998-08-26	GODKJENT AV (NAVN, STILLING, SIGN.) Per Schjøberg	

### SAMMENDRAG

Denne rapporten dokumenterer arbeidet i forprosjektet Revisjonsstans, PS 2000.

De fleste større produksjons- og prosessbedrifter i Norge gjennomfører produksjonsstans for utførelse av større vedlikeholdsjobber. Flesteparten av disse revisjonene kan gjøres mer effektive, både når det gjelder omfang og frekvens, samt planlegging og gjennomføring.

STIKKORD	NORSK	ENGELSK
GRUPPE 1	Vedlikehold	Maintenance
GRUPPE 2	Prosjektstyring	Project Management
EGENVALGTE	Revisjonsstans	Maintenance Shutdown

## Forord

Dette prosjektet, ”Styring av vedlikeholdsprosjekter – Større produksjonsstopper for utførelse av vedlikehold”, inngår i prosjektet PS 2000 (Prosjektstyring mot år 2000). For å sikre høy tilgjengelighet og inntjening er det viktig at bedrifter har en riktig tilpasset vedlikeholdsfunksjon med en riktig revisjonsstrategi. Dette har vært bakgrunnen for prosjektet.

Arbeidet har omfattet en statuskartlegging samt utvikling av et moderne styringskonsept for revisjoner. Arbeidet er utført av SINTEF Teknologiledelse og NTNU Institutt for Produksjons- og Kvalitetsteknikk (IPK). IPK sitt bidrag har kommet igjennom studentprosjekter og hovedoppgaver. Forfatterne av de medvirkende studentrapportene har vært: Eirin Merete Ebbesvik, Sindre Bolseth og Håvard Odsbu. Fra SINTEF har følgende bidratt:

- Åsmund Skre, SINTEF – Produkt og produksjon
- Eivind H. Okstad, SINTEF – Sikkerhet og pålitelighet
- Agnar Johansen, SINTEF – Produkt og produksjon
- Per Schjøberg, SINTEF – Sikkerhet og pålitelighet samt NTNU – IPK

I tillegg har det vært et faglig samarbeid med flere fagmiljøer i SINTEF Teknologiledelse. Gjennom hele prosjektarbeidet har det vært nær kontakt mellom prosjektteamet ved SINTEF, case-bedrifter (totalt 4) og studenter. En takk til de overfornevnte og alle andre som har bidratt til å gjøre prosjektet interessant og utfordrende.

---

Agnar Johansen

98-08-26

## INNHALDSFORTEGNELSE

<b>FORORD</b> .....	<b>I</b>
<b>INNHALDSFORTEGNELSE</b> .....	<b>II</b>
<b>FIGUR LISTE</b> .....	<b>IV</b>
<b>TABELL LISTE</b> .....	<b>IV</b>
<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>V</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>VI</b>
<b>1. INNLEDNING</b> .....	<b>1</b>
1.1 BAKGRUNN OG BEHOV .....	1
1.2 MÅLSETTING .....	2
1.3 OPPBYGNING AV RAPPORTEN .....	2
1.4 VÅRE ARBEIDSHYPOTESER I FORBINDELSE MED UTARBEIDING AV DENNE RAPPORTEN.....	2
1.5 OMFANG OG BEGRENSNING .....	3
<b>2. REVISJON SETT I PERSPEKTIV</b> .....	<b>4</b>
2.1 TERMINOLOGI.....	4
2.2 VEDLIKEHOLDSSTRATEGI .....	5
2.3 KOSTNADER VED VEDLIKEHOLD.....	7
2.4 BEHOVET FOR REVISJON .....	8
2.4.1 Sikkerhet.....	9
2.4.2 Vedlikeholdsmål .....	9
2.4.3 Vedlikeholdsplaner.....	11
2.4.4 ISO 9000.....	11
2.4.5 Krav fra myndigheter .....	11
2.4.6 Krav fra leverandører .....	11
2.4.7 Krav fra kunder .....	11
2.4.8 Krav fra forsikringsselskaper.....	12
2.4.9 Produksjonskrav og tilgjengelighet.....	12
2.4.10 Ytelse og kvalitet.....	13
2.4.11 Miljø .....	15
2.4.12 Nyinstallasjoner og modifikasjoner.....	15
2.5 REVISJON SOM PROSJEKT .....	15
<b>3. ”STATE OF THE ART” INNENFOR REVISJONSSTANS I NORSK INDUSTRI</b> .....	<b>17</b>
3.1 REVISJONER I NORSKE INDUSTRIBEDRIFTER .....	17
3.1.1 Revisjonsstrategier .....	17
3.1.2 Revisjonsprosjekter .....	20
3.2 BESKRIVELSER OG ERFARINGER FRA REVISJON I BEDRIFT.....	22
3.2.1 Revisjonsstans i Bedrift A.....	22
3.2.2 Revisjonsstans i Bedrift B.....	23
3.3 SAMMENLIGNING AV REVISJONER OG PROSJEKTER.....	25
3.3.1 Likheter .....	25
3.3.2 Ulikheter.....	25
3.3.3 Oppsummering av kapittel 3.3.....	27
3.4 STYRINGSVERKTØY FOR VEDLIKEHOLDSFUNKSJONEN.....	28
3.5 OPPSUMMERING ”STATE OF THE ART” .....	28
<b>4. PROBLEMER OG FORBEDRINGSPOTENSIAL MED DAGENS REVISJONER</b> .....	<b>29</b>
4.1 REVISJONSSTRATEGI.....	29
4.1.1 Målsetning og omfang av revisjoner .....	29
4.1.2 Vedlikeholdsplan .....	30
4.1.3 Intervall fastsettelse.....	30

4.2	REVISJONSPROSJEKTET.....	30
4.2.1	<i>Forberedelse og planlegging</i> .....	30
4.2.2	<i>Gjennomføring</i> .....	31
4.2.3	<i>Evaluering</i> .....	32
4.3	OPPSUMMERING AV PROBLEMER OG FORBEDRINGSPOTENSIAL MED DAGENS REVISJONER.....	32
<b>5.</b>	<b>LØSNINGSKONSEPT</b> .....	<b>34</b>
5.1	OVERORDNET MODELL.....	34
5.2	MODELL FOR UTARBEIDELSE AV REVISJONSSTRATEGI.....	37
5.2.1	<i>Vedlikeholdsmål</i> .....	37
5.2.2	<i>Vedlikeholdsplan</i> .....	38
5.2.3	<i>Fastsettelse av revisjonsintervall</i> .....	40
5.2.4	<i>Målstyring og avviksanalyser</i> .....	42
5.2.5	<i>Oppsummering av løsningsmodell for revisjonsstrategi</i> .....	43
5.3	REVISJONSPROSJEKTET.....	45
5.3.1	<i>Forberedelse</i> .....	46
5.3.2	<i>Planlegging</i> .....	47
5.3.3	<i>Gjennomføring</i> .....	52
5.3.4	<i>Evaluering</i> .....	52
5.3.5	<i>Oppsummering av løsningsmodell for revisjonsprosjektet</i> .....	53
<b>6.</b>	<b>KONKLUSJON</b> .....	<b>55</b>
6.1	VÅRE ANBEFALINGER.....	56
6.2	FORSLAG TIL VIDERE ARBEID.....	57
	<b>REFERANSELISTE</b> .....	<b>59</b>
	<b>VEDLEGG</b> .....	<b>61</b>

## Figur liste

FIGUR 1	VEDLIKEHOLDSSTRATEGI .....	6
FIGUR 2	AKTIVITETER I EN REVISJONSSTANS.....	7
FIGUR 3	VEDLIKEHOLDSKOSTNADER .....	7
FIGUR 4	BEHOV OG KRAV FOR REVISJONSSTANS .....	9
FIGUR 5	STYRING AV TEKNISK TILSTAND ETTER EN BESTEMT UTVIKLING .....	10
FIGUR 6	TEKNISK TILSTAND .....	10
FIGUR 7	LEVETIDSOVERSKUDD LCP .....	12
FIGUR 8	ILLUSTRASJON AV LCP MED REVISJONER I LØPET AV LEVETIDEN.....	13
FIGUR 9	STYRINGSSLØYFE FOR PROSJEKT, WESTHAGEN (1991) .....	26
FIGUR 10	STYRINGSSLØYFE FOR EN REVISJON SLIK DEN VILLE SETT UT I DAG.....	26
FIGUR 11	RESSURSBELASTNING I PROSJEKTER OG REVISJONER .....	27
FIGUR 12	TEKNISK TILSTAND VED UTFASING .....	29
FIGUR 13	FAKTORER SOM PÅVIRKER REVISJONER OG DERES SUKSESS .....	34
FIGUR 14	REVISJONSPROSESSENE.....	35
FIGUR 15	BEDRIFTENS PÅVIRKNINGSELEMENTER .....	36
FIGUR 16	ILLUSTRASJON AV "SIKKER LEVETID" .....	41
FIGUR 17	MÅLSTYRINGSSLØYFE .....	43
FIGUR 18	FASER I REVISJONSPROSJEKTET.....	45
FIGUR 19	MILEPÆLER I REVISJONSPROSJEKTET .....	46
FIGUR 20	TIDSESTIMERING AV DELOPPGAVE VED FOKUS PÅ AKTIVITET FOR AKTIVITET .....	49
FIGUR 21	TIDSESTIMERING AV DELOPPGAVE VED FOKUS PÅ HELE KJEDEN AV AKTIVITETER.....	49
FIGUR 22	SUG I PROSJEKTETS FREMDRIFT .....	51

## Tabell liste

TABELL 1	BRANSJER REPRESENTERT I SPØRREUNDERSØKELSEN.....	17
TABELL 2	FØRHOLD SOM PÅVIRKER TIDSPUNKT FOR REVISJON.....	18
TABELL 3	SAMMENLIGNING AV PROSJEKTER OG REVISJONER .....	27

## Sammendrag

Et stort antall Norske bedrifter gjennomfører større revisjonsstanser for å utføre vedlikehold på deler eller hele anlegget. Disse stansene har alle det til felles at de økonomiske konsekvensene for bedriften er store. Hvis en revisjonsstans initieres på feil grunnlag eller at stanstiden blir forlenget utover det helt nødvendige vil dette ofte medføre tap i millionklassen for den enkelte bedrift.

Målet med dette forprosjektet er å foreta en statusanalyse samt utvikle et konsept der revisjonen inngår som et ledd i å oppnå en effektiv vedlikeholdsfunksjon i Norske industribedrifter. Det vil si utvikle et vedlikeholdskonsept hvor intervall, omfang, planlegging og gjennomføring av revisjonsstansen blir så optimalt som mulig.

I dette prosjektet har det blitt utført en kvantitativ spørreundersøkelse høsten 1997 samt en kvalitativ undersøkelse i form av fire case studier våren 1998. Disse undersøkelsene sammen med prosjektgruppen erfaringer, danner grunnlaget for denne rapportens beskrivelse av "State-of-the-Art" innenfor revisjonsstanser. Ut ifra analyser av dagens situasjon i norsk næringsliv og "State-of-the-Art"-teori innenfor de aktuelle fagområdene, har det blitt foreslått forbedringstiltak.

Prosjektet har utviklet en modell som består av to nivåer:

Nivå 1	Faktorer som påvirker revisjoner og deres suksess
Nivå 2	Bedriftens påvirkningselementer

I prosjektet er det foreslått en trinnvis prosess frem til utarbeidelse av ny revisjonsstrategi, som består av følgende arbeidsprosesser:

- Utarbeidelse av mål
  - effektmål for hele bedriften
  - resultatmål for revisjonsstansen
- Utarbeidelse av overordnet vedlikeholdsplan
  - Trinn 1 : Kartlegging av anleggets operasjonelle karakteristika
  - Trinn 2 : Etablere vedlikeholdsplan for hver enkelt enhet
  - Trinn 3 : Etablere vedlikeholdsplan for hele anlegget
  - Trinn 4 : Etablering av reservedels- og fornyelsespolicy
- Fastsettelse av revisjonsintervall
  - Sikker levetidsanalyse
  - Valg av intervall basert på kostnads optimalisering
- Målstyring og avviksanalyse

Til slutt foreslås det at revisjonsstanser bør gjennomføres som reelle prosjekter med forberedelse-, planlegging-, gjennomføring- og evalueringsfase

Rapportens hovedkonklusjon er at de fleste av bedriftene som gjennomfører revisjonsstanser vil kunne redusere frekvensen på stansene i forhold til dagens nivå. I tillegg vil de fleste kunne effektivisere selve planlegging og gjennomføring av revisjonsstansen ved å gjennomføre dem som reelle prosjekter. Hvis bedriftene er i stand til å effektivisere seg på disse to punktene vil de oppnå store besparelser i et livsløpsperspektiv.

## Summary

A large number of Norwegian firms shut down their production in order to carry out maintenance on the entire or on some parts of the plant. Common characteristics of the shutdowns are their large economic consequence on the firm. If a shutdown is initiated by wrong conditions or if the shutdown-time is extended, in many cases it will cause huge losses for the firm.

The objective of this project is to analyse the State of the Art as well as to develop a concept where shutdowns are playing a role in achieving effective maintenance function in the Norwegian industry. This involves the development of a maintenance concept where interval, extent, planning and accomplishment are as optimal as possible.

During the fall of 1997 this project carried out a quantitative survey and during the spring of 1998 a qualitative survey was carried out which was based on case-studies of four Norwegian firm. These studies in accordance with the project-team's experience, is the basis of the State of the Art chapter. Based on this analysis of the Norwegian industry and State of the Art – theory, improvements possibilities were suggested.

This project has developed a model of two levels.

Level 1            Factors that affect shutdowns and their success.

Level 2            The enterprise' possibilities of influencing the outcome of the project

In this project a progression plan is suggested in order to develop a shutdown strategy, which consists of the following work-processes.

- Compilation of objectives
  - Effect-objectives
  - Result-objectives
- Compilation of maintenance plan
  - Step 1:    Understand the characteristics of plant operation
  - Step 2:    Establish a maintenance plan for each unit
  - Step 3:    Establish a maintenance schedule for the plant
  - Step 4:    Establish the initial policy for spare parts and reconditioning
- Establish the interval between the shutdowns
- Management by objectives and deviation analysis

This project also suggests that shutdowns should be planned and carried out as real projects with four different stages: Preparation, planning, accomplishment and evaluation stage.

The main conclusion of this report is that most of the firms who carry out shutdowns will be able to reduce the frequency between the shutdowns compared to current level. In addition most of them will be able to plan and carry out the shutdown more efficient if the shutdown would be treated as a real project. If the Norwegian industry would be able to improve on the above mentioned areas, they could achieve great savings on a life cycle perspective.

## 1. Innledning

Under forskningsprogrammet PS2000 er det definert et hovedprosjekt innenfor emnet planlegging og gjennomføring av produksjonsstanser for utførelse av større vedlikehold og modifikasjoner, heretter kalt "revisjonsstanser". De to sentrale problemstillingene som har vært bakgrunn for dette prosjektet har vært:

- \* Er det mulig å forbedre dagens revisjonstansprosjekter med hensyn på optimalisering av frekvensen mellom stoppen og gjennomføring av selve revisjonstansprosjekter?
- \* Er det mulig å frembringe ny prosjektstyringsteori ved å lære av hvordan revisjonstansprosjekter planlegges og gjennomføres?

Den første problemstillingen anser vi å være den primære for dette prosjektet. Vi oppfatter den som primær fordi det er svaret på denne problemstillingen som vil kunne gi økonomiske besparelse for bedrifter og organisasjoner som gjennomfører større revisjonsstanser. Sekundært vil vi fortløpende vurdere om de metoden og systemene som avdekkes representere ny prosjektstyrings teori.

I denne rapporten vil vi derfor fokusere på metoder og teknikker for å fastlegge initieringspunkt og intervall for revisjonsstanser. I tillegg vil vi analysere om moderne prosjektstyringsteori kan bidra til forbedring av planlegging og gjennomføring av revisjonsstanser.

### 1.1 Bakgrunn og behov

I moderne og ledende prosess- og produksjonsindustri stilles det ofte krav om kontinuerlig drift og høy tilgjengelighet samt at leveranser skjer i henhold til inngåtte avtaler. For å tilfredsstille disse kravene har en rekke bedrifter innført planlagte produksjonsstopper for utførsel av vedlikehold. Begrepet revisjonsstans benyttes om større vedlikeholdsoppgaver som gjøres på anlegget i tillegg til det daglige vedlikeholdet. Revisjonsstanser benyttes blant annet ved installering av større utstyrsenheter, eller modifikasjoner på eksisterende anlegg, som krever at anlegget stoppes over en kortere periode og ved større vedlikeholdsoppgaver som ikke kan utføres mens anlegget er i drift.

Ved de fleste revisjoner vil bedriften oppleve et inntektstap i stopperperioden. På norsk sokkel kan de daglige tapene ved produksjonsstanser "shut downs" beløpe seg til mer en 20 MNOK per dag. Det vil derfor være svært interessant for de fleste som har revisjonsstansproblematikk å finne frem til nye å forbedrede metoder som kan bidra til reduksjon av selve stopp-perioden av et anlegg samt forbedre produktiviteten til vedlikeholdsarbeidet som blir utført.

Fastsettelse av revisjonsstanstidspunkt hos norske bedrifter gjøres erfaringsmessig noe tilfeldig, og det er langt i fra sikkert at den valgte frekvensen mellom hver stopp er den optimale. I forbindelse med vedlikehold og revisjonsstanser vil det derfor være interessant å finne frem til tiltak, metoder og løsninger som kan bidra til en så optimal frekvens som mulig mellom stoppene. Dette vil kunne bidra til at frekvensen mellom stoppen kan reduseres og dermed øker tilgjengeligheten på anlegget over dets levetid.



Revisjoner er, grunnet sin intense gjennomføringsperiode, et komplekst prosjekt å styre, og det kan være vanskelig å bruke tradisjonelle prosjektstyringsverktøy på en effektiv måte. Det kan derfor være interessant å vurdere om det trengs nye metoder for å planlegge og styre gjennomføringen av revisjonsstanser. Eventuelt kan det være interessant å finne nye måter dagens metoder og verktøy kan anvendes på slik at effektiviteten ved bruk av EDB-baserte verktøy blir forbedret.

## **1.2 Målsetting**

Målet med forprosjektet er å utvikle et vedlikeholdskonsept der revisjonsstans inngår som et ledd i å oppnå en effektiv vedlikeholdsfunksjon i Norske industribedrifter.

Hensikten er å utvikle et vedlikeholdskonsept bestående av prosjektmodell(er) som anvender metoder og verktøy innen vedlikehold- og prosjektstyring der dette er egnet i revisjonsøyemed.

Et delmål er å kartlegge forbedringspotensialet i revisjonsstanser gjennom å analysere "State of the Art" innenfor planlegging og gjennomføring av revisjoner.

Et annet delmål er å utnytte kunnskap og erfaringer fra prosjektstyring til å synliggjøre forbedringspotensialet som ligger i å styre revisjonsstanser som et prosjekt. Dette vil bli gjort ved å sammenligne revisjoner med tradisjonelle prosjekter og avdekke likheter og forskjeller. Ut fra dette vil det trekkes frem utvalgte elementer fra prosjektstyring som vil kunne gi positive effekter av planlegging og gjennomføring av en revisjonsstans.

## **1.3 Oppbygning av rapporten**

Rapporten vil sette revisjonsbegrepet i perspektiv som et ledd i bedriftens overordnede vedlikeholdsstrategi, samt beskrive revisjoner som et prosjekt. Ut ifra analyser av dagens situasjon i norsk næringsliv og "State of the Art"-teori innenfor de aktuelle fagområdene, vil forbedringspotensialet bli analysert. Til slutt i rapporten er det utarbeidet forslag til metoder og modeller som vil kunne hjelpe norske bedrifter til å oppnå et mer optimalt intervall mellom revisjonsstansene, samt å styre stansene på en bedre og mer effektiv måte.

## **1.4 Våre arbeidshypoteser i forbindelse med utarbeiding av denne rapporten**

Vårt utgangspunkt for å starte opp dette arbeidet var troen på at det er mulig å forbedre måten revisjonsstanser initieres, planlegges og gjennomføres i Norge i dag. På grunnlag av dette utarbeidet vi to arbeidshypoteser som søkte å få verifisert i løpet av dette prosjektet:

1. En revisjon kan gjennomføres mer effektivt hvis den planlegges og gjennomføres som et prosjekt og ved å anvende metoder og verktøy innen prosjektstyring.
2. Det er store besparelser å hente i å optimalisere intervall og varighet for revisjonsstanser gjennom anleggenes levetid ved å anvende de riktige indikatorene for planlegging og gjennomføring av revisjoner.

Disse to hypotesene har vært førende for de metodiske valgene som denne rapporten bygger på. De vil også ligge til grunn for de løsningskonseptene som vi har valgt å legge frem i denne rapporten.

### **1.5 Omfang og begrensning**

Det er viktig å presisere at det er en rekke lokale forhold som påvirker planleggings- og gjennomføringsstrategi. Målsetning med denne rapporten er derfor ikke å levere et fullt ferdig vedlikeholdskonsept som passer til et konkret anlegg. Løsningsforslagene er presentert på et generelt nivå, og vil derfor ikke kunne overføres direkte til et konkret anlegg. De overordnede konseptskissene vil belyse hvordan intervallet mellom stansene kan økes. I tillegg vil vi komme med innspill til hvordan planlegging og gjennomføring av revisjonsstansen kan effektiviseres ved hjelp av moderne prosjektstyringsteori.

I dette forprosjektet tas det utgangspunkt i at det er mye å hente økonomisk ved å effektivisere arbeidsprosessene i en revisjon. Rapporten vil av den grunn legge vekt på det økonomiske perspektiv, og vinkler fasene planlegging og gjennomføring av revisjoner mot best mulig økonomisk inntjening, samt optimalisering av LCP (levetidsoverskudd) til anlegg som har revisjonsstansproblematikk. I tillegg til fagområdene som vi har valgt å fokusere på er det naturligvis en rekke andre fagfelt, som også vil påvirke effektiviteten i planleggingen og gjennomføringen av en revisjonsstans. Andre fagområder som påvirker er for eksempel effektiv logistikk, god kommunikasjon, effektive IT-løsninger, valg av organisasjonsform etc. Disse vil i liten grad bli drøftet i denne rapporten.

Denne fokusen er blitt valgt fordi forstudierapporten er forankret i miljøet knyttet til Institutt for produksjons- og kvalitetsteknikk ved NTNU og SINTEF Teknologiledelse. Det var derfor naturlig å vinkle rapporten ut fra et vedlikehold og prosjektstyringsperspektiv. Forprosjektet er basert på disse miljøenes kunnskap om ”vedlikehold, revisjonsstanser og prosjektstyring”, samt resultater fremkommet i prosjekt- og diplomoppgaver ved NTNU, i perioden 1997-1998.

## 2. Revisjon sett i perspektiv

Revisjonsstanser vil være en del av bedriftens strategi både når det gjelder den overordnede bedriftsstrategien og når det gjelder bedriftens vedlikeholdsstrategi. Revisjonene vil være et middel for å nå langsiktige forretningsmessige mål. Det vil eksistere ulike behov som genererer en revisjonsstans. Dette kan være styrt av internt pålagt krav (sikkerhet og miljø, målsetninger for vedlikehold, vedlikeholdsplaner, produksjonskrav, prosesskrav) eller eksterne krav (forsikringer, leverandører, kunder, myndigheter). Felles for slike krav/behov er at de betinger stopp av hele eller deler av et produksjonsanlegg over et bestemt tidsrom.

Det vil først i dette kapitlet bli definert noen sentrale begreper innenfor vedlikehold- og prosjektstyringsteori. Dette blir gjort for å skape en enhetlig forståelse for en del begreper innenfor de aktuelle fagområdene som blir mye brukt i denne rapporten. Revisjon settes så inn i et overordnet drifts- og vedlikeholdsperspektiv. I denne sammenheng vil revisjonsstanser bli koblet opp mot det kontinuerlige vedlikeholdsarbeidet i bedrifter, og kostnadene forbundet med revisjoner vil bli belyst. Videre vil det bli sett på hvilken måte revisjoner kan oppfylle krav og behov som eksisterer til bedriftens drift og vedlikehold (økonomi, sikkerhet og miljø). Til slutt i kapitlet vil revisjonsprosjektet bli definert og satt i sammenheng med de hypotesene som rapporten bygger på.

### 2.1 Terminologi

Nedenfor er det listet et utvalg sentrale begreper som blir brukt i forbindelse med vedlikehold, revisjoner og prosjektstyring. Mer utfyllende terminologi innen driftssikkerhet og vedlikehold samt for prosjektstyring er gitt i vedlegg 1. Definisjonene innenfor fagfeltene driftssikkerhet og vedlikehold er i hovedsak hentet fra den internasjonale standarden IEC 50(191) og det pågående standardiseringsarbeidet i regi av den europeiske standardiseringsorganisasjonen CEN, mens definisjonene innenfor fagområdet prosjektstyring er hentet fra håndboken "Prosjektterminologi" utarbeidet av PS 2000.

- Revisjonsstans:** En samling av vedlikeholdsaktiviteter, modifikasjoner eller nyinstallasjoner som krever stopp av hele produksjonslinjer eller deler av denne i et bestemt tidsrom.
- Revisjonsperiode:** Tidsperioden fra man starter forberedelsen av en revisjonsstans frem til arbeidet er utført og evaluert, og produksjonssystemet satt i drift igjen.
- Vedlikehold:** En kombinasjon av alle tekniske og administrative aktiviteter, inkludert ledelse, som har til hensikt å opprettholde eller gjenvinne en tilstand som gjør en enhet i stand til å utføre en krevd funksjon.
- Forebyggende vedlikehold (FV):** Vedlikehold som utføres etter forutbestemte intervaller eller i følge forutbestemte kriterier, og som har til hensikt å redusere sannsynligheten for svikt eller funksjonsnedsetting (degradering).
- Korrigerende vedlikehold (KV):** Vedlikehold som utføres etter at en feil er oppdaget, og som har til hensikt å bringe enheten tilbake i en tilstand som gjør det mulig å utføre en krevd funksjon.

- Modifikasjon:** En kombinasjon av alle tekniske og administrative aktiviteter som har til hensikt å endre en enhet.
- Nyinstallasjon:** Tekniske og administrative aktiviteter som innebærer montering av en ny enhet, og som ikke kommer inn under kategorien utskifting eller modifikasjon.
- OEE:** (*Overall Equipment Effectiveness*)  
Indikator på anleggets overordnede effektivitet. OEE baseres på beregninger av anleggets tilgjengelighet, ytelse og kvalitetsrate.
- MTBF:** (*Mean Time Between Failure*)  
Er et systems midlere levetid mellom hver feil. Matematisk vil MTBF finnes ved å dele systemets driftstimer i en periode på antall feil.
- Prosjekt:** Et tiltak som har karakter av et engangsforetagende med et gitt mål og avgrenset omfang, som gjennomføres innenfor en tids- og kostnadsramme.
- Prosjektfase:** Tidsavgrenset periode av prosjektet
- Levetidsoverskudd:** (*LCP*) Det totale økonomiske resultat for et produkt eller en komponent over levetiden.
- Prosjektgjennomføring:** Realisering av prosjektets mål.

Når nå en del sentral terminologi er blitt definert, vil revisjonsstans bli nærmere beskrevet sammen med de elementene som inngår i begrepet. Når en belyser temaet revisjonsstanser kan en ikke unnlate å sette dette i sammenheng med bedriften som helhet. Revisjoner vil derfor videre bli satt i perspektiv med resten av de faktorene (interne og eksterne) som påvirker en bedrifts beslutning vedrørende produksjons- og vedlikeholdsstrategi.

## 2.2 Vedlikeholdsstrategi

Vedlikehold kan sees på som en nødvendighet for at produksjonsapparatet og produkter skal overholde de krav som stilles til det, både fra internt og eksternt hold. Disse kravene kan være i form av:

- levetid
- lønnsomhet
- kvalitet
- tilgjengelighet
- helse, miljø og sikkerhet

For å tilfredsstille de kravene som stilles til produksjonsapparat og produkt, utføres det to hovedtyper vedlikehold:

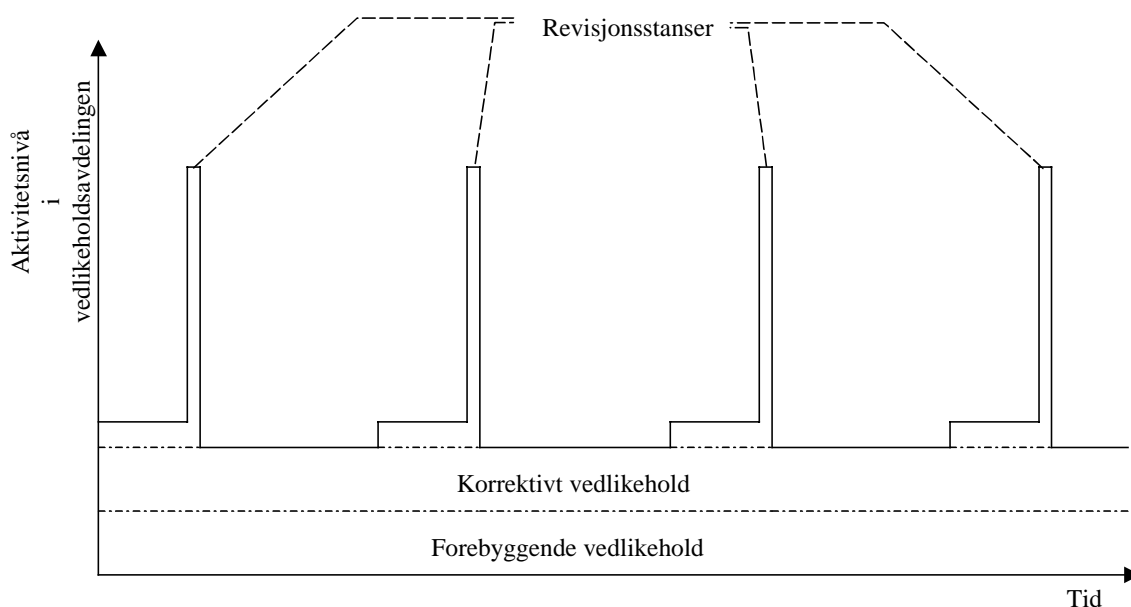
- Forebyggende vedlikehold (FV)
- Korrektivet vedlikehold (KV)

Vedlikehold av den forebyggende typen blir utført for å forhindre at feil oppstår. Dette er spesielt viktig hvis den aktuelle vedlikeholdsenheten er kritisk for anlegget. En kritisk enhet er en komponent som er kritisk eller vital for et systems operasjon eller en oppgaves suksess (fritt fra

Blanchard et al., 1994). Det forebyggende vedlikeholdet kan være basert på fastsatte intervaller ut ifra komponentens estimerte driftssikkerhet, eller basert på hvilken tilstand komponenten befinner seg i.

Korrigerende vedlikehold er vedlikehold som utføres for å rette opp en feil som har oppstått. Korrigerende vedlikehold på kritiske enheter kan være en meget kostbar form for vedlikehold. Hvis komponenten derimot ikke er kritisk, vil denne formen for vedlikehold i noen tilfeller kunne være den beste måten å utnytte komponentens levetid.

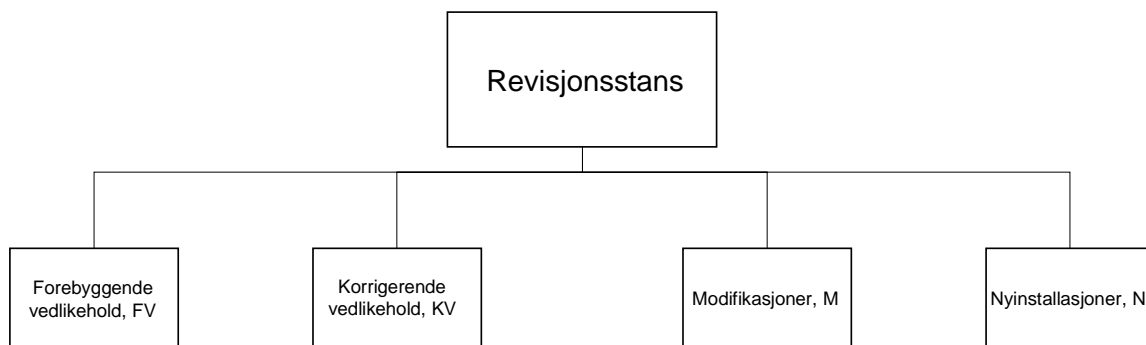
En del komponenter eller vedlikeholdsenheter krever at hele eller deler av anlegget stanses for at vedlikehold skal kunne utføres. I tillegg til nyinstallasjoner og modifikasjoner danner dette behovet for vedlikeholdsrevisjoner i industrien. En revisjon defineres som en samling av vedlikeholdsaktiviteter, modifikasjoner eller nyinstallasjoner som krever stopp av hele produksjonslinjer eller deler av denne i et bestemt tidsrom (definisjon fra kapittel 2.1).



*Figur 1 Vedlikeholdsstrategi*

En revisjon er kjennetegnet ved at den gjentas ved mer eller mindre jevne mellomrom, men at aktivitetene kan være noe forskjellig fra gang til gang. Aktivitetene påvirker således revisjonens størrelse, hyppighet og kompleksitet. Revisjoner vil derfor vanligvis være forskjellige fra gang til gang.

I en revisjonsstans inngår prosesser som gjennomføring av FV- og KV vedlikehold, som er av en intervallmessig karakter, i tillegg til engangsforeteelser som modifikasjoner og nyinstallasjoner. Dette er vist i Figur 2.

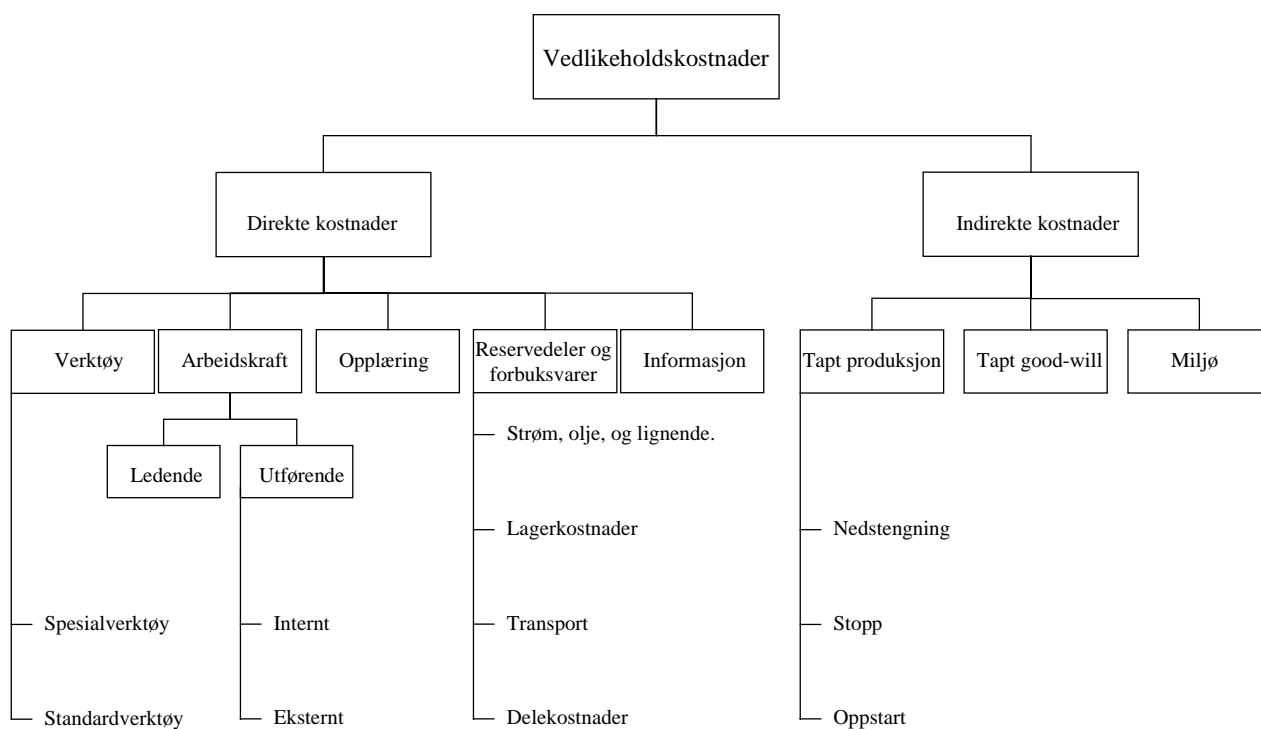


Figur 2 Aktiviteter i en revisjonsstans

Velges en strategi med hyppige revisjonsstanser, som for eksempel opptil 2 per år, er det grunn til å anta mindre andel nyinstallasjon og modifikasjoner i forhold til FV- og KV vedlikehold. Planlegges revisjoner med flere års mellomrom vil betingelser for virksomheten og produksjonen med stor sannsynlighet ha endret seg noe slik at et reelt behov for ombygginger og evt. installasjon av nye enheter er tilstede.

### 2.3 Kostnader ved vedlikehold

Vedlikeholdskostnader blir generert som et resultat av korrektive og forebyggende vedlikeholdsaktiviteter, samt av modifikasjoner og ny-installasjoner, og er basert på forbruk av ressurser som blir benyttet under gjennomføringen av disse aktivitetene. Slike ressurser kan inkludere reservedeler og lagerplass, verktøy, støtte og testings utstyr, personell, opplæring, og informasjon. I tillegg vil bedriften ha en del indirekte kostnader forbundet med vedlikehold. Dette kan dreie seg om kostnader forbundet med tapt produksjon og dermed inntekter, tap av "good-will" ved mindre produksjon eller lengre produksjonsstanser, og kostnader forbundet med utslipp og miljø hensyn. Vedlikeholdskostnadene kan bli kategorisert som vist Figur 3.



Figur 3 Vedlikeholdskostnader

Det er utviklet et utvalg indikatorer for å kunne måle, analysere og vurdere vedlikeholdskostnader i ulike bransjer og for ulikt utstyr. Eksempler på indikatorer som benyttes er (Blanchard et. al., 1994):

- Vedlikeholdskostnader per driftstime
- Vedlikeholdskostnader per reparasjon
- Vedlikeholdskostnader per måned
- Vedlikeholdskostnader per prosjekt eller prosjektfase
- Andel av vedlikeholdskostnader i forhold til de totale livstidskostnadene
- Vedlikeholdsrelatert miljøtiltakskostnader

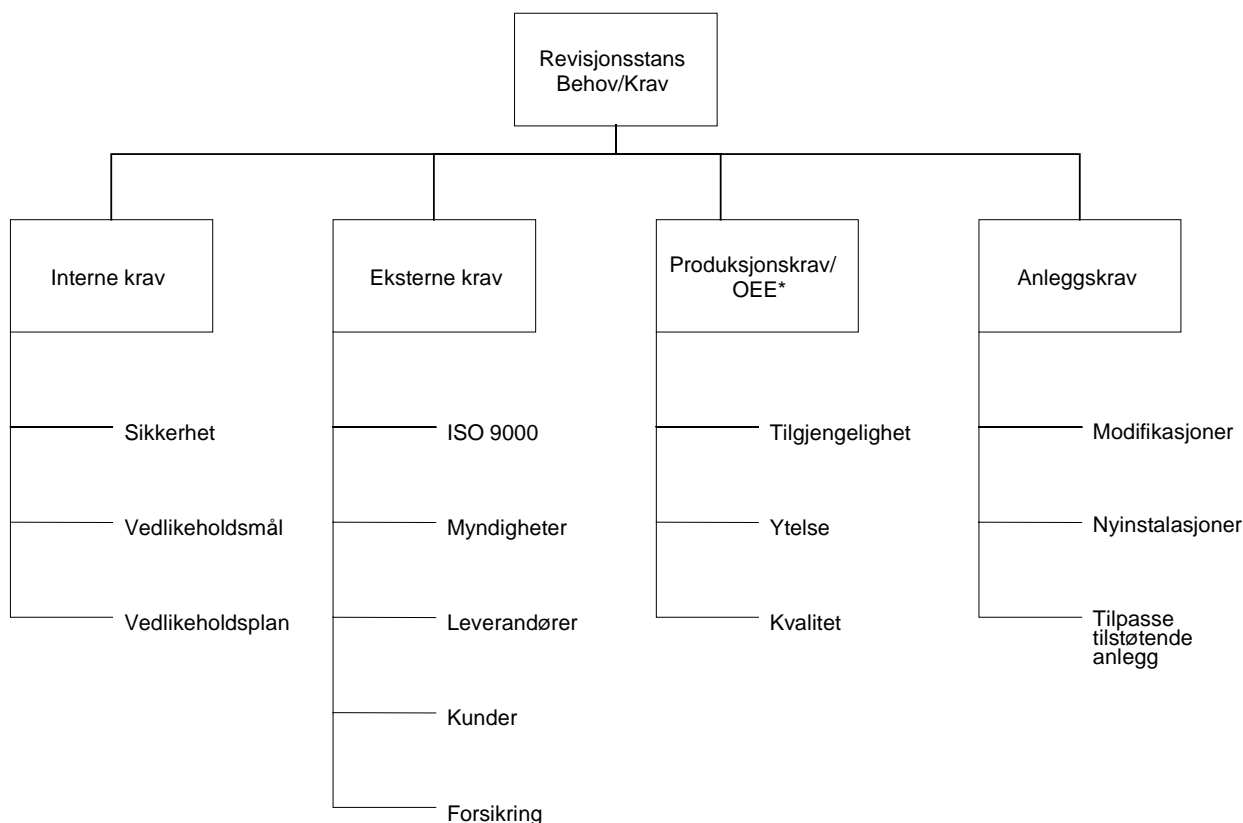
Hvilke av disse indikatorene som er den mest relevante avhenger av i hvilken situasjon indikatoren skal brukes, og hvilken bransje bedriften befinner seg i.

## **2.4 Behovet for revisjon**

Behov for revisjoner genereres av forskjellige krav som stilles til bedrifter og deres produkter. Disse kravene kan være stilt internt i bedriften eller av eksterne aktører. Revisjoner og vedlikehold utføres da for å tilfredsstille disse kravene. Kravene kan oppstå av forskjellige årsaker, og kan medføre forskjellige former for vedlikeholdsaktiviteter. Følgende forhold kan være bakgrunnen for krav om revisjoner:

- Funksjonell aldring/slitasjeeffekter - behov for vedlikehold
- Teknologisk aldring - behov for utstyrmodifikasjoner eller nyinstallasjoner
- Endring av behov - behov for avhending av utstyr eller en helt ny type utstyr
- HMS hensyn - krav fra myndigheter om inspeksjon etc.
- Produksjonstekniske og økonomiske hensyn - valg av løsning

Kravene til revisjoner som på bakgrunn av prosjektgruppens erfaring kan eksistere hos norske bedrifter er kategorisert som vist i Figur 4. Disse kan være forskjellig fra bedrift til bedrift, avhengig av bransje, utstyrets kompleksitet og størrelsen på bedriften.



Figur 4 Behov og krav for revisjonsstans

### 2.4.1 Sikkerhet

Mange vedlikeholdsaktiviteter kan av sikkerhetsmessige årsaker bare utføres dersom anlegget er stanset. Vedlikehold på utstyr som ligger i utsatt miljø eller som opererer med farlige kjemikaler eller materialer krever ofte at enheten og tilstøtende enheter må være ute av drift for å ivareta sikkerheten til vedlikeholdspersonalet. Forebyggende vedlikehold vil av den grunn ofte legges til en revisjonsstans. Forebyggende vedlikehold på slikt utstyr kan ofte være avgjørende for å opprettholde teknisk tilstand og hindre at alvorlige feil inntreffer med uønskede konsekvenser for personell.

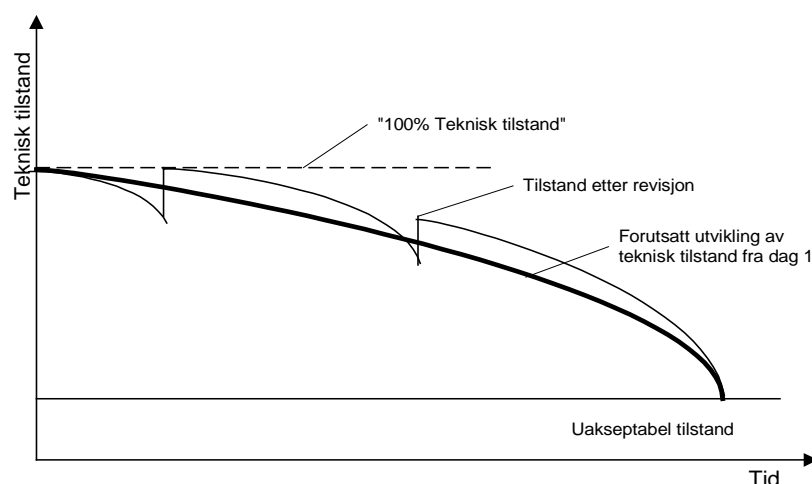
### 2.4.2 Vedlikeholdsmål

En virksomhet styres etter overordnede bedriftsmål med mange kortsiktige og langsiktige delmål. Et av disse delmålene kan være innen driftssikkerhet og vedlikehold. For effektiv styring av vedlikeholdsfunksjonen benyttes ofte indikatorer for å effektivt målstyring. Slike indikatorer kan være nedetid, tilgjengelighet, forhold mellom FV/KV eller totale vedlikeholdskostnader. For å oppnå slike målsettinger etableres vedlikeholdsstrategier som gir føringer for hvordan ressurser skal benyttes. Slike strategier kan inkludere effektivt forebyggende vedlikehold der revisjonsstans inngår som et virkemiddel for gjennomføring.

Et av målene ved vedlikehold kan være å styre teknisk tilstand på utstyret etter en på forhånd bestemt utvikling. Det blir da vedtatt en strategi fra dag 1 som innebærer en plan for det forebyggende vedlikehold, der aktiviteter både kan utføres under drift eller de krever full stopp av produksjonen for gjennomføring. Bedriftens mål for den tekniske tilstanden til et utstyr, og den virkelige utviklingen på utstyret er vist i Figur 5.

\* OEE – "Overall Equipment Effectiveness"

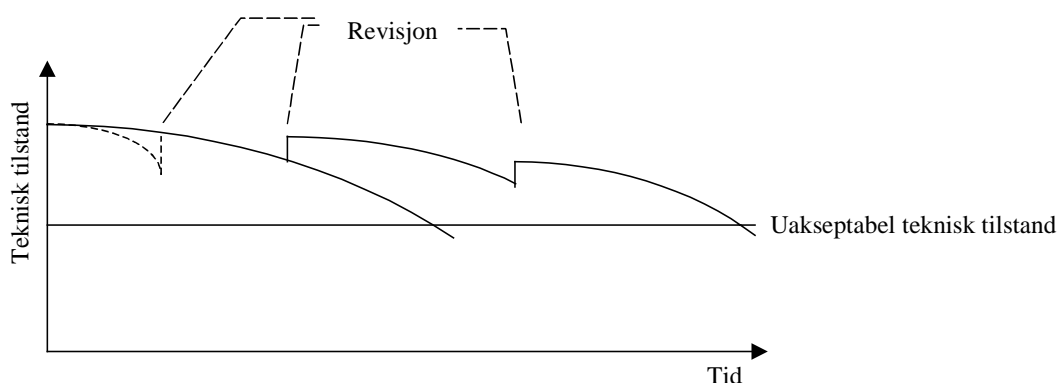




*Figur 5 Styring av teknisk tilstand etter en bestemt utvikling*

Den på forhånd bestemte utviklingen av den tekniske tilstanden til utstyret er vist ved den tykke linjen. Den tynnere linjen illustrerer hvordan revisjoner kan brukes til å styre den tekniske tilstanden etter det på forhånd bestemte målet.

Mekaniske anlegg for eksempel roterende utstyr har gjerne en fallende trend med hensyn til teknisk tilstand over levetiden. En kan anta at effekten av komponentrevisjon som oppgradering til nytt anlegg. Ut fra dette kan en i flere tilfeller forlenge den totale levetiden for anlegget gjennom at anlegget når akseptgrensen for laveste teknisk tilstand senere ut i tid. Dette er illustrert i Figur 6.



*Figur 6 Teknisk tilstand*

Figur 6 viser planlagt utvikling i teknisk tilstand over levetiden. Figuren indikerer i tillegg nedre nivå med hensyn til akseptabel tilstand. Uten vedlikehold på kritiske komponenter som krever stopp, vil den tekniske tilstanden til enheten gradvis avta til den når en uakseptabel tilstand. Revisjonsstanser kan bidra til at den tekniske tilstanden til enheten oppgraderes, og tidspunktet for når den når et uakseptabelt nivå forlenges. På denne måten kan levetiden til enheten økes.

Det vil alltid eksistere muligheter for at en komponent i enheten bryter sammen eller det skjer uforutsette hendelser som drastisk forverrer tilstanden til utstyret. Ved en revisjonsstans for å

utføre korrigerende vedlikehold vil derimot enheten kunne komme opp på et normalt tilstandsnivå igjen. Dette er illustrert med den stiplede linjen. Effekten av revisjoner er da en kombinasjon av forbedret teknisk tilstand samt en forlenging av levetiden.

Modifikasjoner og nyinstallasjon kan innebære at anlegget får en bedre teknisk tilstand enn ved ny tilstand. Endrede krav til produksjonsapparat eller produkt kan føre til at grensen for uakseptabel tilstand revideres. Det kan i slike tilfeller være nødvendig å heve den tekniske tilstanden på utstyret til et høyere nivå enn i utgangspunktet, og modifikasjoner eller nyinstallasjoner vil være den beste løsningen.

### **2.4.3 Vedlikeholdsplaner**

Forebyggende vedlikehold på systemer og komponenter er ofte satt sammen av vedlikeholdspakker som planlegges utført i henhold til oppsatt vedlikeholdsplan. Slike FV-programmer baseres ofte på anbefalinger fra leverandører, og modifisert i henhold til vedlikeholdsplanlegging tilpasset intern vedlikeholdsorganisasjon. Vedlikeholdspakker for komponenter eller vedlikeholdsenheter som ikke kan utføres under normal produksjon, overføres til revisjoner.

### **2.4.4 ISO 9000**

Mange bedrifters leverandører, kunder og samarbeidspartnere krever i dag at bedriften er i besittelse av et kvalitetssikringssystem som er sertifisert i henhold til standarden ISO-9000. Dette, i tillegg til interne krav om kvalitetssikring, har ført til at veldig mange norske bedrifter har innført et sertifisert kvalitetssikringssystem. Sertifisering i henhold til NS-ISO9000 påvirker hovedsakelig vedlikeholdsmålsetting og strategi på overordnet nivå. Standardene krever at alle aktiviteter og prosesser som påvirker kvalitet skal være underlagt styring og kontroll. Dette genererer behovet for vedlikehold og revisjonsstanser.

### **2.4.5 Krav fra myndigheter**

Myndigheter påvirker vedlikeholdet på forskjellige måter. Det kan være direkte i form av inspeksjoner og kontroller, eller gjennom lover og regler for virksomheten.

På sokkelen er Oljedirektoratet den sentrale forvaltningsmyndighet. De krever at operatørene etablerer system for å kunne kontrollere og være sikker på at egne aktiviteter, og det arbeidet som andre utfører er i samsvar med regelverket (Petrolemsloven), herunder også vedlikeholdsaktiviteter. Deres retningslinjer for drift og vedlikehold baserer seg ofte på innspill fra andre institusjoner som Kystdirektoratet, Sjøfartsdirektoratet og Statens forurensningstilsyn.

Statens forurensningstilsyn, SFT setter krav i forhold til å begrense utslipp til vann, jord og luft. Konsesjon i form av utslippstillatelser gis på bestemte vilkår. Slike vilkår kan gå på oppfølging av tilstanden av utstyret og kontroll av dette gjennom vedlikehold og inspeksjoner.

### **2.4.6 Krav fra leverandører**

Enkelte leverandører anbefaler kunder å følge oppsatte vedlikeholdsplaner for at leverandørens garantier skal gjelde. Ved krav om større overhalinger eller jevnlig service på anlegg kan dette påvirke omfanget av planlegging og gjennomføring av vedlikehold og revisjoner.

### **2.4.7 Krav fra kunder**

Kunder kan stille krav til leverandører om pålitelig leveranser av varer med riktig kvalitet. Det er også vanlig at kunder stiller krav i forhold til leverandørens tekniske og administrative prosesser i egen bedrift. ISO sertifisering er da et virkemiddel som her brukes. Krav som går på effektivitet

av vedlikeholdsfunksjonen i bedriften og om de driver forebyggende vedlikehold kan da være avgjørende ved valg av leverandør.

#### 2.4.8 Krav fra forsikringselskaper

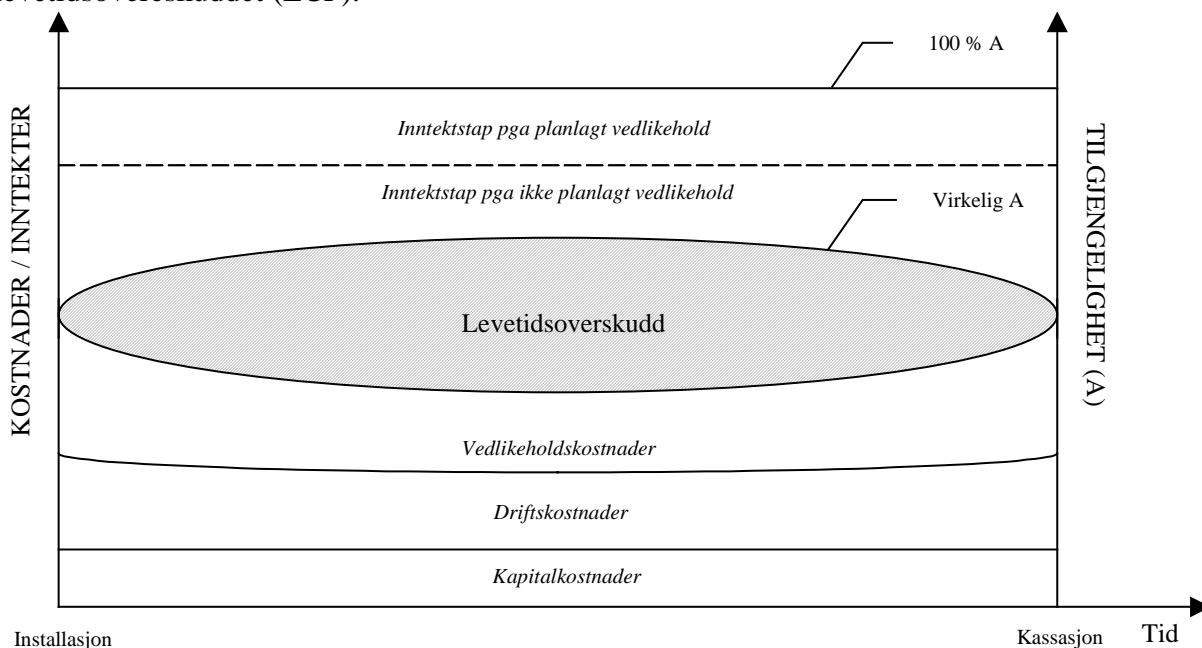
Krav fra forsikringselskaper kan være av samme art som myndighetskrav. Kravene er ofte relatert til overholdelse av generelle lover og regler. I forhold til forsikringsoppgjør etter skade utbetales erstatningsbeløpet i forhold til utstyrets verdi i skadeøyeblikket. Hvis dårlig vedlikehold har ført til, eller har vært medvirkende til skaden kan dette være grunnlag for redusert utbetaling.

#### 2.4.9 Produksjonskrav og tilgjengelighet

Ved investeringsanalyser av nytt anlegg og utstyr vil de mest opplagte økonomiske variablene være anskaffelseskostnader og produksjonskapasitet. Dette er imidlertid et snevert syn på hva som i realiteten er kostnader, inntekter og profitt for de ulike alternativene. For å kunne vurdere et anleggs lønnsomhet må også kostnadene ved å bruke anlegget i drift og inntektstap som følge av utilgjengelighet også tas med i beregningen. Et hyppig brukt begrep som illustrerer de totale kostnadene ved et anlegg over hele dets levetid er levetidskostnad (LCC). Levetidskostnad defineres som;

*”The cost of acquisition and ownership of a product over a defined period of its life cycle. It may include the cost of development, acquisition, operation, support, and disposal of the product” (IEC 300-3).*

Ved å inkludere inntekter som anlegget genererer som en funksjon av tilgjengeligheten, vil anleggets totale profitt bli illustrert. Figuren nedenfor viser en forenklet oversikt over dette levetidsoverskuddet (LCP).



Figur 7 Levetidsoverskudd LCP

Som figuren viser vil driftskostnader og vedlikeholdskostnader være større i begynnelsen av levetiden (jfr. innkjøring og ”barnesykdommer”) samt mot slutten av anleggets levetid. Det samme gjelder for inntektstap grunnet ikke planlagt vedlikehold, da anlegget i disse periodene har

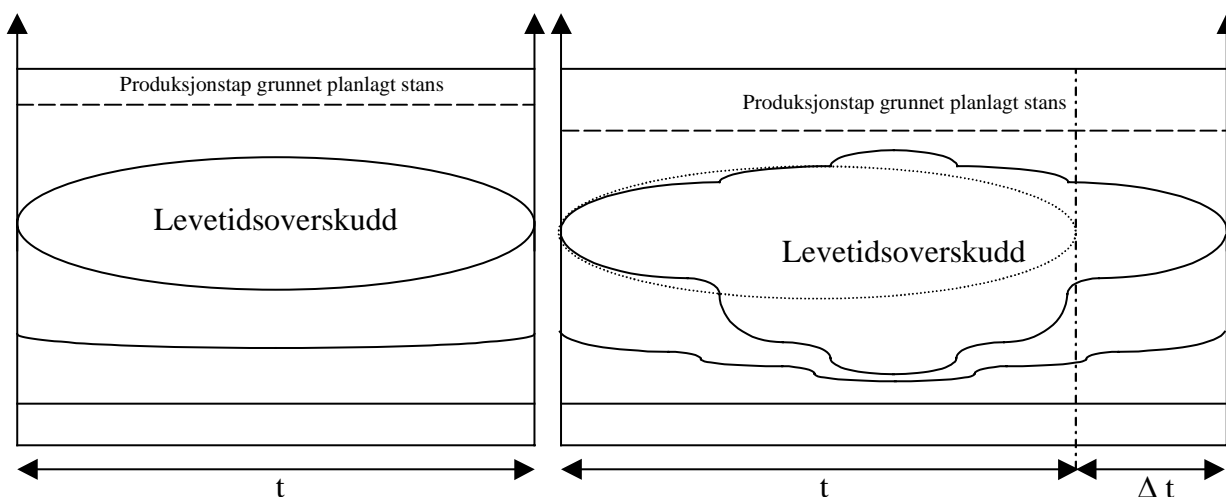
\* OEE – ”Overall Equipment Effectiveness”

en tendens til å stoppe uforutsett hyppigere. Inntektstap grunnet planlagt vedlikehold vil i de fleste tilfeller være forenklet sett konstant, da de planlagte stansene foregår intervallmessig gjennom hele anleggets levetid. Under hele anleggets levetid vil det på beløpe seg kapitalkostnader som oppstår grunnet oppbundet kapital. For enkelthets skyld er dette vist som en konstant kostnad.

Revisjoner påvirker økonomien indirekte ved tapt produksjon siden deler eller hele anlegget gjøres utilgjengelig i stopperperioden. Det er derfor innlysende at på kort sikt ligger det økonomisk gevinst i å holde varigheten og hyppigheten av revisjoner på et minimum. Den økonomiske betydningen av revisjoner må imidlertid ses på i en større sammenheng. Langsiktige tiltak som styrer/påvirker tilstanden på utstyret er viktig der dette innvirker på driftssikkerheten i forhold til å oppnå produksjonsmålsettingen.

#### 2.4.10 Ytelse og kvalitet

Revisjonsstanser fører til økte vedlikeholdsutgifter og produksjonstap i perioden som stansen varer. Dette vil imidlertid kunne føre til lavere drifts- og vedlikeholdskostnader samt lavere produksjonstap i ettertid. I tillegg fører jevnlige revisjonsstanser til at selve levetiden til anlegget kan bli forlenget (revisjoner forlenger ikke levetiden hvis den teknologiske utvikling fører til at anlegget blir umoderne). Figuren under forsøker å illustrere hvilken langsiktig økning i anleggets fortjeneste en fornuftig revisjonsstrategi kan ha.



Figur 8 Illustrasjon av LCP med revisjoner i løpet av levetiden

Revisjoner, eller vedlikehold på enheter som krever stans, fører til økte vedlikeholdskostnader og økt produksjonstap i perioden rundt revisjonen. På langsiktig basis vil derimot disse kostnadene bli lavere grunnet bedre tilstand på utstyret. Mengden produksjonstap grunnet planlagt stans vil naturlig nok bli større ved revisjoner, men dette vil bedriften tjene inn i form av mindre produksjonstap grunnet uforutsette stanser. Driftskostnadene vil også på langsiktig basis bli redusert, da revisjoner fører til mindre problemer med utstyret og høyere kvalitet på produksjonen. Grunnet jevnlig vedlikehold på de kritiske enhetene, vil levetiden kunne forlenges og levetidsoverskuddet økes betraktelig.

Stadig flere benytter indikatoren "Overall Equipment Effectiveness" (OEE) som mål på utstyrets effektivitet. OEE indikatoren er gitt som

$$\text{Total effektivitet (OEE)} = \text{tilgjengelighet (A)} \times \text{ytelse (Y)} \times \text{kvalitetsrate (K)}$$

Et vanlig mål er at OEE indikatoren skal ligge rundt 0.8 og 0.9. På lang sikt vil Revisjoner ha en positiv innvirkning på alle faktorene som denne indikatoren inneholder, og dermed også på indikatoren i seg selv.

#### **2.4.11 Miljø**

Miljøperspektivet omfatter både internt og eksternt miljø. Internt i bedriften er orden og renhold av produksjonsanlegg og omkringliggende områder av betydning, både med hensyn til å oppnå riktig kvalitet på produktene samt for å ivareta helse og sikkerheten til produksjonsarbeiderne. Grundig rengjøring er ofte ikke mulig å gjennomføre uten at anlegget står, og ofte er dette det første man går igang med under en revisjonsstans etter at anlegget er klargjort og sikret.

Eksternt miljø påvirkes av industrivirksomhet på flere måter. I denne sammenheng er begrensning av støy og utslipp til omgivelsene gjennom tiltak som systematisk håndtering av farlig avfall og drift av renseanlegg av største betydning.

Prosessbedrifter har deponier for biprodukter fra produksjonen. Disse vil gjerne være i form av tanker, kummer, eller åpne deponier. Utstyr som f. eks. filtreringsanlegg for avgass, varmegjenvinningsanlegg, hydrosycloner og lignende trenger gjerne regelmessig rengjøring og vedlikehold. Tilgang til dette kan ofte ikke oppnås uten at hele prosessanlegget står.

#### **2.4.12 Nyinstallasjoner og modifikasjoner**

Revisjoner kan ellers påvirkes av endrede forutsetninger for produksjon (pris og etterspørsel) samt endrede krav til produktet over tid. Dette kan medføre behov for nyinstallasjoner eller modifikasjoner på eksisterende anlegg. Økning av produksjonskapasiteten vil ofte kreve installasjon av nytt anlegg eller installasjon av en ny produksjonslinje. Slike aktiviteter kan som regel ikke gjennomføres uten at hele eller deler av anlegget er ute av drift. Hvis disse prosjektene ikke haster vil de som oftest bli lagt til stanser som genereres av vedlikeholdsarbeid. Hvis det derimot er nyinstallasjonene og/eller modifikasjonene som genererer stansen vil vedlikeholdsarbeid som har bygget seg opp siden forrige stans bli inkludert og endre omfanget av stansen.

### **2.5 Revisjon som prosjekt**

Med utgangspunkt i definisjonen på prosjekt (se kapittel 2.1), er det ingen tvil om at revisjoner kan kalles prosjekter. De viktigste forskjellene mellom revisjoner og tradisjonelle prosjekter er at revisjoner har en forholdsvis lang planleggingsperiode i forkant av en kort og hektisk gjennomføringsperiode, revisjonene skjer med sykliske intervall og bedriften vil i mange tilfeller oppleve en relativt ekstrem stor kostnad hvis revisjonen blir forsinket. Det er allikevel ingen av disse særtrekkene som bryter med definisjonen av et prosjekt. Påstanden i denne rapporten vil derfor være at revisjonsstanser definitivt kan betraktes som et prosjekt.

Selv om tiltakene som kan kalles prosjekt er engangsoppgaver, kan det ikke sies at alle prosjekter er unike. En bedrift kan operere med flere nesten identiske prosjekter. Erfaringer fra det ene prosjektet blir overført til det andre, slik at bedrifter kan oppleve en synergi effekt mellom prosjektene. I tillegg er det utviklet metoder og modeller for gjennomføringen av de ulike fasene av et prosjekt for å gjøre arbeidsoppgavene mest mulig rutinepreget. I dette henseende har revisjoner et stort fortrinn fremfor tradisjonelle prosjekter, da revisjonsprosjektet forekommer syklisk med relativt hyppige intervaller.

I det følgende kapitlet presenteres ”State of the Art” mht revisjonsstanser. I etterkant av dette vil forbedringspotensiale ved å anvende metoder og verktøy innen prosjektstyring bli analysert. Dette gjøres ved en gjennomgang av to ”revisjonsprosjekt” i den hensikt å identifisere aktiviteter som kan forbedres basert på følgende to hypoteser:

1. En revisjon kan gjennomføres mer effektivt hvis den planlegges og gjennomføres som et prosjekt og ved å anvende metoder og verktøy innen prosjektstyring.
2. Det er store besparelser å hente i å optimalisere intervall og varighet for revisjonsstanser gjennom anleggenes levetid ved å anvende de riktige indikatorene for planlegging og gjennomføring av revisjoner.

### 3. ”State of the Art” innenfor revisjonsstans i norsk industri

I dette kapittelet vil dagens situasjon bli presentert med hensyn til planlegging og styring av revisjonsstanser som prosjekt. Revisjoner i norske bedrifter vil bli satt i det perspektiv som ble beskrevet i kapittel 2, samt at det vil bli belyst i hvilken grad effektiv styring av planlagt revisjon er ivare tatt i dag.

Det empiriske grunnlaget som er benyttet til å belyse nå-situasjonen er basert på en spørreundersøkelse blant 50 norske bedrifter innen prosess- og produksjonsindustri. 25 av bedriftene besvarte spørreskjemaene. Undersøkelsen ble utført av Eirin Merete Ebbesvik høsten 1997 i forbindelse med prosjektoppgaven ”Styring av vedlikeholdsprosjekter” ved NTNU. Utvelgelsen av bedrifter som ble forespurte om å delta i spørreundersøkelsen ble gjort på grunnlag av antagelser om at de utførte vedlikeholdsrevisjoner. Det viste seg at antagelsene var temmelig korrekte, da 20 av 25 av bedriftene som besvarte skjemaene foretok revisjoner jevnlig. Spørreundersøkelsen ga svar fra følgende bransjekategorier:

Tabell 1      *Bransjer representert i spørreundersøkelsen*

<b>Bransje:</b>	<b>Antall</b>
Smelteverk og metallindustri	10
Treforedling (papir)	5
Energi og kraftverksindustri	3
Kjemisk- og petrokjemisk industri	3
Oljeindustrien (plattformer i Nordsjøen)	1
Nærings- og nytelsesmiddelsindustri	2
Industri innen elektronikk og optikk	1

For en dypere innsikt i spørreundersøkelsens spørsmål refereres det til vedlegg 2. ”State of the Art” baserer seg i tillegg på prosjektgruppas erfaring, samt et case studium av 4 bedrifter. Rapporten kommer spesielt inn på to utvalgte eksempler senere i kapittelet. Først vil nå-situasjonen generelt hos norske bedrifter bli beskrevet. Videre i kapittelet vil det bli belyst hvilke likheter og forskjeller som eksisterer mellom tradisjonelle prosjekter og revisjonsstanser i norsk industri i dag. Kapittelet blir avsluttet med en kort beskrivelse av styringsverktøy for vedlikeholdsfunksjonen.

#### 3.1 Revisjoner i norske industribedrifter

Norske bedrifter både på land og i Nordsjøen gjennomfører revisjoner med mer eller mindre jevne mellomrom. Mål og hensikt med en revisjon er svært forskjellig avhengig av type virksomhet og størrelsen på bedriftene. Felles for de fleste er at revisjoner initieres av behov for større vedlikehold eller aktiviteter som ikke kan utføres uten at hele eller deler av produksjonen er ute av drift.

##### 3.1.1 Revisjonsstrategier

Revisjoner kan betraktes som et middel i en kontinuerlig strategi for gjennomføring av bedriftens handlingsplaner innenfor drift og vedlikehold. Generelt bestemmes tidspunkt for revisjoner av vedlikeholdsintervallet på det utstyret som krever stopp for vedlikehold.

Styrende for etablering av revisjonsstrategi er gjeldende vedlikeholdsplaner for systemer og komponenter, samt teknisk tilstand og levetid på utstyret. I tillegg vil ulike interne og eksterne drifts- og operasjonsbetingelser påvirke revisjoner utover utviklingen med hensyn på utstyrets tekniske tilstand.



Beslutninger knyttet til revisjonsstanser kan i første omgang bli knyttet til spørsmålet om en revisjonsstans er nødvendig. Ut ifra vurderinger av behov og krav, som vist i Figur 4, tar man da beslutning om revisjonsstans i forhold til en gruppe aktiviteter som krever lengre stopp for gjennomføring. I spørreundersøkelsen ble det spurt etter årsaker til at bedriften utfører revisjoner. Følgende årsaksbeskrivelser oppnådde høyest score, i rangert rekkefølge:

1. Vedlikeholdet kan bare utføres under stopp
2. Revisjoner gjennomføres etter bedriftens vedlikeholdsplan og/eller plan for inspeksjon og kvalitetskontroll.
3. Teknisk tilstand på utstyr krever revisjon.

I neste omgang vil det essensielle spørsmålet være når og hvor ofte revisjonen skal gjennomføres. Av spørreundersøkelsen kommer det frem at den vanligste frekvensen for revisjoner er 1 til 2 ganger pr. år. Noen bedrifter gjennomfører revisjon oftere, gjerne 1 gang pr. kvartal, mens andre har sjeldnere revisjon, som hvert 2. år eller sjeldnere.

Undersøkelsen viste at grunnlaget for beslutninger om tidspunkt eller intervall for revisjon kan være mangfoldig. Bedriftene oppga både økonomiske og praktiske forhold som begrunnelse for valg av tidspunkt for gjennomføring av stansene. Hvilke faktorer som i dette henseende er viktigst for bedriftene i spørreundersøkelsen ble oppgitt som vist i Tabell 2.

*Tabell 2 Forhold som påvirker tidspunkt for revisjon*

<b>Bransje</b>	<b>Ferie</b>	<b>Vår/høst</b>	<b>Vær og temperatur</b>	<b>Lav-konjunktur</b>	<b>Ingen bestemt</b>
Smelteverk og metallindustri	2	2	2		3
Treforedling (papir)	1	1	1	2	
Energi og kraftverksindustri				3	
Kjemisk- og petrokjemisk industri			2		1
Oljeindustrien (plattformer i Nordsjøen)			1		
Nærings- og nytelsesmiddelsindustri				1	
Industri innen elektronikk og optikk					1

Tallene i tabellen viser hvor mange bedrifter innenfor hver bransje som ga uttrykk for at de enkelte faktorene spilte inn på deres avgjørelse om tidspunkt for revisjonen. Ved å summere kolonnene ser man at spesielt lavkonjunktur og værforhold var avgjørende for valg av tidspunkt. Ut fra prosjektgruppens erfaringer kan følgende aspekter ha betydning i valg av tidspunkt for revisjoner i norsk industri avhengig av type virksomhet:

- Pris- og kostnadsutvikling
- Sesongvariasjon i etterspørsel
- Kraftpriser
- Helligdager og ferier (fellesferie)

- Prosessavhengighet
- Vedlikeholdsplaner
- Eksterne krav fra myndigheter
- Vær og temperaturforhold

### **Pris- og kostnadsutvikling**

Den generelle pris og kostnadsutviklingen påvirker vilkårene for drift- og vedlikehold gjennom muligheten for lønnsom produksjon. Ved variasjon i markedspris på produsert vare påvirker dette lønnsomheten gjennom inntektsgrunnlaget. På samme måte vil kostnadsutvikling med hensyn til anskaffelse av råmaterialer påvirke kostnadssiden. I perioder med høye priser er det derfor mindre aktuelt å legge inn en revisjonsstans.

### **Sesongvariasjoner og svingninger i marked**

Etterspørsel etter produkter fra produksjonen kan variere gjennom året. I dette ligger at det kan være overkapasitet i produksjonen gjennom deler av året, basert på full produksjonskapasitet, som gjør det hensiktsmessig å stoppe anlegget for vedlikehold i slike perioder. Dette under forutsetning av at det ikke vil være praktisk mulig eller lønnsomt å produsere for lager i påvente av høysesong.

### **Kraftpriser**

Kraftpriser påvirker lønnsomhet gjennom at kraft inngår som en innsatsfaktor i produksjonen. Dette har tilsvarende innvirkning på lønnsomhet som andre råvarepriser. Forskjellen gjelder for kraftkrevende industri som er mere avhengig av stabile kraftpriser enn andre. Prisvariasjon på kraft vil av den grunn ha større effekt på lønnsomheten for disse bedriftene.

### **Helligdager og ferier (fellesferie)**

Enkelte prosessbedrifter på land som produserer døgnkontinuerlig har ofte innlagt produksjonsstans i forbindelse med høytid og helligdager. Dette er tatt inn i langsiktige produksjonsplaner og er ikke regnet med i tilgjengelig produksjonstid. Av den grunn er det interessant å benytte disse periodene til vedlikehold og større revisjoner. Ulempen er dårlig tilgang på arbeidskraft og ekstrakostnader i form av høytidstillegg utover vanlig lønn, og dette gjør at muligheten til å legge revisjoner til høytider ikke kan utnyttes overalt. Planlagt stopp i fellesferien vil ikke påvirkes av dette og revisjoner kan legges hit hvis dette er gjennomførbart i henhold til vedtatte produksjonsplaner.

### **Anleggsavhengighet**

Anleggsavhengighet kan beskrives som operasjonell avhengighet mellom ulike deler av et produksjonsanlegg. Nedstengning av ett anlegg gjør andre anlegg utilgjengelig ut fra hvordan design og funksjonalitet er utført. Et eksempel er at strømforsyning til en del av et produksjonsanlegg trenger vedlikehold. Dette medfører at dette anlegget må stenge ned samtidig som at strømforsyningen er nede. Dermed bør en utnytte denne tiden for vedlikehold på dette produksjonsanlegget. Tidspunkt bestemmes av vedlikeholdsintervallet for strømforsyningen, mens varigheten av stoppen kan bli bestemt av andre deler av anlegget.

### **Prosessavhengighet**

Prosessavhengighet kan beskrives ut fra materialflyten i produksjonen. Produksjonen starter med råstoff i en eller annen form og bearbeides i prosesssteg, frem til det leveres som ferdigprodukt i enden av produksjonsanlegget. Stenger man ned et delanlegg for revisjon i den enden ferdigproduktet blir til kan dette påvirke produksjonslinjen bakover. Man kan bli nødt til å stoppe råstoffanlegget i og med at det er umulig å få avsetning på halvfabrikata, el. Det kan være mulig

produsere halvfabrikata eller råstoff til lager i korte perioder, men en revisjonsstopp vil ofte være av en slik varighet at den betinger stopp av hele produksjonslinjen.

### **Vedlikeholdsplaner**

Store prosessanlegg opererer vanligvis med vedlikeholdsplaner som strekker seg flere år frem i tid. Disse beskriver vedlikeholdsaktiviteter som inngår i utstyrets livstidsplan. Når slike aktiviteter krever stopp av kritiske enheter for gjennomføring vil dette påvirke valg av revisjonstidspunkt og intervall, samt hvilke aktiviteter som skal gjennomføres under revisjonen.

### **Eksterne krav fra myndigheter**

Myndigheter påvirker revisjonstidspunkt ved å kreve revisjon i forhold til å kontrollere at kravene til sikkerhet og miljø samt kvalitet på anlegg i drift er ivaretatt. For å kunne gjennomføre dette kreves ofte inspeksjon når anlegget står. OD foretar revisjoner på sokkelen, mens SFT kan kreve inspeksjon av landanlegg i hensikt å påse at utslippstillatelser overholdes og at utstyret er i teknisk god nok stand til å motvirke unødige utlipp.

### **Vær- og temperaturforhold**

Vær og temperaturforhold spiller inn ved å sette betingelser for aktiviteter utendørs. Revisjoner medfører kanskje at anlegg blir mer utsatt for vær- og temperaturforhold, eller at enheter må fraktes og oppbevares ute i kortere eller lengre tid. I tillegg kan det være påkrevd at ulike aktiviteter skal utføres ute. Sveising av stål og annet varmtarbeid kan være vanskelig i lav temperatur eller når det regner eller blåser mye. Dette kan bety at revisjoner helst legges til vår- og sommerhalvåret avhengig av type virksomhet.

Det er forskjellig praksis med hensyn til revisjonsstrategier samt styring og kontroll av arbeidsprosessene rundt revisjoner. Samspillet med det daglige drift og vedlikehold er da forskjellig. Dette gjenspeiler også omfanget av metoder og verktøy anvendt til planlegging og gjennomføring av revisjonsstanser.

### **3.1.2 Revisjonsprosjekter**

Ut fra behov og krav har nå bedriftene tatt en avgjørelse om at det skal utføres revisjoner, og intervall og tidspunkt er bestemt. Dette danner grunnlaget for initieringen av revisjonen. Planlegging og gjennomføringen av selve revisjonsprosjektet (se kapittel 2.5 for definisjon) er nå utfordringen. Hvordan dette foregår varierer noe fra bransje til bransje.

Et av spørsmålene i spørreundersøkelsen var om bedriftene gjennomførte revisjonsstansene som et større prosjekt. Hele 70 % svarte at dette var tilfellet hos deres bedrift. Ut ifra de påfølgende spørsmålene angående gjennomføringen, kan det derimot tyde på at tallet kun er en antydning på hvor mange som ser på en revisjonsstans som et større prosjekt, uten at planlegging og gjennomføring av den grunn blir gjort etter prosjektstyringsprinsipper.

### **Forberedelse og planlegging**

Forberedelsene før en stans tok hos de fleste bedriftene til 0 – 6 måneder før selve stansen. Mange bedrifter svarte at denne tiden til forberedelser og planlegging var for knapp. Tidlig i forberedelsesfasen er det vanlig å opprette en styringsgruppe. Denne styringsgruppen vil avklare mål og begrensningene for revisjonen, samt bestemme tidspunkt og utarbeide de første kalkylene på tids- og ressursbruk for revisjonen. Styringsgruppen står også ansvarlig for å opprette revisjonsorganisasjonen. Dette kan bestå i å avklare ansvarsforhold og leie inn ekstern arbeidskraft.

Forberedelse til revisjonsstans består i hovedsak av å registrere arbeidsoppgaver som skal legges til en større vedlikeholdsstopp. En stoppliste blir utarbeidet basert på informasjon fra drifts- og vedlikeholdsorganisasjonen. Dette vil være en blanding av korrigerende- og forebyggende vedlikehold, og det legges ned arbeid for å selektere aktiviteter inn mot revisjonsstans. Når alle parter har fremlagt sine behov i forbindelse med revisjonsstans fryses stopplisten. En tendens er at vanlig FV og KV som er planlagt like i forkant av en revisjon blir holdt igjen og skjøvet inn i revisjonen. Dette blir kalt "backlog", og kommer da på aktivitetslista for revisjonsstansen.

Før selve revisjonen utføres det i de fleste tilfeller en audit som skal identifisere vedlikeholdsbehov som ikke er oppdaget i den daglige driften. En "audit" identifiserer elementer eller utstyrsenheter som krever korrigerende vedlikehold. På denne måten unngår man at det dukker opp store mengder uforutsett arbeid under selv revisjonsstansen.

Styringsgruppen vil videre beskrive arbeidsoppgavene som skal utføres under revisjonen. Dette gjøres for å få et best mulig grunnlag for å estimere varighet og ressursbruk for aktivitetene, samt for å danne grunnlag for arbeidsordrene som skal distribueres. Styringsgruppen inngår i denne fasen avtaler med leverandører og kontraktører, spesielt gjelder dette ved lang ledetid for anskaffelse av produkter og tjenester.

På spørsmål om hvilke metoder og styringsverktøy som ble brukt i planleggingen av stansen, kom det frem i spørreundersøkelsen at prosjektstyringsmetoder i liten grad ble brukt. Spesielt gjaldt dette arbeidsnedbrytning (WBS) og nettverksplanlegging. Et meget viktig element som estimering av tids- og ressursbruk ble kun utført av i underkant av 1/3 av de spurte bedriftene. Når det gjelder andre prosjektrelaterte aktiviteter var det 35 % av bedriftene som utarbeidet budsjett for stansen, 10 % som utarbeidet kvalitetsplan og 60 % som ivaretok organisering og ansvarsfordeling.

### **Gjennomføring**

Gjennomføringen av revisjonsstansene hos bedriftene som deltok i spørreundersøkelsen varte fra noen få dager og opp til 4 uker. Størrelsen på revisjonen med hensyn på antall medvirkende personer og antall utførte aktiviteter varierte noe, men de aller fleste bedriftene utførte små revisjoner. Små revisjoner defineres her som stanser der 1 – 200 personer medvirker.

Noen andre sentrale særtrekk ved gjennomføring av revisjonsstanser er at den daglige ledelse av arbeidet på anlegget foretas som regel av formenn innen hvert av fagområdene. Mindre problemer som dukker opp håndteres av disse. Større avvik eller forhold rapporteres til ansvarlig for revisjonsstansen som tar avgjørelse om videre aksjon. Alle arbeidsledere sitter med aktivitetslister med skjema over tidsplanlegging sammen med arbeidsordrer for hver enkelt aktivitet. I tillegg utstedes og godkjennes nødvendige arbeidstillatelser, områdetillatelser, ol. Meldinger og milepæler som er viktig for koordinering med andre aktiviteter er fremhevet. Jevnlige møter, gjerne på morgenen, mellom arbeidslederne fra vedlikehold, drift og eksterne gir informasjon om status.

En effektiv gjennomføring av revisjoner krever ofte tilgang på ekstern arbeidskraft under selve stoppen. Behovet for slik arbeidskraft blir i hovedsak utløst på bakgrunn av ønsket om en rask gjennomføring av stansen, noe som krever mer personell enn hva som befinner seg i bedriftens organisasjon. Behovet for spesialarbeidere, som f. eks. dykkere i offshoresektoren, kan også være utløsende for tilførsel av ekstern arbeidskraft i stansperioden. Bedriften må iverksette briefing, opplæring og ledelse av dette innleide personellet.

Når det gjelder uforutsett arbeid under revisjonen viste det seg at 25 % av revisjonene hadde 10 % eller mer av denne typen arbeid. Det vil si at 75 % av revisjonene var temmelig bra planlagt med hensyn på aktiviteter som skulle utføres. Til tross for dette klarte kun 50 % av bedriftene å holde seg innenfor budsjetttrammene som var blitt satt. Dette kan tyde på mangelfull styring og dårlig produktivitet under gjennomføringen av revisjonen.

### **Evaluering**

Etter igangkjøring sammenkaller de ansvarlige for revisjonen alle arbeidsledere sammen med andre relevante fagpersoner for evaluering av revisjonen. Hensikten er å diskutere arbeidet som er utført og om dette har svart til forventet resultat. Avvik registreres sammen med erfaringer og data som vil være viktig å ta med seg til senere revisjoner.

De fleste bedriftene i spørreundersøkelsen foretok evaluering av revisjonen i form av en sammenligning av planer og den virkelige gjennomføringen. Denne evalueringen var formell, men det var meget få bedrifter som svarte at informasjon ble dokumentert. Erfaringsoverføring fra en revisjon til en annen eksisterer altså i liten grad hos norske bedrifter.

## **3.2 Beskrivelser og erfaringer fra revisjon i bedrift**

I dette kapittelet vil det bli sett på to konkrete eksempler av revisjoner hos norske industribedrifter. Selve forløpet av prosessen vil være temmelig forskjellig i karakter grunnet stor forskjell i omfang av revisjonsstansene. Eksemplene er hentet fra et prosessbedrift (Bedrift A) og et oljeselskap (Bedrift B). Beskrivelsen er basert på undersøkelser som er gjort av Eirin Ebbesvik og Sindre Bolseth i forbindelse med diplomoppgave ved NTNU våren 1998. Bedriftsnavnene er blitt anonymisert av hensyn til fortrolige opplysninger.

### **3.2.1 Revisjonsstans i Bedrift A**

Bedrift A utfører halvårlige revisjoner av de to smelteovnene i bedriften. Dette medfører totalt 4 stanser i året, hvis ikke revisjonene slås sammen. En slik sammenslåing gjøres i de tilfeller der dette er mulig og hvis det passer seg. Revisjonsstansene legges til vår og høst. I tillegg til revisjonsstansene utføres det en rengjøringsstans hver tredje uke.

Revisjonene på ovnene varer vanligvis i 2 døgn (ca. 40 timer), og rengjøringsstansene varer i 2,5 – 3 timer. Til sammen gir dette ca. 120 planlagte stanstimer på hver ovn årlig. Kostnadene for bedriften per revisjonsstans utgjør i størrelsesorden 10 millioner kroner. Revisjonsstansene kan regnes som små da rundt 50 personer deltar i gjennomføringen av stansen, og den innbefatter rundt 20 aktiviteter.

### **Forberedelser og planlegging**

En del av arbeidet som skal utføres under en revisjon kommer frem av lister over utskiftninger som står for tur. Dette gjelder spesielt utstyrsdeler med et kjent utskiftningsintervall. Lengden på dette intervallet bygger på erfaring, anbefalinger fra leverandør, eller krav fra kunder og myndigheter.

Videre blir en del av identifiseringen arbeidet gjort på bakgrunn av tilstandsbasert vedlikehold. Dette kan være arbeid som blir planlagt etter utsagn fra arbeiderne, eller som et resultat av inspeksjon under selve stansen. Det blir ikke utført noen form for audit eller tilstandskontroll før en revisjon i Bedrift A. Arbeidsoppgavene omfatter, i tillegg til utskiftninger, forbedrende tiltak og korrigerende vedlikehold.

Planleggingen av revisjonsstansen hos Bedrift A består hovedsakelig av ressursallokering. Dette skyldes at de aktivitetene som skal utføres er avhengig av spesielle personer som har erfaring med aktuelle aktiviteten. Denne metodikken krever at de som setter opp ressursplanen vet hvilke aktiviteter de ulike arbeiderne har utført før.

I tillegg til ressursplanen setter man opp et budsjett for revisjonen. Dette gjøres ut ifra estimering av aktiviteter med tanke på varighet, ressurser og materialbehov.

Innkjøp og innleie foretas på bakgrunn av erfaringsdata. Disse dataene er ikke alltid nedskrevne, noe som fører til en del tilgjengelighetsproblemer på slike data. Visse oppgaver blir derfor avhengig av spesielle personer som besitter den rette erfaringen. I tillegg til eget personelle blir det under en revisjon leid inn 10-15 personer fra leverandører og innleie firma. Personer med spesialkompetanse blir leid inn i tilknytning til innleie av spesialutstyr.

### **Gjennomføringen**

Arbeidet som inngår i en revisjon i Bedrift A består stort sett av:

- Utskiftninger av kritiske komponenter, for eksempel elektrodeutstyr
- Modifikasjoner
- Ny-installasjoner

Før man kan ta fatt på selve utførelsen, tilrettelegger man arbeidet ute i bedriften. Tilretteleggingen foregår ved at utstyr og materialer plasseres på arbeidsstedene. Rigging, rengjøring, avisolering av rør, montering av utstyr og lignende, kan også være aktuelt.

De jobbsvarlige som utfører arbeidet rapporterer direkte til revisjonsleder. Revisjonsleder holder seg orientert om status på samtlige aktiviteter, samtidig som han formidler statusrapporter mellom de ulike ansvarlige. På denne måten får alle informasjon om fremdriften av revisjonen. All kommunikasjon vedrørende fremdrift foregår muntlig, og pausene er et aktuelt tidspunkt for slik informasjonsformidling.

### **Evaluering**

Etter revisjonsstansene arrangeres det et oppsummeringsmøte for de ansatte. Der blir det gitt anledning til å komme med kommentarer og synspunkter rundt gjennomføringen av revisjonen. Etter planen skulle det etter forrige revisjonsstans utarbeides en sluttrapport med tanke på å ta vare på erfaringsdata, men dette ble aldri gjort.

### **3.2.2 Revisjonsstans i Bedrift B**

Bedrift B utfører revisjonsstanser hvert fjerde år. Dette er revisjoner som betegnes som store, da det ved forrige stans (1994) ble utstedet 844 arbeidsordrer og 19 prosjekter som til sammen utgjorde 73 000 arbeidstimer. De totale kostnadene var på 445 MNOK. Hver revisjon omfatter flere offshore-installasjoner, og pågår et par uker.

### **Revisjonsstrategi**

Intervallene mellom hver revisjon er som nevnt fire år. Det er ikke blitt foretatt noen undersøkelser på om dette er det optimale intervallene, eller om revisjonene har et optimalt omfang. Årsaken til revisjonsstansene kommer av behovet for vedlikeholdsarbeid eller gjennomføringen av prosjekter, som krever stans i produksjonsapparatet. Behovet for vedlikeholdsarbeid som krever stans blir identifisert i driftsperioden mellom revisjonene, eller under gjennomføringen av forrige. Det må

også tas hensyn til krav fra myndigheter i utformingen av revisjonsstrategi. Bedriften har utarbeidet en oversikt over registrerte stoppjobber til enhver tid, noe som gjør det mulig å utføre arbeid som er tiltenkt utført i en revisjon, under mindre uforutsette stopper.

### **Forberedelser**

Den videre beskrivelsen av revisjonsstansene i Bedrift B baserer seg på erfaringene fra forrige stans. Etter at beslutningen om at denne stansen måtte gjennomføres, ble det opprettet en koordineringsgruppe eller prosjektledelse. Denne gruppen utarbeidet det første utkastet til arbeidsomfanget. Videre i prosessen ble det først utarbeidet grove planer for bestemmelse av starttidspunkt av stansen samt varigheten, og siden ble det utarbeidet detaljplaner for bestemte aspekter ved revisjonen. En revisjonsstans av dette omfanget krever også grundig koordinering med omgivelsene (kunder/leverandører/samarbeidspartnere). Målene som ble definert var rettet mot planer og rent økonomiske aspekter. Det ble ikke formulert noen mål som var rettet mot vedlikeholdsmål og –strategi. Innrapporteringen av arbeid som skal utføres i en revisjonsstans foregår kontinuerlig, men intensiteten øker i tiden før stansen. For å sikre at alt arbeidet blir rapportert inn og estimert i god tid, setter bedriften tidsfrister, men ved forrige stans ble disse tidsfristene ikke overholdt.

### **Planlegging**

Planleggingsprosessen starter et år før selve stansen gjennomføres. Ved forrige revisjonsstans ble det definert en egen planleggingsmetode. Dette ble gjort etter et ønske om større grad av sentralisering av planleggingsarbeidet. På denne måten unngår selskapet at hver plattform utfører planleggingen hver for seg. Alle vedlikeholds- og prosjektaktivitetene ble samlet i en felles plan med hjelp av prosjektstyringsverktøyet Artemis. Aktivitetene ble samlet i hensiktsmessige arbeidspakker, for deretter å utføre nettverksanalyser og tidsplanlegging.

Kontraktørene som var tildelt ansvar for et prosjekt under revisjonen, overførte sine plandata fra egne planleggingsystemer til revisjonsstansapplikasjonen i Artemis. Dette sikret overensstemmelse mellom Bedrift B sine og kontraktørens planer til enhver tid. I denne forbindelsen ble det utarbeidet et dokument om krav til format og innhold for plandata. Hvis denne formen for samarbeid skal fungere, der kontraktøren står for detaljplanleggingen av prosjektene, er det viktig å velge kontraktør så tidlig som mulig. En forutsetning for å kunne gjøre dette er at arbeidet blir identifisert og prioritert så tidlig som mulig. Under forrige revisjon ønsket man å bruke den eksisterende organisasjonen så langt det var mulig. Dette innebar også at det ble benyttet den innarbeidede ansvarsfordelingen. I alle grupper som var involvert i planleggingen ble det oppnevnt kontaktpersoner. Under en revisjonsstans av den typen dette Bedrift B må gjennomføre, går det mye tid med til nedstenging og oppstart. Nedkjøringsperioden mellom første og siste nedstenging varte ved forrige stans i tre uker og var nøye planlagt. Oppstartsarbeidet varte i ca. 1 uke.

### **Gjennomføring**

Rapportering av timeforbruk og fremdrift ble under forrige revisjon ført direkte i Artemis-applikasjonen. Det ble utarbeidet forhåndsdefinerte skjema for rapportering fra arbeidspakkeansvarlig, mens kontraktørene skulle rapportere per diskett. Tilleggsarbeider som ble avdekket underveis ble ikke inkludert i arbeidsomfanget, og måtte derfor rapporteres for seg. Dette ble gjort for å unngå komplikasjoner knyttet til reviderte planer og oppfølging. Ut ifra den innrapporterte informasjonen ble det kontinuerlig utarbeidet arbeidsordre, tidsplaner og S-kurver. Møter i styringsgruppen ble holdt jevnlig med økende frekvens mot slutten av stansen. Møtereferater, andre administrative papirer, all korrespondanse, m.m., ble arkivert i et eget arkivsystem bestående av permer.

## **Evaluering**

Etter forrige revisjonsstans ble det utarbeidet en sluttrapport. Denne inneholdt beskrivelser av hva som var blitt gjort og hvordan det var blitt gjort. Dette gjaldt først og fremst innen planlegging og oppfølging. Rapporten går ikke så grundig inn på de enkelte arbeidspakkene, og innholdet i disse. Det ble gjort vurderinger om hva som var bra og hva som ikke var så bra, og man kom med noen anbefalinger for senere revisjoner. Videre ble resultatet av revisjonen analysert. Først og fremst ble det sett på selve utførelsen og dens effektivitet og evne til å holde seg innenfor de rammebetingelser som var blitt gitt.

### **3.3 Sammenligning av revisjoner og prosjekter**

Revisjoner slik de utføres i dag har store likhetstrekk med det som oppfattes som tradisjonelle prosjekter. Westhagen (1991) nevner fire punkter med egenskaper som karakteriserer prosjekter:

- Oppgaven er en engangsoppgave som skiller seg fra løpende eller rutinemessige oppgaver.
- Den har et definert mål og kan skilles ut som et eget styringsobjekt med egen organisasjon.
- Arbeidet skal gjennomføres innenfor bestemte tids- og kostnadsrammer
- Arbeidet er ofte tverrfaglig og krever koordinert innsats fra flere personer eller organisasjonsenheter.

Ved å gå ut ifra disse karakteristika ved et prosjekt, ser man at de fleste av punktene også gjelder for revisjoner. Det eksisterer likevel enkelte forskjeller, og hovedsakelig dreier dette seg om ytre betingelser samt hvordan forskjellige fasene blir gjennomført.

#### **3.3.1 Likheter**

Både et prosjekt og en revisjon kan sies å være en engangsoppgave som skiller seg ut fra løpende og rutinemessige oppgaver. Dette kan allikevel være en sannhet med modifikasjoner, da det eksisterer erfaringsdata fra tidligere utførte oppgaver, og utviklede metoder og modeller for planlegging, gjennomføring og oppfølging. Spesielt gjelder dette revisjoner, da disse ofte repeteres syklisk. Dette fører til at metoder og modeller som brukes i planlegging og gjennomføring av revisjoner i større grad kan standardiseres, samt at det er mulig å oppnå et langt bedre erfaringsgrunnlag for en sikker estimering av tids- og ressursbruken.

Et prosjekt blir i de fleste tilfeller skilt ut fra basisorganisasjonen som et eget styringsobjekt med egne budsjett, planer, målsetninger og krav til avkastning. Noe av de samme kravene til styring gjelder også for revisjonsstanser. Det opprettes ofte en egen styringsgruppe for revisjonene som må forholde seg til tidsrammer og ofte også budsjettammer.

De fleste prosjekter og prosjektgrupper er satt sammen av personer fra ulike fagdisipliner med ulik kompetanse og egenskaper. Dette er spesielt tilfellet der prosjektorganisasjonen har en matrisestruktur. Dette vil også gjelde for revisjoner. Styringsgruppen for revisjoner kan eksempelvis bestå av personell fra vedlikehold, produksjon, ledelse, økonomi og innleide entreprenører. Under selve gjennomføringen av revisjonen vil det bli trukket inn store mengder personer med ulik bakgrunn og kompetanse.

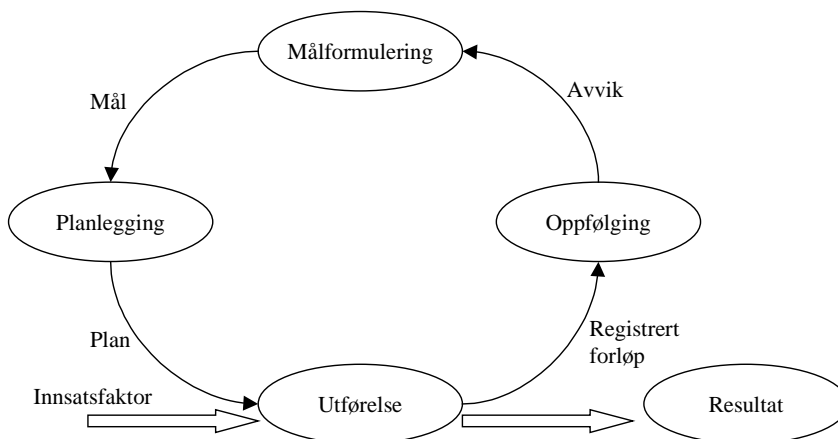
#### **3.3.2 Ulikheter**

Selv om gjennomføringen av revisjonsstanser slik de forløper seg i dag på de fleste punkter passer til definisjonen av et prosjekt, er det flere vesentlige forskjeller. For det første starter revisjoner, i motsetning til prosjekter, i liten grad med målformulering. I den grad fastsettelse av mål eksisterer



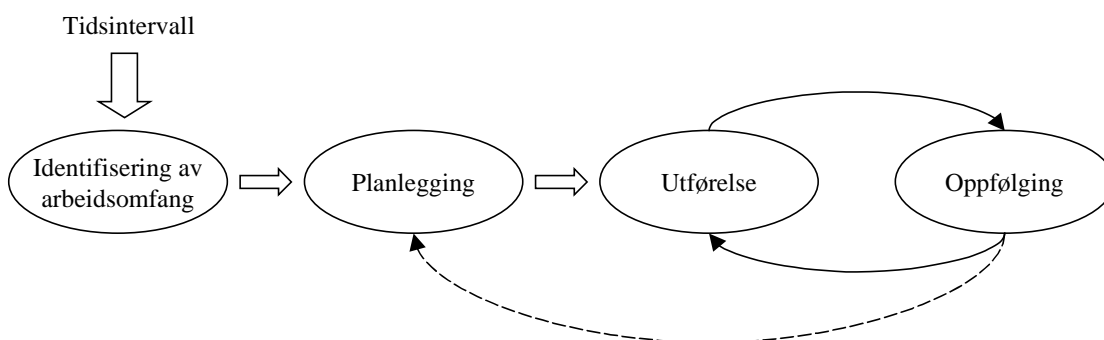
i en revisjonsprosess, vil det dreie seg om tidsrammer. De fleste styringsgrupper for revisjonsstanser tar relativt sett svært lett på målformuleringsprosessen og utvikling av enhetlig målformuleringer for planlegging og gjennomføring av stansen.

En annen viktig forskjell mellom prosjekter og slik revisjoner behandles i dag, er den overordnede styringssløyfen. For et prosjekt vil man under utførelse av de ulike fasene kontinuerlig registrere forløpet. Hvis det er avvik fra de mål og rammer som er satt på forhånd, vil dette føre til enten en omformulering av mål og planer, eller tiltak som fører til at resultatet allikevel blir i samsvar med disse.



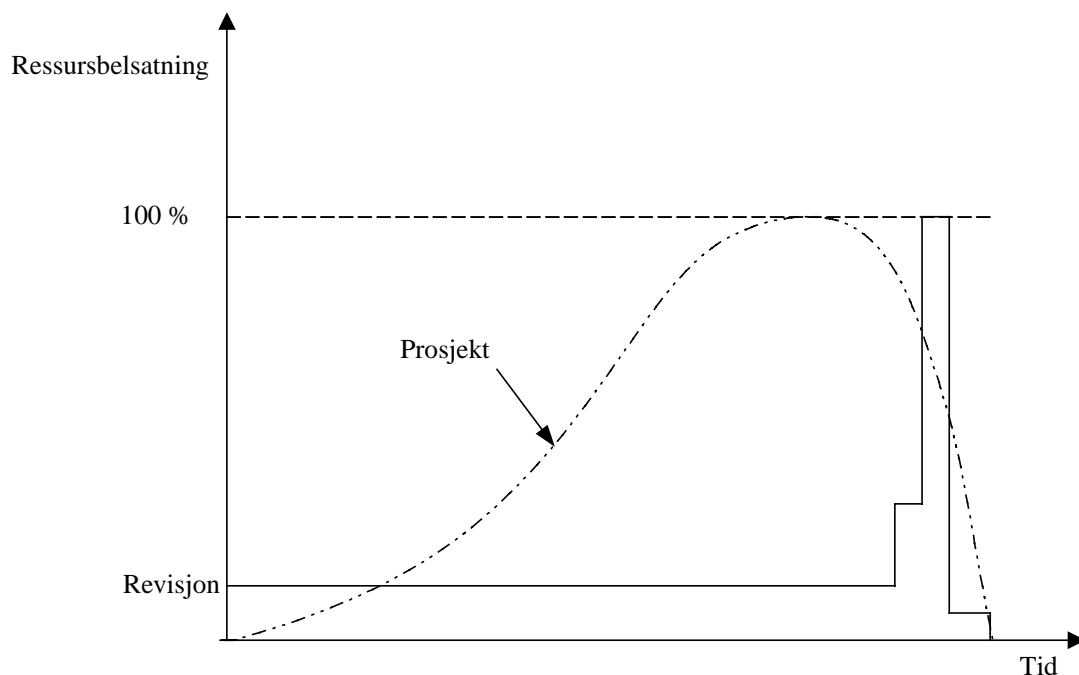
Figur 9 Styringsløyfe for prosjekt, Westhagen (1991)

For revisjoner har styringssløyfen en litt annen karakter. Målformuleringsfasen er vanligvis svært enkel eller fraværende. Initierting av revisjonen er bestemt av intervaller gitt ut fra erfaringer, tilstand eller andre gitte forhold. Avvik fra planer som avdekkes ved oppfølging av revisjonsprosessen, får følger for selve utførelsen, men det får ingen konsekvenser for mål eller planer. Resultatet av evalueringsprosessen i etterkant vil skape erfaringsgrunnlag for fastsettelse av planer ved en senere revisjon.



Figur 10 Styringsløyfe for en revisjon slik den ville sett ut i dag

Et særegent moment ved revisjoner er ressursbelastningen gjennom prosessforløpet. Vanligvis tar selve gjennomføringen av prosjekter relativt lang tid, og ressursbelastningen gjennom hele prosessen vil ha en jevn, men stigende karakter. Revisjoner derimot, vil ha en forholdsmessig lang planleggingsperiode og når stansen i produksjonen foretas vil alle ressurser settes inn på å gjennomføre revisjonen raskest mulig. Dette stiller store krav til kvaliteten på planleggingsprosesser for revisjon og evne til styring og kontroll av aktivitetene under selve revisjonsstansen. Maksimal ressursbelastning vil altså kun forekomme over en kort og meget intens gjennomføringsfase.



Figur 11 Ressursbelastning i prosjekter og revisjoner

Styringen under gjennomføringen vil grunnet sin intensitet, være meget kompleks og tilsvarende viktig. Siden produksjonen opphører helt eller delvis under revisjonen og dette påfører bedriften store tap, vil tidsaspektet under gjennomføringen være av vesentlig betydning.

### 3.3.3 Oppsummering av kapittel 3.3

Tabellen nedenfor gir en oppsummering av likheter og ulikheter mellom et prosjekt og en revisjon.

Tabell 3 Sammenligning av prosjekter og revisjoner

Prosjekter	Revisjoner
<b>Likheter</b>	
Engangsoppgaver	Engangsoppgaver
Eget styringsobjekt	Eget styringsobjekt
Egen styringsgruppe/organisasjon	Egen styringsgruppe/organisasjon
Avgrenset i tid	Avgrenset i tid
Tverrfaglig	Tverrfaglig
<b>Forskjeller</b>	
Klar overordnet målsetting Utstrakt bruke av delmål på større prosjekter	Mål hovedsakelig mht tid og/eller kostnader
Avvik fører til omformulering av mål og/eller planer og/eller utførelse	Avvik fører til meraktivitet under gjennomføring uten endring av mål og/eller planer
Kort tid til planlegging og lang periode for gjennomføring	Lang tid til forberedelse og planlegging men kort og hektisk periode for gjennomføring

Vi mener at revisjoner kan karakteriseres som prosjekter, dog med en avvikende profil med hensyn til ressursbelastning. Forskjellene mener vi i hovedsakelig ligger på måten de ulike prosessene håndteres på av norske bedrifter i de ulike fasene av prosjektet.

### 3.4 Styringsverktøy for vedlikeholdsfunksjonen

Metoder og styringsverktøy som er i bruk for styring og kontroll av vedlikeholdsaktiviteter kan deles i to grupper avhengig av funksjon:

1. Vedlikeholdssystemer
2. Systemer for aktivitetsplanlegging

EDB baserte vedlikeholdssystemer er det mest vanlige verktøy i moderne vedlikeholdsstyring. Et EDB basert vedlikeholdssystem har som hovedformål å administrere store mengder data, samt være et verktøy for vedlikeholds- og beslutningsstøtte.

Et EDB basert vedlikeholdssystem består av flere moduler med mulighet for intern overføring av data mellom modulene. Slike moduler kan være:

- Anleggsregister – AN
- Arbeidsordresystem – AO
- Forebyggende vedlikehold – FV
- Reservedelssystem – RES
- Teknisk økonomisk analyse – TØ

Anleggsregister-AN i et EDB basert vedlikeholdssystem kan sies å være et strukturert register over teknisk utstyr lagt opp etter et bestemt identifikasjonssystem. Arbeidsordremodulen-AO muliggjør bestilling, planlegging og tilbakerapportering av vedlikeholdsjobber i vedlikeholdssystemet. Modulen for forebyggende vedlikehold (FV) lagrer og administrerer rutinebasert vedlikehold. Modulen kommuniserer med AO-modulen ved at arbeidsordrer skrives ut i samsvar med bedriftens FV-program. Reservedelssystemet – RES benyttes til styring av reservedelslageret. Ulike analyser av vedlikehold og økonomi gjøres i modul for teknisk økonomisk analyse – TØ. Historikk over sviktproblemer og utført vedlikehold på utstyr, sammenholdt mot kostnader, danner grunnlaget for å kunne foreta tekniske forbedringer av anleggene og effektivisere vedlikeholdet.

I tillegg til det EDB baserte vedlikeholdssystemet finnes systemer og grensesnitt mot teknisk dokumentasjon, prosedyrer for vedlikehold av utstyr samt ulike rapporteringssystemer.

### 3.5 Oppsummering ”state of the art”

Revisjonsstopper påfører bedrifter i Norge store kostnader både direkte og indirekte. Spesielt gjelder dette kostnader forbundet med tapt produksjon. Dette har ført til en bevisst holdning til tidsforbruket under gjennomføringen av stansen. Dette problemet har hovedsakelig norske bedrifter løst med å øke ressursforbruket. Prosjektstyringsmetoder har en litt annen vinkling på problemet, da disse søker å nå prosjektmålene ved hjelp av effektiv utnyttelse av ressursene.

Det eksisterer få forskjeller mellom tradisjonelle prosjekter og revisjonsprosjekter. I den grad det eksisterer noen forskjell ligger disse på hvordan de ulike fasene håndteres og ikke på rent fysiske karakteristika. En av hypotesene lagt frem i denne rapporten er at revisjonsstanser er prosjekter, og bedrifter kan ha et stort forbedringspotensial ved å til større grad enn dagens situasjon bruke prosjektstyringsprinsipper i gjennomføringen av revisjonsstanser.

I det neste kapittelet i rapporten vil det trekkes frem hvilke forhold prosjektgruppen mener er de største problemene i forbindelse med revisjonsstanser i Norge. Forbedringspotensialet vil bli belyst både med hensyn på revisjonsstrategiutvikling, samt for planlegging og gjennomføring av revisjonsstanser.

## 4. Problemer og forbedringspotensial med dagens revisjoner

I dette kapittelet følger en beskrivelse av revisjonsrelaterte problemer som prosjektgruppen oppfatter er tilstede i norsk industri. Disse problemene er utledet fra "State of the Art" samt utfyllende opplysninger fra spørreundersøkelsen i prosjektoppgaven "Styring av vedlikeholdsprosjekter". Det vil bli sett på hvilke forbedringer som kan bli gjort ved utvikling av revisjonsstrategi, samt forbedringspotensialet som kan oppnås ved å anvende prosjektstyringsmetodikk i planlegging og gjennomføring av revisjonsstanser.

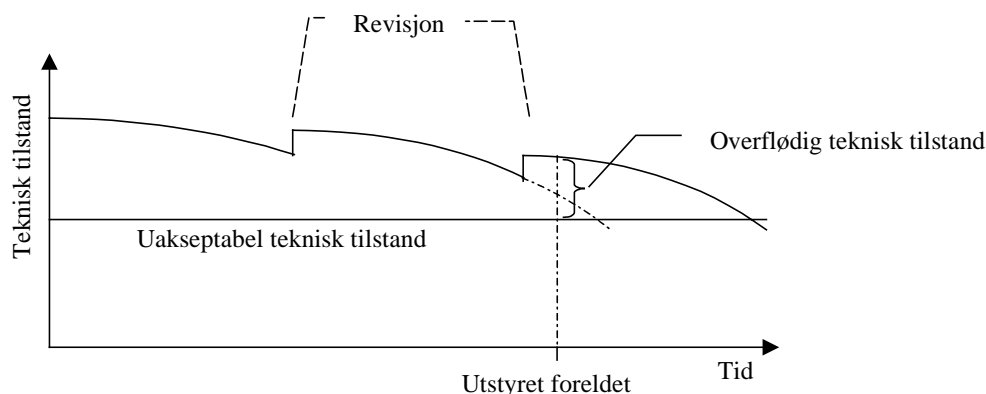
### 4.1 Revisjonsstrategi

I hvilken grad norske bedrifter fokuserer på utvikling av revisjonsstrategi er varierende. Noen bruker mye ressurser for å komme frem til en mest mulig optimal strategi, mens andre innehar en strategi der intervall og omfang er mer eller mindre tilfeldig. Det er prosjektgruppens oppfatning at revisjonsstrategiutvikling, på bakgrunn av erfaringer, generelt sett ikke er viet tilfredsstillende oppmerksomhet hos norske bedrifter. Spesielt gjelder dette omfanget av revisjonene samt intervallet mellom hver stans. Revisjonsstrategien kan i denne sammenhengen ikke sees på separat, men som en integrert del av bedriftens overordnede vedlikeholdsstrategi.

#### 4.1.1 Målsetning og omfang av revisjoner

For at en strategi skal bli suksessfull er det nødvendig med formulering av mål som man skal strekke seg etter og måle resultatet opp mot. Et slikt mål er ofte en mangelvare hos norske bedrifter. Det vil alltid ligge et overordnet mål som grunnlag for utførelsen av revisjoner, men hos de fleste bedrifter er revisjonsmålene ikke bevisste eller formulerte. En mangler da noe som gir incentiv til forbedring av prosessene, noe en kan strebe etter å nå, samt noe å måle resultatet etter.

Hos de fleste bedrifter som utfører revisjoner gjenspeiler ikke behov og krav seg i målsetningen og omfanget av revisjonen. Målene for stansen inneholder ikke hva som skal til for å oppfylle krav og behov, dermed blir ofte omfanget av revisjonen er langt større enn hva behovene og kravene tilsier at den må være.



Figur 12 Teknisk tilstand ved utfasing

Figur 12 viser et tilfelle der skiftende behov og krav i markedet endrer seg slik at utstyret blir foreldet selv om den tekniske tilstanden tilsier at utstyret har lengre levetid. Rett før denne utfasingen ble det foretatt en revisjon som bedret den tekniske tilstanden til utstyret til et

unødvendig høyt nivå. Bedriften kunne ved dette tilfellet ha spart store kostnader ved en bedre analyse av fremtidige krav- og behovsendringer.

#### **4.1.2 Vedlikeholdsplan**

På nyanlegg vil plan for forebyggende vedlikehold ofte baseres på anbefalinger fra leverandøren. I teknisk dokumentasjon fører leverandøren opp vedlikehold for systemer og komponenter utfra tiltenkt bruksområde i følge kundens spesifikasjon. Systemer er ofte satt sammen av komponenter fra flere underleverandører, og disse spesifiserer gjerne krav til komponentvedlikehold. Dette tar systemleverandøren hensyn til i utforming av det totale vedlikeholdsopplegg for hele anlegget.

Problemet er at underleverandørenes anbefalinger om vedlikehold er basert på enkeltkomponenters eller systemers funksjon, og de ulike designforutsetninger som her er lagt til grunn. Et komplett anlegg satt sammen av mange slike komponenter og systemer vil kanskje ha andre krav til funksjonalitet og driftssikkerhet. Disse kravene påvirker enkeltkomponenter og systemer avhengig av anleggsdesign og komponentenes tiltenkte funksjon i anlegget. Behovet for vedlikehold blir derfor ofte forskjellig fra det som leverandørens anbefalinger er basert på.

#### **4.1.3 Intervall fastsettelse**

Mye av inntjeningspotensialet i forbindelse med revisjoner, ligger i fastsettelse av riktig intervall mellom hver revisjon. Hvis dette intervallet ikke er optimalt, det vil si at hvis ikke kostnaden ved å gjennomføre revisjonen er riktig balansert mot det tapet mangel på revisjon vil medføre, vil bedriftene ha et stort fortjenestepotensial.

Hvorvidt bedrifter i Norge opererer med et optimalt intervall mellom revisjonene, kommer det ikke frem av spørreundersøkelsen. Ut fra samtaler med bedriftene viser det seg imidlertid at dette som oftest er et intervall som er basert på skjønn og erfaring. Derfor eksisterer det et betydelig inntjeningspotensiale ved fastsettelse av et optimalt revisjonsintervall.

På den andre siden er det en del av bedriftene som legger revisjonsstansene til tidsrom med lavkonjunktur eller ferier som inntreffer kun en eller to ganger i året. På denne måten blir intervallene kanskje ikke optimale, men bedriftene sparer en av de kostnadene som oppstår grunnet tapt produksjon og salg.

### **4.2 Revisjonsprosjektet**

Spørreundersøkelsen viste at de fleste bedrifter oppfatter revisjonsstanser som et prosjekt. Den viste derimot videre at revisjoner i liten grad blir planlagt, styrt og fulgt opp som et prosjekt. En av hypotesene i denne rapporten er at bedrifter har et forbedringspotensiale ved å benytte seg av prosjektstyringsprinsipper i planlegging og gjennomføring av revisjoner. Siden få bedrifter til dags dato gjør dette, vil forbedringspotensialet i norsk industri kunne være betydelig.

Spørreundersøkelsens spørsmål om hva som var de største problemene under forberedelsen og planleggingen av forrige revisjonsstans, kom det frem at mangel på ressurser, for kort planleggingsperiode, mangel på erfaringsdata og problemer med å håndtere usikkerhet, var tilbakevendende problemer .

#### **4.2.1 Forberedelse og planlegging**

Spørreundersøkelsen viste at mange bedrifter mener i etterkant at de hadde for liten tid og brukte for få ressurser på forberedelser og planlegging før forrige revisjonsstans. Dette fører til mangelfullt omfang og kvalitet på aktivitetene som kommer forut for stansen. Ved en større

fokusering på denne fasen av revisjonsprosjektet, vil bedriftene kunne spare tids- og ressursbruk i gjennomføringsfasen.

Et fenomen som viser seg å være gjennomgående for revisjonsstanser i norske bedrifter er oppføring av vedlikeholdsaktiviteter som kan gjøres under drift på stopplistene til stansene ("back-log"). Dette vil føre til at omfanget av det arbeidet som skal gjøres under stansen blir utvidet i forhold til det som er høyst nødvendig. Hvis bedriftene skal kunne holde produksjonstapet lavest mulig, må slike arbeidsoppgaver utelukkes fra stopplisten.

I noen tilfeller vil det allikevel være tilrådelig å utføre back-log under stansen. Visse vedlikeholdsaktiviteter kan i en del tilfeller utføres betydelig enklere når produksjonsapparatet er nede, eller når diverse utstyr allerede er rigget opp (eksempelvis en kran eller et stillas). Det bør derfor være et økonomisk og praktisk spørsmål om slik back-log skal utføres under stansen.

Prosjektstyringsmetoder som nettverksplanlegging og prosjektstrukturering (WBS) er ifølge spørreundersøkelsen lite brukt i norske bedrifter i sammenheng med revisjonsstanser. Ved estimering av tids- og ressursforbruket under revisjonsstansen bruker få bedrifter analytiske metoder for å komme frem til et best mulig estimat på varighet, ressursforbruk og usikkerhet. Hovedsakelig foregår slik estimering ut ifra erfaring og skjønn. Dette kan medføre at stansen planlegges til å vare lenger, og derfor blir det (jfr. "Studentsyndromet"\*), enn hva som hadde vært nødvendig. Metoder innenfor prosjektstyring vil i dette henseende være med på å forbedre denne estimeringsprosessen betraktelig.

En forholdsvis stor del av bedriftene som deltok i spørreundersøkelsen svarte at forrige revisjonsstans verken hadde sitt eget budsjett eller egen kvalitetsplan. Mangel på budsjett kan føre til at stansen ikke blir et eget kostnadmessig styringsobjekt, og dermed uteblir kostnadmessige mål og rammer. Ved større stanser vil en egen kvalitetsplan også være en nødvendighet for å sikre at arbeidet utføres tilfredsstillende. Ved mangelfull kvalitet på arbeidet som blir utført under stansen kan både budsjetttrammer under selve stansen, og produksjonen i ettertid, bli skadelidende. Ved mindre stanser vil slike kvalitetsplaner muligens være unødvendig byråkrati, men bedriftens overordnede kvalitetsplan bør fortsatt være i bakhodet.

Organisering og ansvarsfordeling har vist seg å være et stort problem hos en del norske bedrifter i forbindelse med revisjonsstanser. Ofte er ikke organisasjonen godt nok gjennomtenkt og de ulike rollene er ikke blitt formalisert. Dette kan føre til uklare ansvarsområder, og grobunn for misforståelser og konflikter. Spesielt på mellomledernivå bør det foretas forbedringer på dette området.

#### 4.2.2 Gjennomføring

Rapportering og oppfølging under gjennomføringen skjer hovedsakelig i form av daglige møter, og følgelig muntlig. Det blir i liten grad praktisert byråkratiske prinsipper som standard rapportering og andre former for rapportering. Det å unngå byråkrati kan fremme effektivitet, men i henhold til kvalitetssikrings prinsipper, muligheten til opparbeiding av en erfaringsdatabase og oppfølging av gjennomføringen, vil det kunne medføre at resultatet av revisjonen blir skadelidende.

I spørreundersøkelsen svarte mange bedrifter at de opplevde ressursmangel som et av de største problemene under forrige stans. Spesielt gjelder det kvalifisert arbeidskraft. Dette fører ofte til at

---

\* Tendensen til å drøye arbeidet fordi man har god tid, for så å jobbe for fullt mot slutten av aktivitetstiden

---

\* OEE – "Overall Equipment Effectiveness"

stansen blir betydelig lengre enn hva som er nødvendig. Ved en optimal utnyttelse av de ressursene som man har tilgjengelig, vil allikevel en del av problemene kunne bli mindre.

Relativt få av bedriftene i spørreundersøkelsen klarte å holde budsjetttrammene ved forrige stans. Dette til tross for at antall aktiviteter i stansen ofte ikke var flere enn planlagt. Dette kan tyde på dårlig produktivitet på arbeidet som blir utført. Forbedringspotensialet på dette område ligger i å fokusere på produktive aktiviteter både i planlegging og gjennomføring, og foreta en mer fornuftig styring under selve utførelsen av stansen.

#### **4.2.3 Evaluering**

Revisjonsstanser har som prosjekt, grunnet sin sykliske karakteristikk, en unik mulighet til å benytte seg av erfaringer og data fra tidligere utførte stanser. Ut ifra spørreundersøkelsen og prosjektgruppens erfaringer utnyttes denne muligheten i liten grad hos norske bedrifter. Grundig registrering av overordnede og detaljerte data, samt en analyse av stansens forløp, vil kunne medføre at planlegging og gjennomføring av neste stans blir betraktelig forbedret. Dette avhenger av at data og informasjon blir lagret forskriftsmessig og at bedriften benytter seg av dette på en tilfredsstillende måte.

#### **4.3 Oppsummering av problemer og forbedringspotensial med dagens revisjoner**

I utarbeidelsen av en revisjonsstrategi er det viktig å være bevisst de krav og behov som ligger bak initieringen av revisjonene. Det eksisterer et betydelig forbedringspotensial i å tilpasse både omfang og hyppighet av revisjonene til de eksterne og interne kravene som gjør seg gjeldende. Suksessen av revisjonen blir kun målt etter hvor godt resultatet tilfredsstiller krav og behov.

De fleste bedriftene ser på en revisjonsstans som et større prosjekt, men behandler det på mange måter ikke som et. Ansvarsfordelingen er ofte uklar, og ser ut til å være et av problemene på den organisatoriske siden. Under planlegging og gjennomføring brukes prosjektstyrings-modeller og –metoder i liten grad. Evaluerings- og oppfølging foregår stort sett i etterkant av revisjonen, og har i meget liten grad tilbakevendende kraft. Erfaringsdata fra revisjonene blir stort sett lagret i hodene på medvirkende personell, og blir sjeldent dokumentert og arkivert for bruk i etterfølgende revisjoner. Forbedringspotensialet ved innføring av moderne prosjektstyrings prinsipper i revisjonsprosesser kan, med bakgrunn i denne undersøkelsen, være betydelig.

Potensialet til forbedring av revisjoner ligger på ulike nivå i en bedriftsorganisasjon. Det viktigste er kanskje viljen og evnen i en organisasjon til å utnytte bearbeidet (ny) kunnskap ved å se på etablerte rutiner for drift og vedlikehold i lys av endrede forutsetninger. Dette gjelder både internt i bedriften og eksternt fra omgivelsene. Revisjoner er tradisjonelt knyttet opp mot holdninger, teknisk kunnskap og erfaring om utstyr hos enkelte ”nøkkelpersoner”. Den første utfordringen er derfor å bryte med ”gammel” tankegang (vaner) og prøve å se muligheter i anvendelse av alternativ kunnskap og arbeidsprosesser.

I det neste kapittelet vil det bli skissert en generell modell for utarbeidelse av en fornuftig revisjonsstrategi, samt planlegging og gjennomføring av revisjonsprosjektet. Modellen er et forslag til hvordan norske bedrifter kan forbedre disse prosessene med bakgrunn i de problemene prosjektgruppen har registrert eksisterer i forbindelse med revisjonsstanser. Forbedringspotensialet ved å benytte seg av modellen og fremgangsmåten i kapittel 5 vil avhenge av den enkelte bedrift og bransjen den opererer i. Bedriften må spørre seg selv hvor mye den sparer på i redusere antall revisjoner over en fem-års periode med eksempelvis 2 stanser. På samme måte kan bedriften spørre seg hvor mye den sparer på at stansene blir en time eller en dag

kortere. Ut ifra prosjektgruppens erfaringer kan mye tyde på at forbedringspotensialet ligger et sted mellom 10 % og 20 % av de totale vedlikeholdskostnadene.



## 5. Løsningskonsept

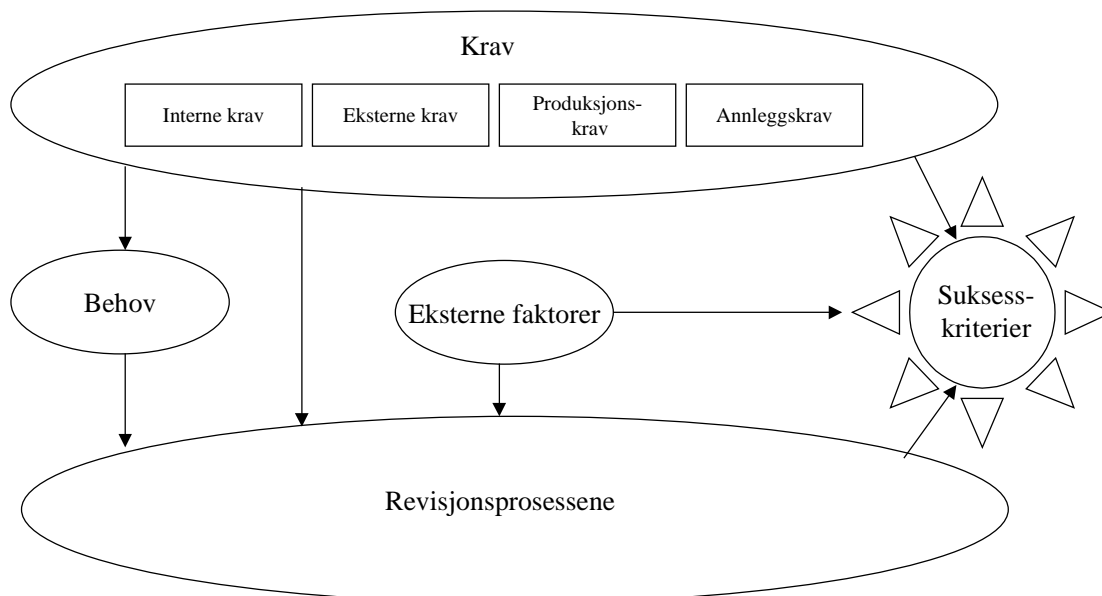
Løsningskonseptet tar utgangspunkt i dagens situasjon i norsk næringsliv i forbindelse med revisjonsstanser. Ut fra det forbedringspotensialet prosjektgruppen mener eksisterer og aktuelle teoretiske bidrag, vil en generell modell for utarbeidelse av overordnet revisjonsstrategi samt gjennomføring av revisjonsprosjektet bli fremlagt. Modellen vil altså belyse problemstillingen i forbindelse med revisjonsstanser på to nivåer, på bakgrunn av de på forhånd fremlagte hypotesene:

1. Det er store besparelser å hente i å optimalisere intervall og varighet for revisjonsstanser gjennom anleggenes levetid ved å anvende de riktige indikatorene for planlegging og gjennomføring av revisjoner.
2. En revisjon kan gjennomføres mer effektivt hvis den planlegges og gjennomføres som et prosjekt og ved å anvende metoder og verktøy innen prosjektstyring.

Disse hypotesene har en klar sammenheng, og i første omgang vil rapporten sette vedlikeholdsrevisjoner og de nevnte hypotesene i et overordnet perspektiv.

### 5.1 Overordnet modell

Vedlikeholdsrevisjoner er en del av bedriftens vedlikeholdsstrategi som igjen er et ledd i bedriftens overordnede forretningsstrategi. Dette helhetsbildet er det viktig å danne seg ved utarbeidelse av revisjonsstrategi og senere gjennomføring av revisjonsprosjektet. Hvorvidt en revisjon eller revisjonsstrategi er en suksess avgjøres av krav og eksterne faktorer som danner rammene eller suksesskriteriene, og på hvilken måte resultatet av selve revisjonsprosessene oppfyller disse kriteriene. Figur 13 illustrerer denne sammenhengen mellom krav, behov, eksterne faktorer, revisjonsprosessene og suksesskriteriene.

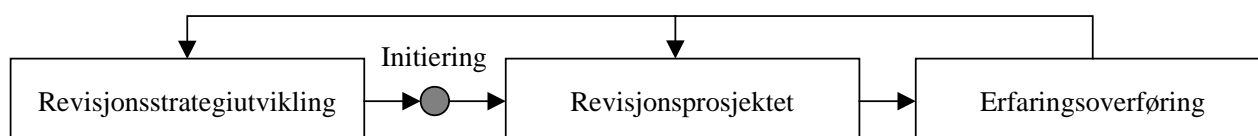


Figur 13 Faktorer som påvirker revisjoner og deres suksess

Siden revisjoner ikke direkte har en inntektsside, vil behovet for en revisjon i de fleste tilfeller være et resultat av ulike krav som eksisterer til bedriftens produksjon og forretningsområde. Disse kravene er gjennomgått i kapittel 2. Behovet for revisjon vil sette i gang prosessene med å utarbeide revisjonsstrategi og senere gjennomføre revisjonsprosjektet. Disse prosessene vil hele

tiden være under påvirkning av interne og eksterne krav, samt eksterne faktorer som bedriften ikke kan kontrollere. De eksterne påvirkningsfaktorene kan være forhold som vær og klima, ferier, konjunktursvingninger, osv. (se kapittel 3). Hvor suksessfull revisjonen er, blir målt ut ifra visse suksesskriterier. Disse suksesskriteriene vil igjen være gitt av de kravene som ble stilt i utgangspunktet, i tillegg til de forutsetninger som ligger til grunn for det enkelte revisjonsprosjektet. Suksesskriteriene forandrer seg altså fra revisjon til revisjon. Suksesskriteriene vil også være avhengig av de eksterne faktorene, da disse kan påvirke rammebetingelsene for revisjonene.

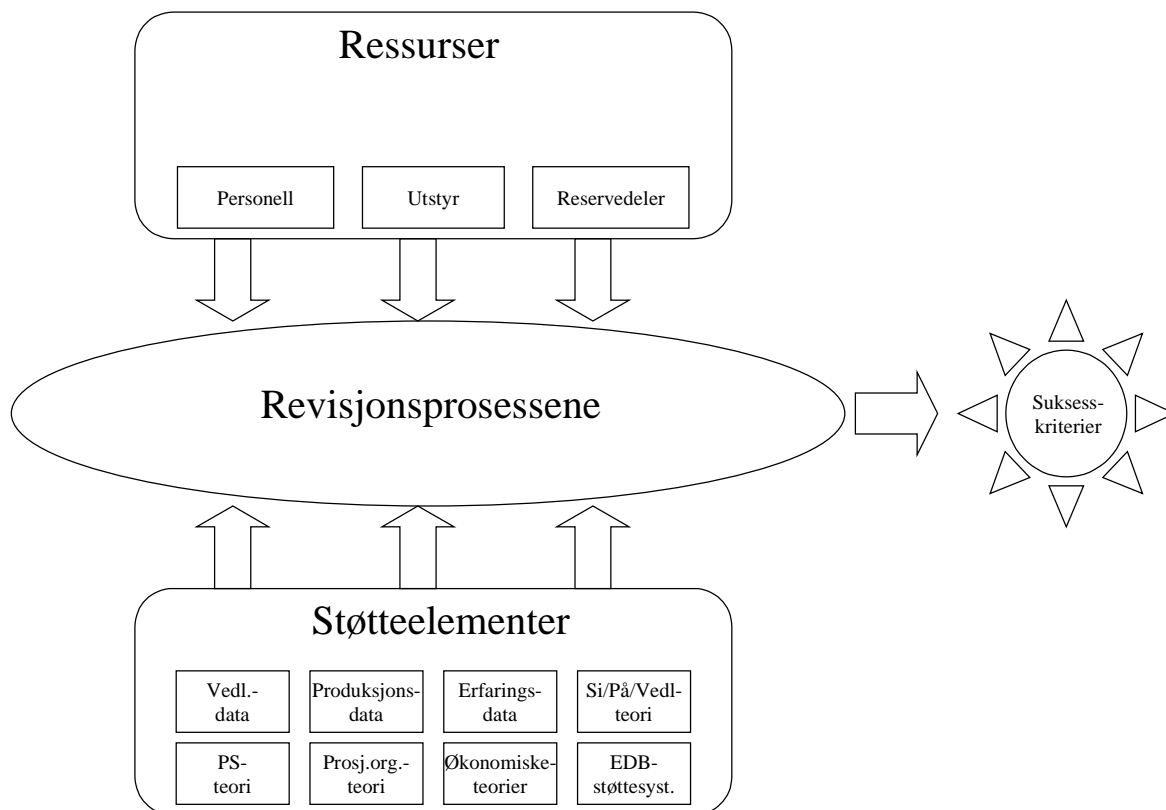
Utarbeidelsen og iverksettelsen av en bedrifts revisjonsstrategi bør gjennomgå ulike stadier. Figuren under illustrerer de ulike prosessene som bedriften bør gå igjennom ved utvikling av ny revisjonsfilosofi.



Figur 14 Revisjonsprosessene

Ut ifra hvilket omfang og hyppighet revisjonene bør ha for å tilfredsstille de behovene som eksisterer til revisjoner, samt eksterne påvirkningsfaktorer, vil revisjonsstrategien bli utarbeidet. Revisjonsstrategien danner videre fastsettelsen av initieringspunktet for gjennomføring av revisjonsprosjektet. Erfaringene fra det gjennomførte revisjonsprosjektet danner så grunnlaget for videre utvikling av revisjonsstrategien og gjennomføring av etterfølgende revisjonsprosjekter. Det i dette henseende viktig å ha et tilfredsstillende system for lagring og bruk av erfaringsdata.

For å kunne gjennomføre prosessen med utarbeidelse av revisjonsstrategi og gjennomføring av revisjonsprosjektet, vil bedriften være avhengig av ressurser og diverse støtteelementer. Bedriften kan ved hjelp av disse påvirke resultatet av revisjonsprosessene. Revisjonsstrategiens og det enkelte revisjonsprosjektets suksess avhenger av riktig mengde og kombinasjon av ressurser og støtteelementer. Figur 15 viser hvilke elementer som bedriften kan benytte seg av.



*Figur 15 Bedriftens påvirkningselementer*

Ressursene består hovedsakelig av personell, utstyr og reservedeler. Støtteelementene vil være informasjon om tilstand med hensyn på produksjon og vedlikehold, erfaringsdata fra tidligere revisjonsprosjekter, teorier og modeller innenfor ulike fagområder, samt eksisterende EDB-baserte støtteverktøy. Disse ressursene og støtteelementene vil yte sitt bidrag i ulike faser av prosessen. For at revisjonen skal oppnå suksesskriteriene, vil mengden og kombinasjonen av ressurser og støtteelementer være avgjørende. Løsningskonseptet i denne rapporten ser i hovedsak på riktig bruk av teorier og modeller innenfor de aktuelle fagområdene.

Vi mener det er hensiktsmessig å dele løsningskonseptet inn i to nivåer. Det første nivået bør ta for seg bedriftenes overordnede revisjonsstrategi. Med utgangspunkt i de krav og behov som stilles til utførelsen av revisjoner samt lønnsomhetsberegninger, vil det være ønskelig å optimalisere intervallet mellom revisjonene samt omfanget av disse. Rapporten presenterer en generell modell som kan bli brukt til utarbeidelse av en best mulig revisjonsstrategi.

Det andre nivået i bør ta for seg forløpet av selve revisjonsprosjektet. Målet med løsningsmodellen på dette nivået vil være en generell modell som effektiviserer og kostnadsminimerer selve revisjonsprosjektet. For å nå dette målet tas det i bruk teorier og prinsipper innenfor prosjektstyringsteori i kombinasjon med driftssikkerhet- og vedlikeholdsteorier.

## 5.2 Modell for utarbeidelse av revisjonsstrategi

Det første trinnet i prosessen med å utarbeide en revisjonsstrategi vil være å formulere de mål bedriften har med sitt vedlikeholdsopplegg. Resultatet av den videre utarbeidelsen av vedlikeholds- og revisjonsstrategi bør bli et middel for å nå disse målene. Bedriftens totale vedlikeholdsopplegg fastsettes videre blant annet på bakgrunn av det enkeltes utstyrets kritikalitet, samt de vedlikeholdsvinduene som kritisk utstyr danner. Til slutt bør det bli fastsatt intervall mellom stansene, eventuelt initieringspunkt, med hensyn på vedlikeholdsbehov, modifikasjoner og ny-installasjoner.

### 5.2.1 Vedlikeholdsmål

I utviklingsprosessen av bedriftens vedlikeholdsmål er det i utgangspunktet viktig å få klarlagt hvilke krav som skal stilles til en revisjon. Når det gjelder prosedyrene for å kartlegge disse kravene er det mye å hente dersom en klarer å standardisere disse. Spørsmålet blir hvordan en skal få ut den informasjon som gir oss et riktig bilde av de krav og behov som eksisterer til revisjonene. Det eksisterer flere mulige teknikker som vil gjøre denne prosessen enklere. Mulige metoder som kan benyttes ved målpresisering er (Johansen et al., 1996):

- Verbal sjekkliste metode, det vil si besvare en rekke nøkkelspørsmål på best mulig måte.
- Systemorientert, operasjonsanalytisk metode, det vil si få kartlagt alle mulige kvantitative forhold som kan inngå i de ulike operasjonsanalytiske beregningsmodeller.
- Kvantitative hensiktsorientert metode, det vil si en forenklet variant av "ledelse ved arbeidsmål".

I noen sammenhenger vil det være hensiktsmessig å bruke kombinasjoner av flere ulike metoder ved avdekking av målet. Målene er ikke definitive, men har muligheten til å endre seg etter hvert som krav og behov endrer seg. Målene kan deles inn i to hovedtyper:

- *Effektmål* – Denne typen mål dreier seg om hva bedriften ønsker å oppnå med revisjonen. Eksempler kan være: Øke tilgjengeligheten på maskineri med X %, redusere kvalitetskostnader med X %, redusere behovet for korrektivt vedlikehold med X %, osv..
- *Resultatmål* – De tar for seg hva målet er for selve revisjonsprosjektet. Eksempler kan være: Gjennomføre revisjonen på under X dager, holde seg innenfor en kostnadsramme på X kr., osv..

Effektmålene vil i hovedsak gjelde for bedriftens revisjonsstrategi og være styrende for utviklingen av denne. Resultatmålene vil på sin side i hovedsak være styrende for det enkelte revisjonsprosjektet. Forutsetningene for utarbeidelsen av gode resultatmål vil være de samme som gjelder for effektmålene, men resultatmålene vil bli mer særskilt behandlet i kapittel 5.3.

Proessen som målene blir til igjennom kan være vel så viktig som målene i seg selv. Det gjelder å unngå at målformuleringsarbeidet bare blir en formell prosedyre som få eller ingen har noe personlig forhold til. Målene må virkelig "eies" av de personene som berøres. Det kan man bare få til ved å sørge for god kommunikasjon gjennom hele prosessen. Målet skal følgelig være (Westhagen, 1991):

- Etterprøvbart
- Gi veiledning under gjennomføringen
- Gi beskjed om hvordan resultater vil bli målt

- Beskrive resultater
- Gi noe å strekke seg etter
- Være aksepterte i organisasjonen
- Være mål for forhold man kan påvirke selv

Målene som blir formulert setter nå betingelsene for det videre arbeidet med utarbeidelse av vedlikeholdsplan og –strategi.

### 5.2.2 Vedlikeholdsplan

Revisjonsstrategien må sees i sammenheng med den overordnede vedlikeholdsstrategien. Vedlikeholdsarbeidet må først bli identifisert og analysert for å finne ut hvilket arbeid som kan gjøres under den daglige driften og hva som krever en planlagt stans for å kunne utføres. Det vil så kunne være mulig å avgjøre et mest mulig optimalt intervall mellom hver stans, hvilket omfang stansene skal ha og hvilket arbeid som bør inngå. For å utvikle en mest mulig optimal vedlikeholds- og revisjonsstrategi tar vi utgangspunkt i Anthony Kellys modell; ”Maintenance Strategy – A Systematic Approach” (1989). Denne modellen deler utviklingen av vedlikeholdsstrategien inn i fire steg:

*Steg 1* – Kartlegging av anleggets operasjonelle karakteristikk

*Steg 2* – Etablering av vedlikeholdsplan for hver enkelt enhet

*Steg 3* – Etablering av vedlikeholdsplan for hele anlegget

*Steg 4* – Etablering av reservedels- og fornyelsespolicy

Videre i dette kapittelet vil det bli beskrevet de ulike aktivitetene innenfor hvert steg i denne utviklingsprosessen.

#### **Kartlegging av anleggets operasjonelle karakteristikk**

Ut ifra den valgte strategiutviklingsmodellen vil første oppgave være å få oversikt over produksjonsprosessen, gjerne ved hjelp av et flyt-diagram. Videre vil det være viktig å forstå bedriftens produksjon policy. Dette dreier seg om å identifisere bedriftens produksjonsmønster (antall skift, sesong variasjoner i etterspørsel, og lignende) og forventet out-put (ytelse, tilgjengelighet). Med bakgrunn i prosessens flyt-diagram vil det nå være viktig å rangere de ulike vedlikeholdsenhetene etter kritikalitet. Dette kan gjøres på følgende måte:

*Nivå 1* – Feil ved enheten fører til umiddelbart tapt produksjon, og/eller en alvorlig sikkerhetsfare, og/eller reduksjon av kvalitet.

*Nivå 2* – Feil ved enheten fører til tapt produksjon og/eller en alvorlig sikkerhetsfare etter en viss stund.

*Nivå 3* – Feil ved enheten fører ikke til tapt produksjon eller sikkerhetsfare.

Denne informasjonen er essensiell når man skal avgjøre hvilken grad av forebyggende vedlikehold som bør utføres på vedlikeholdsenheten. Det vil også være avgjørende å ha kartlagt kritikaliteten til enhetene i anlegget ved utarbeidelsen av arbeidslistene til en revisjon.

For å utvikle et best mulig vedlikeholdsprogram vil det være viktig å identifisere vedlikeholdsrelaterte karakteristika ved produksjonsapparatet. En slik karakteristika er enhetenes vedlikeholdsvindu. Vedlikeholdsvindu vil si det tidsrommet der syklusen i den operative virksomheten tillater vedlikeholdsarbeid som krever stopp. Disse vinduene kan være i form av:

- Vindu for hele bedriften grunnet sensongmessige, månedlige, ukentlige eller daglige variasjoner i etterspørselen etter produktet.
- Vindu for enkelte enheter grunnet produksjonsplanene, der eksempelvis produksjonsplanen en dag ikke inkluderer drift av en spesiell produksjonsenhet.
- Vindu som oppstår grunnet omstilling av maskiner.
- Vindu som oppstår for deler av produksjonsanlegget grunnet redundans eller mellomlagre.
- Vindu som oppstår for hele bedriften grunnet sikkerhetsarbeid

I tillegg til vedlikeholdsvidu bør det kartlegges avhengighets- og uavhengighetsforhold for de ulike vedlikeholdsenhetene i anlegget. Dette kan være uavhengige enheter der en revisjonsstans kan utføres uten at det påvirker resten av anlegget, eller enheter der en stans i denne enheten vil medføre at hele eller deler av anlegget må stanse.

### **Etablering av vedlikeholdsplan for hver enkelt enhet**

Dette steget i utviklingen av vedlikeholds- og revisjonsstrategien vil på grunnlag av informasjonen fra forrige steg, avgjøre i hvilken grad forebyggende vedlikehold bør benyttes på enhetene. For kritiske enheter, enheter som ble kategorisert som nivå 1 på forrige side, vil det være helt essensielt å utvikle et godt forebyggende vedlikeholdsprogram som forhindrer feil.

Det første som må bli gjort er en analyse av hvilke av komponentene som enheten består av som krever vedlikehold. Videre må det bli beskrevet den beste prosedyren for å utføre dette vedlikeholdet. Vedlikeholdsarbeid som kan gjøres under drift vil bli en del av vedlikeholdsavdelingens daglige arbeidsoppgaver, og kan bli ført direkte opp i bedriftens vedlikeholdsplan. Vedlikeholdsarbeid som ikke kan gjøres under drift bør bli gruppert i ”jobber” ut ifra hva arbeidet består av og hvor ofte det må gjøres. Instruksjoner, intervall kan nå bli bestemt for de ulike jobbene.

De fleste enheter vil ha en vedlikeholdsplan foreliggende som er spesifisert av leverandøren. Det er allikevel viktig å revurdere leverandørers anbefalinger, og utarbeide vedlikeholdsplan som er tilpasset utstyrets funksjon og anleggets karakteristikk. Eksempelvis kan det av økonomiske årsaker være hensiktsmessig å la komponenter gå til de svikter før vedlikehold settes inn. Inspeksjon eller kontinuerlig tilstandsovervåking fremfor regelmessige komponentbytter kan i slike tilfeller være å foretrekke. Forebyggende vedlikehold bygges med andre ord opp omkring totalanleggets krav til funksjonalitet. Av dette kan forebyggende vedlikehold sies å være basert på input fra:

- Krav til komponentvedlikehold fra underleverandører.
- Anbefalt vedlikehold fra hovedleverandør basert på anleggsspesifikasjoner og bruksområder.
- Vedlikehold tilpasset anleggskunnskap vedrørende drift og vedlikehold for anlegg som har vært operative i flere år
- Effektiv vedlikeholdsstyring ved bruk av vedlikeholdsanalyser (RCM, RBI, LCC/LCP, etc.). Her forutsettes bruk av erfaring og historiske data fra drift, eller subsidiært generiske data.

### **Etablering av vedlikeholdsplan for hele anlegget**

Bedriften bør nå avgjøre hva som er den beste måten å utføre det identifiserte vedlikeholdsbehovet ut ifra anleggets vedlikeholdsrelaterte karakteristika (vedlikeholdsvindu, avhengigheter, uavhengigheter, etc.). Det grunnleggende problemet er å legge planer for veldig mange individuelle operasjoner og samtidig være klar over hvilke tap som kan bli påført bedriften ved stopp i produksjonen.

Det er en fordel hvis det blir utarbeidet en liste over alt identifisert vedlikeholdsarbeid for hver enhet, satt opp, så langt det lar seg gjøre, etter prosessflyten. Det kan nå utarbeides en plan for utførelsen av vedlikehold både under drift og i vedlikeholdsvinduene. Det vedlikeholdsarbeidet som verken kan gjøres under drift eller i vedlikeholdsvinduene, må gjøres under en revisjonsstans. Bestemmelse av intervallengden mellom hver stans vil bli diskutert litt senere i kapitlet, men det kan nevnes at det ofte lønner seg å utføre en revisjonsstans som en forlengelse av et større vedlikeholdsvindu.

### **Etablering av reservedels- og fornyelsespolicy**

Vi vil ikke komme detaljert inn på forhold rundt reservedels- og fornyelsespolicy i denne rapporten. Det bør allikevel nevnes at en fornyelse eller modifikasjon, i tillegg til ny-installasjon, vil være med på å initiere en revisjonsstans. Det kan derfor i mange tilfeller være lurt å kombinere slike operasjoner med planlagte produksjonsstanser for utførelse av vedlikehold.

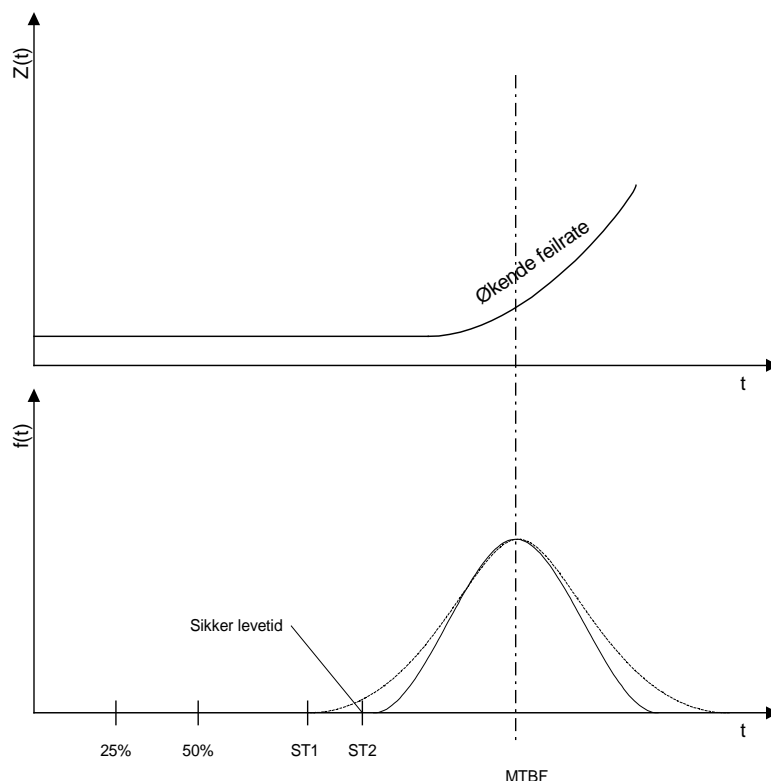
### **5.2.3 Fastsettelse av revisjonsintervall**

På bakgrunn av spørreundersøkelsen og prosjektgruppens erfaringer har intervallet mellom revisjonsstanser i norske bedrifter ofte en tilfeldig lengde. De er ofte basert på tradisjon og oppfatning, og utføres i forbindelse med vedlikeholdsvinduer. Det er også prosjektgruppens anbefaling at revisjonsstansene legges til slike vinduer eller som en forlengelse av dem, da dette sparer bedriften for produksjonsstap og de kostnadene det medfører. Det bør allikevel foretas en analyse på hvilket vindu som stansen bør legges til, og eventuelt om det lønner seg å legge stansen til et vedlikeholdsvindu.

Vi vil presentere to metoder for fastsettelse av vedlikeholdsintervall. Den ene vil basere seg på krav om sikker levetid, som i hovedsak vil gjelde for kritiske enheter av nivå 1 (se kapittel 5.2.2). For disse enhetene er det en nødvendighet å forhindre at feil oppstår, og det bør derfor utarbeides et tilfredsstillende forebyggende vedlikeholdsprogram. Den andre metoden for utarbeidelse av vedlikeholdsintervall baserer seg på kostnadsminimering. Ved å benytte seg av ulike scenario vil man med denne metoden kunne identifisere intervallengden med de laveste kostnadene. Metodene er hentet fra "Euromaintenance Guide-lines" (1998).

### **Valg av intervall basert på sikker levetid**

For en del utstyr hvor slitasjeeffekter fører til redusert teknisk tilstand over tid, vil denne metoden for valg av revisjonsintervall være å anbefale. Dette gjelder særskilt for enheter som er kritiske for anlegget enten det gjelder produksjon, sikkerhet eller kvalitet. Hvis utstyret etter en hvis tid opplever en markert økning i feilintensitet,  $Z(t)$ , bør vedlikeholdsintervallet legges til tidsrommet hvor det er økende sjanse for at feil skal oppstå. Tidspunktet hvor denne økingen begynner kalles gjerne "Sikker levetid". Dette er illustrert i Figur 16.



Figur 16 Illustrasjon av "Sikker levetid"

Ser man for seg at sannsynlighet for feil følger en symmetrisk fordeling er MTBF (Midlere tid mellom feil) den tiden hvor det er 50% sannsynlighet for at utstyrsenheten har feilet. Dette fører til at en bør velge et vedlikeholdsintervall som er kortere enn MTBF. I tillegg til MTBF er det viktig å ha data og informasjon om spredningen omkring denne middelveidien. Ved stor spredning vil "Sikker levetid" bli kortere enn i tilfeller hvor spredningen er liten (ST1 og ST2 i Figur 16).

Avhengig av utstyrets kritikalitet ønsker en å velge et vedlikeholdsintervall så nær "Sikker levetid" som mulig. Det vil alltid være en risiko for at feil kan oppstå før "Sikker levetid" i og med at feildata ofte er statistisk bestemt med spredning i dataene. Registrering og erfaringsoverføring av feildata og feilkarakteristikker for kritisk utstyr på anlegg, vil være til stor hjelp ved estimering av vedlikeholdsintervall ved etterfølgende stanser. I teorien vil en ved hjelp av en erfaringsdatabase, kunne opparbeide seg en mer og mer realistisk statistisk modell over feilintensiteten.

Kravet om sikker levetid for enheter med kritikalitet av nivå 1, vil også kunne bli tilfredsstilt ved å innføre redundans for denne funksjonen. Dette kan naturlig nok føre til høye kostnader, men ved ekstremt kritiske enheter (hvis det fører til livsfare, store økonomiske problemer eller lignende, ved feil) vil dette være en nødvendighet.

### Valg av intervall basert på kostnads optimalisering

For utstyrsenheter hvor konsekvensene kan uttrykkes i kostnader er det mulig å beregne et intervall som holder totale kostnader til vedlikehold over en revisjonsperiode nede på et minimum. En formel som kan benyttes i dette henseende er:



$$C = \frac{N \times C_s + E(t) \times C_f}{T_{FV}}$$

- C: Summen av kostnader for forebyggende- og korrigerende vedlikehold  
N: Antall utstyrsenheter i de tilfeller hvor det er mer enn en identisk utstyrsenhet  
C<sub>s</sub>: Kostnader forbundet med forebyggende vedlikehold  
E(t): Forventet antall feil i en produksjonsperiode  
C<sub>f</sub>: Reparasjons- og nedetidskostnader ved korrigerende vedlikehold  
T<sub>FV</sub>: Intervall for forebyggende vedlikehold (revisjon)

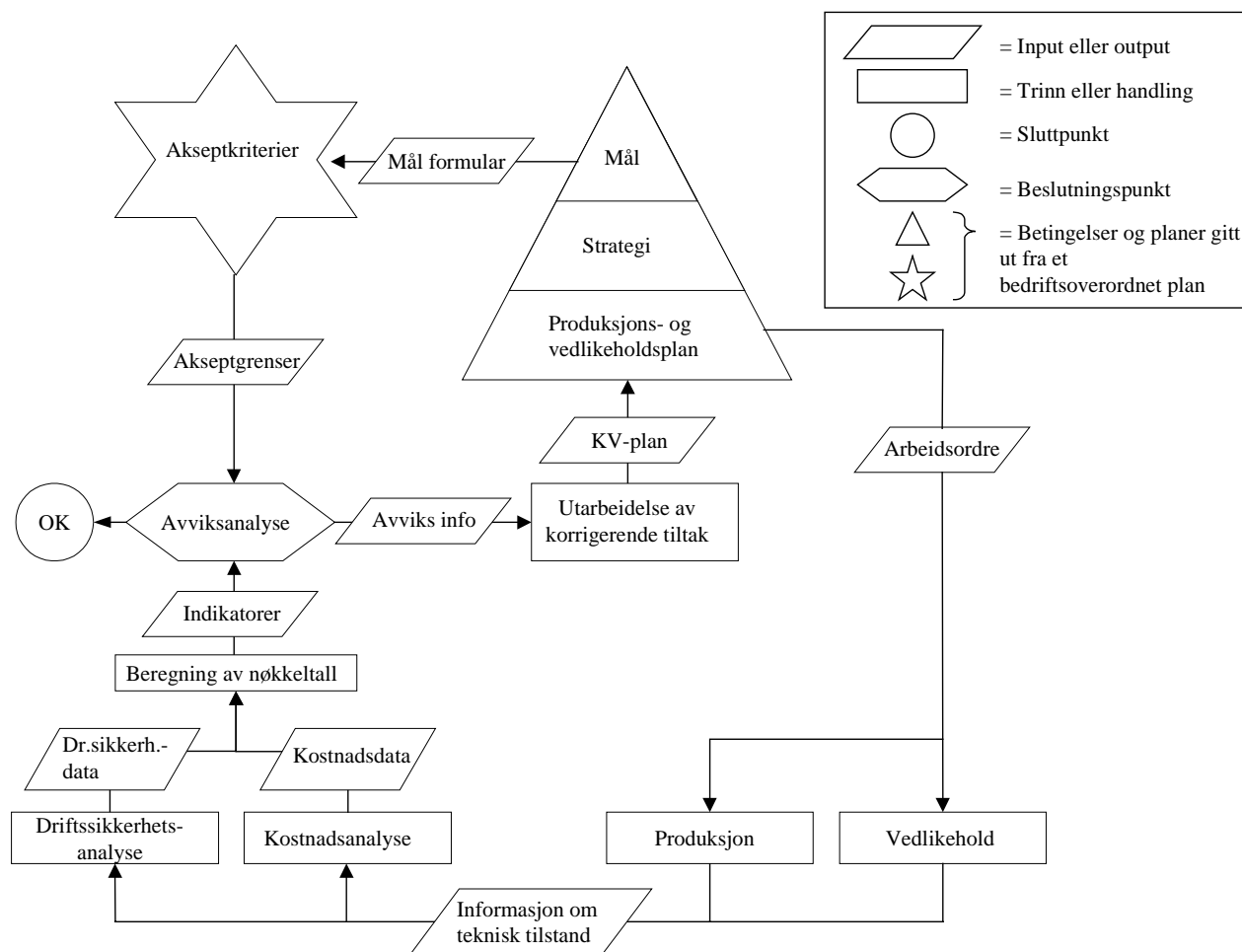
Først velges en realistisk verdi for T<sub>FV</sub>. E(t) kan deretter beregnes basert på historiske feildata eller estimert feilintensitet, og den valgte T<sub>FV</sub>. Videre beregnes C for det valgte scenarioet med den tilhørende verdien av T<sub>FV</sub>. Dette gjøres for flere forskjellige scenario med ulike T<sub>FV</sub>. De ulike lengdene på revisjonsintervallet kan for eksempel velges ut ifra vedlikeholdsvindu som den driftsmessige syklusen bestemmer. Ved å ha beregnet kostnadene ved tilstrekkelig mange scenario, velges den intervallengden som påfører bedriften de laveste kostnadene.

Ved benytte de to metodene er blitt beskrevet vil man kunne finne det mest optimale intervallet mellom vedlikehold for hver enkelt enhet i anlegget. For vedlikeholdsarbeid som krever stans i produksjonen, vil bruk av metodene kunne gi et optimalt revisjonsintervall. Ved å analysere intervallengden til alle vedlikeholdsenhetene under ett, vil bedriften kunne utarbeide en samlet intervallengde.

#### 5.2.4 Målstyring og avviksanalyser

I tillegg til vedlikeholds mål, strategier og planer vil det være nødvendig å ha et system for å detektere og behandle uforutsette avvik og feil. Det er derfor nødvendig å ha en korrigerende handlingsplan for vedlikeholdsavdelingen. Prosjektgruppens forslag til modell for korrigerende handlingsplan baserer seg på kontinuerlige avviksanalyser av produksjonsutstyrets tilstand opp mot akseptkriterier som er gitt av bedriftens overordnede vedlikeholdsmål (Schjølberg, 1997). Akseptkriteriene eller akseptgrensene baserer seg på ulike prosessavhengige indikatorer.

Utførelsen av vedlikeholdsplanene vil være løpende arbeidsoppgaver som utføres av vedlikeholdsorganisasjonen. Informasjonen fra dette daglige vedlikeholdet vil sammen med produksjonsinformasjon danne et bilde på produksjonsutstyrets tilstand. Denne tilstanden vil videre kunne bli omgjort til indikatorer, og måles opp mot akseptkriterier eller –grenser gitt av bedriftens mål og strategi. Disse akseptgrensene kan eksempelvis være å holde vrakprosenten i produksjonen til under 25%.



Figur 17 Målstyringsløyfe

Figur 17 viser forløpet i en målstyringsprosess av vedlikehold. Strategier og vedlikeholdsprogram gir input til hvilken produksjon og vedlikehold som skal gjennomføres. Videre vil det i produksjonen for eksempel registreres nedetid, kvalitet, produksjonskapasitet og lignende, som forteller bedriften noe om produksjonsapparatets tilstand. Det samme vil arbeidsordrene og rapportene fra det daglige forebyggende vedlikeholdet gjøre. Gjennom bruk av disse informasjonsbærerne etablerer en et datagrunnlag som kan benyttes som input til analyser. Dette kan være kostnadsanalyser der en ønsker å analysere kostnadene av innsatsmidler til vedlikehold, og det kan være driftssikkerhetsanalyser der en ønsker å analysere resultater av vedlikehold. Vedlikeholdsstyringen skal sikre at det oppnås en balanse mellom innsatsmidler og resultater av vedlikehold i henhold til målsetningen. Dette gjøres ved at resultatene av analysene settes opp mot akseptkriteriene ved hjelp av indikatorer. Viser det seg at utstyrets tilstand ikke er tilfredsstillende, vil de nødvendige korrigerende tiltak settes i verk. Dette kan for eksempel være en revisjonsstans.

### 5.2.5 Oppsummering av løsningsmodell for revisjonsstrategi

Modellen som er skissert i dette kapittelet er mest mulig generalisert med tanke på forskjellige bransjer med ulikt omfang av vedlikehold og revisjonsstanser. Utgangspunktet for valg av revisjonsstrategi vil være de kravene som stilles, internt og eksternt, til produksjonsapparatet og produktet. Ut ifra disse kravene kan vedlikeholdsmålene bli formulert som igjen danner utgangspunktet for bedriftens overordnede vedlikeholdsstrategi. Vedlikeholdsstyring foregår med bakgrunn i planlagt vedlikehold samt en beredskapsplan for identifisering og utførelse av ikke planlagt vedlikehold. Grunnet enkelte komponenter og enheter sin kritikalitet fører utførelsen av

vedlikehold til et behov for jevnlig stanser av produksjonen. Intervallet mellom stansene kan bestemmes ut ifra vedlikeholdsvinduet til vedlikeholdsenhetene, prinsippet om sikker levetid eller kostnadsoptimalisering, eller en kombinasjon av disse momentene.

Uansett hvilken revisjonsstrategi bedriften velger, vil uforutsette stopper forekomme. Det er i slike tilfeller viktig å ha en beredskapsplan for slike ekstraordinære stanser. Dette kan være planer for å detektere og forutsi stoppene for å få bedre tid til planlegging, eller planer for hvordan slike prosjekter kan gjennomføres så raskt og kvalitetsmessig bra som mulig. Det optimale revisjonsintervallet vil teoretisk sett ikke være et fast intervall. Ved å være fleksibel med hensyn på intervallengde og gjennomføre stansene når, og ikke før, behovet er til stede, vil bedrifter kunne oppnå en mest mulig optimal revisjonsstrategi.

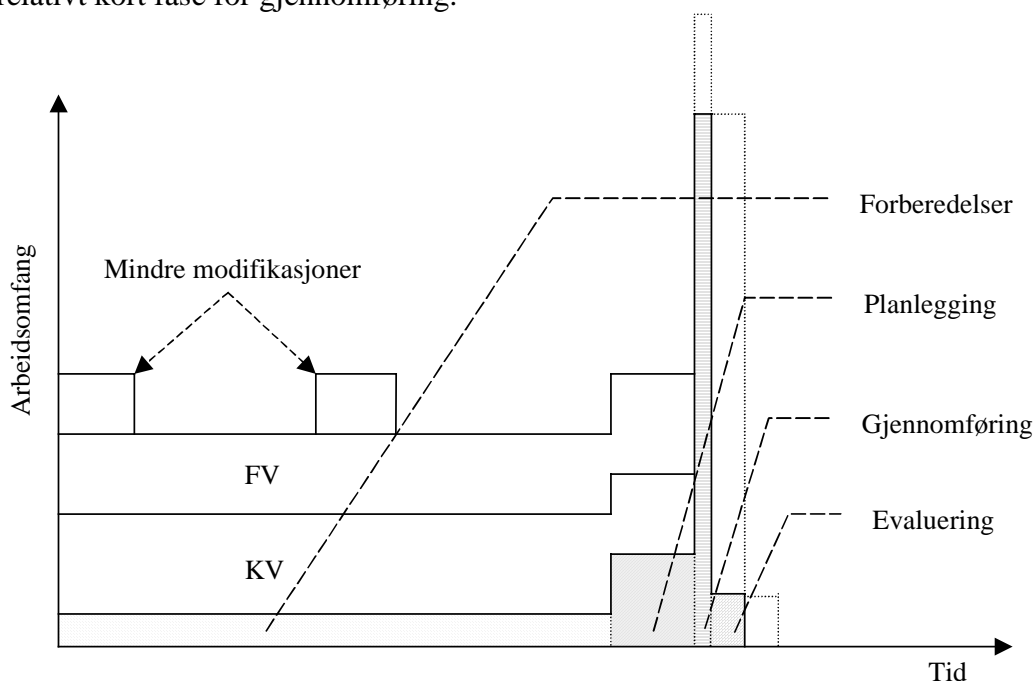
### 5.3 Revisjonsprosjektet

Initieringen av revisjonsstansen er nå gitt av bedriftens revisjonsstrategi. Bedriften vil videre gjennomgå en prosess der resultatet skal bli en gjennomført og avsluttet revisjonsstans. Om stansen blir vellykket er avhengig av riktig bruk av ressursene, og god planlegging og styring gjennom revisjonsprosessen. Sluttresultatet blir målt etter suksesskriterier som er gitt av bedriftens revisjonsfilosofi, og som bør være styrende for valg som gjøres underveis.

For å kunne styre revisjonsprosessen på en mest mulig effektiv måte, må man behandle prosessen som et prosjekt. På denne måten kan prinsipper og metoder inne prosjektstyring bedre komme til nytte. Som et prosjekt gjennomgår revisjonen fire ulike faser (Anthony Kelly, 1997), som vil danne grunnlaget for styringsprinsippet i modellen i denne rapporten:

- Forberedelse
- Planlegging
- Gjennomføring
- Evaluering

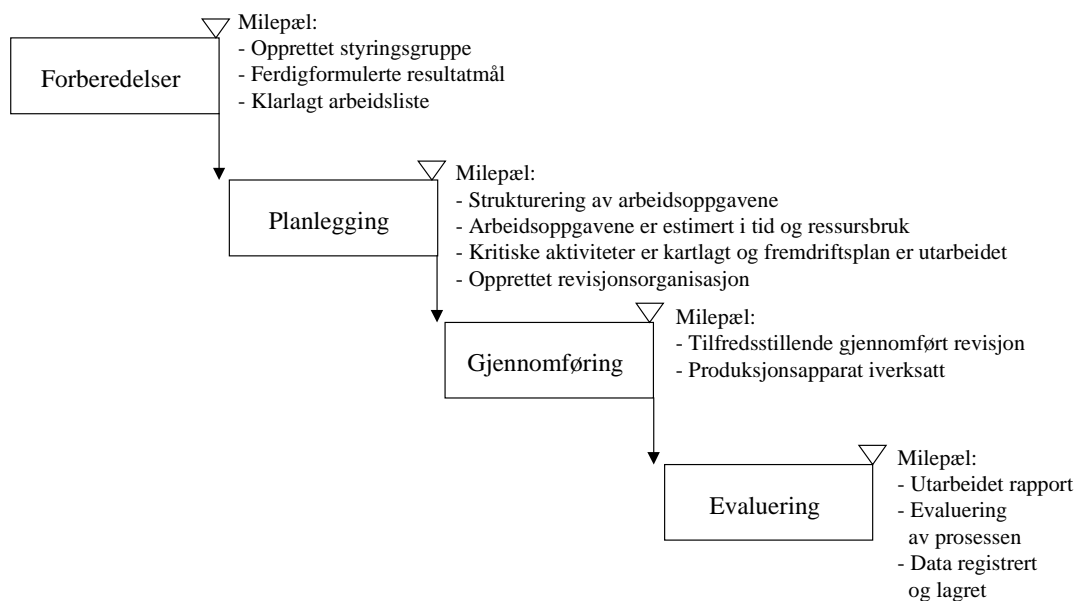
Som det fremgår av Figur 18 kjennetegnes revisjoner av lang tid til forberedelse og planlegging og en relativt kort fase for gjennomføring.



Figur 18 Faser i revisjonsprosjektet

I forkant av en revisjonsstans utføres daglig forebyggende vedlikehold (FV) og korrigerende vedlikehold (KV) i henhold til vedlikeholdsplaner, samt mindre modifikasjoner og prosjekter. Under selve gjennomføringen er det en tendens hos norske bedrifter at det oppstår uforutsette hendelser, aktivitetene tar lengre tid enn på forhånd estimert eller det avdekkes vedlikeholdsbehov som ikke er blitt planlagt. Dette fører til et økt arbeidsomfang under stansen, noe som enten fører til økt ressursbruk eller at stansen blir forlenget i tid. Dette er illustrert med de stiplede linjene på Figur 18.

Når revisjonsprosjektet er blitt inndelt i de nevnte fasene må det følgelig gjennom ulike faseoverganger med tilhørende milepæler. Figur 19 illustrerer hvilke milepæler et vellykket revisjonsprosjekt bør ha i grensesnittet mellom to faser.



Figur 19 Milepæler i revisjonsprosjektet

For å oppnå disse milepælene er det ulike arbeidsprosesser som må utføres. En generell beskrivelse av hvilke arbeidsprosesser som er nødvendig for at prosjektet med størst mulig sannsynlighet skal nå sine suksesskriterier, vil utgjøre denne rapportens modell på dette nivået. De ulike arbeidsprosessene kan deles inn etter hvilken fase i revisjonsprosjektet man befinner seg i, og i de påfølgende kapitlene vil de mest vesentlige arbeidsprosessene i de ulike fasene bli beskrevet.

### 5.3.1 Forberedelse

Tidlig i forberedelsesfasen må det opprettes en styringsgruppe. En slik gruppe skal ha nødvendig myndighet til å ta de beslutningene som er nødvendig for å gjennomføre revisjonen. Videre vil denne styringsgruppen avklare mål og begrensningene for revisjonen samt bestemme tidspunkt for revisjonen og utarbeide de første kalkylene på tids- og ressursbruk. Styringsgruppen bør bestå av personell fra ulike avdelinger slik at den får en nødvendig tverrfaglighet.

Mål for den enkelte revisjonen må defineres ut fra bedriftens overordnede vedlikeholdsmål. I denne sammenhengen vil målene hovedsakelig være resultatmål. Mål og delmål må gi et bilde på hva man ønsker å oppnå med revisjonen samt være tilstrekkelig konkret og målbart. Dette går videre, utover det å holde aktivitetsnivå innenfor budsjett. Hensikten er å styre planlegging og gjennomføring samt å kunne sammenligne oppnådde resultater. Konkret vil dette si at n-aktiviteter skal være utført i løpet av n-timer til X kroner. I tillegg vil mål i forbindelse med miljø og sikkerhet være en nødvendighet.

Selve identifisering og kartlegging av hvilket arbeid som skal inngå i revisjonen overlapper i noen grad med den daglige drift. Dette forløper som en kontinuerlig prosess, uavhengig av beslutning om fremtidig revisjonsstans. Dette forutsetter at identifiseringen kan foregå under daglig drift og vedlikehold, og faller inn i etablerte handlingsplaner. Før selve revisjonen skal det utføres en audit som skal identifisere vedlikeholdsbehov som ikke er oppdaget i den daglige driften. En "audit"

identifiserer elementer eller utstyrsenheter som krever korrigerende vedlikehold. På denne måten unngår man at det dukker opp store mengder uforutsett arbeid under selv revisjonsstansen.

Det er viktig å være selektiv ved valg av aktiviteter i en revisjonsstans. Vedlikehold som kan gjennomføres under en "normal" drift- og vedlikeholdsfasen, bør fortrinnsvis legges utenom revisjoner. Det vil være fristende å vente med en del av de daglige vedlikeholdsoppgavene til under revisjonen, siden disse oppgavene da kan utføres på en enklere måte. Slik "backlog" bør man søke å holde på et minimum og ikke la påvirke omfanget av en revisjonsstans. Dette kan bidra til å komplisere gjennomføringen og slike aktiviteter kan forsinke fremdriften i forhold til opprinnelig planer hvis det oppdages feil under stoppen, eller ved at det oppstår uforutsette hendelser knyttet til dette, med dertil plunder og heft under stoppen.

En grov skisse eller aktivitetsplan over hvordan en tenker stoppen gjennomført bør settes opp og evalueres før en endelig aktivitetsliste besluttet. I dette ligger en evaluering av revisjonen ut fra sammensetting av aktiviteter og gjennomførbarhet. Dette baserer seg på avhengigheter mellom aktivitetene og muligheten for at problemer kan oppstå under stoppen med tilhørende konsekvenser. Her må en tenke sikkerhet for personell i første rekke, deretter mulige konsekvenser som forsinkelser og komplisering av revisjonsstansen.

### 5.3.2 Planlegging

I planleggingsfasen tar styringsgruppen fatt på å beskrive arbeidsoppgavene som skal utføres under revisjonen. Styringsgruppen må videre inngå avtaler med leverandører og kontraktører, spesielt gjelder dette ved lang ledetid for anskaffelse av produkter og tjenester. Under forberedelsen til revisjonen er det ulike begrensinger som gjelder. Under planlegging bør det utarbeides mer detaljerte rammebetingelser. Dette kan være internt bestemte rammebetingelser, som knapphet på ressurser, eller eksternt avhengige betingelser, som avhengighet knyttet til andre aktører (kunder, leverandører, samarbeidspartnere, osv.).

I forberedelsesfasen ble det utviklet mål for revisjonen, både med hensyn på hvilken effekt den må gi, og med hensyn på de begrensningene den må oppfylle. Neste steg blir nå å finne ut hva som kreves av prosessen for at revisjonen kan oppfylle disse målene. Dette medfører en omformulering av de overordnede målene til mer detaljerte suksesskriterier. Hensikten med å formulere slike suksesskriterier vil være å lage et utgangspunkt for å kunne vurdere (Elvenes, 1998):

- Utgangspunkt
- Prosess
- Resultat
- Personell

Mål ble som tidligere nevnt delt opp i effektmål og resultatmål. I forbindelse med revisjonsprosjektet er målene stort sett resultatmål. Det må allikevel på dette nivået tas hensyn til de effektmålene som bedriften har satt seg. Eksempelvis må det i bli klart hvilken kvalitet arbeidsoppgavene må holde for at resultatet av revisjonsstansen skal oppfylle effektmålene. Planleggingen må videre foretas ut ifra dette minstekravet til kvalitet. Det må også kartlegges hvilket omfang arbeidsoppgavene må ha for at de fastsatte effektmålene skal bli oppfylt.

### Strukturering av revisjonsprosjektet

Struktureringen av revisjonen foretas i første omgang for å skape seg en oversikt over hvilke hovedenheter som inngår i revisjonsstansen. Dette er gjerne informasjon som allerede eksisterer i bedriften, og i de fleste tilfeller vil denne inndelingen falle seg temmelig naturlig.

Ut ifra de hovedenhetene som inngår i revisjonen vil det nå være mulig å strukturere hele revisjonsprosjektet ut ifra en hierarkisk oppbygning (WBS). For hvert nivå i WBS-strukturen vil detaljeringsgraden i beskrivelsen av arbeidsoppgavene bli høyere. Hvor detaljert beskrivelsen av arbeidet i det laveste nivået i WBS-strukturen skal være, vil være individuelt, men hvis estimeringen av arbeidsomfang skal bli best mulig bør denne beskrivelsen være så detaljert som mulig.

### Beskrivelse av aktiviteter og deres ressursbehov

Det vil nå være nødvendig å beskrive aktivitetene som skal gjennomføres i revisjonsprosjektet. Dette vil være en meget omfattende og tverrfaglig prosess, men ikke mindre nødvendig. Aktivitetsbeskrivelsen skal ta for seg:

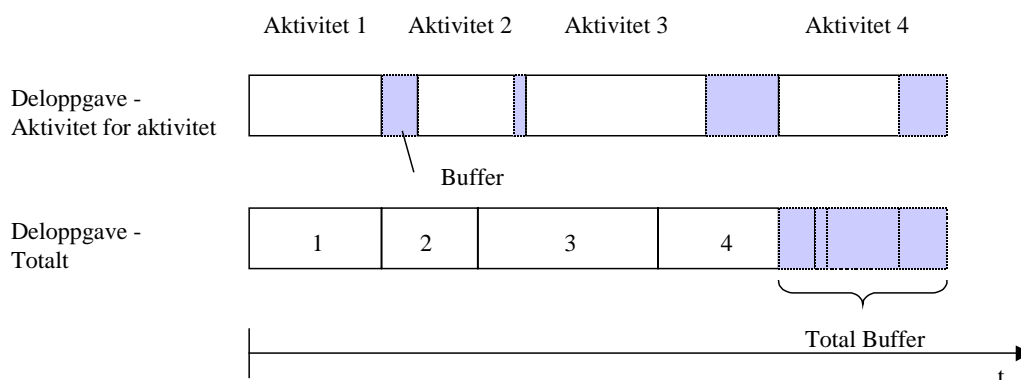
- Hva arbeidet omfatter.
- Hvilket resultat som man ønsker.
- Beskrivelse av fremgangsmåten.

Arbeidet vil på denne måten ikke bare bli beskrevet til dem som skal utføre oppgaven, men det blir også gjennomgått grundig for å gi et bedre grunnlag for estimering av arbeidsomfanget. Aktivitetsbeskrivelsene skal danne grunnlaget for arbeidsordrer som distribueres under gjennomføringen av revisjonsstansen.

Ressursbehovet estimeres ut ifra maksimal ressursbelastning på den aktuelle aktiviteten. Til dette brukes erfaringsdata eller samtaler med personell som har god kjennskap til aktiviteten. Ressursbehovet beregnes både for faste kostnader, som spesielle reservedeler, og for variable kostnader, som arbeidskraft. Det er viktig å være klar over at ressursbehovet ikke er et fastspikret tall, da det kan være optimalt å utføre aktiviteten med lavere ressursbelastning enn maksimalt.

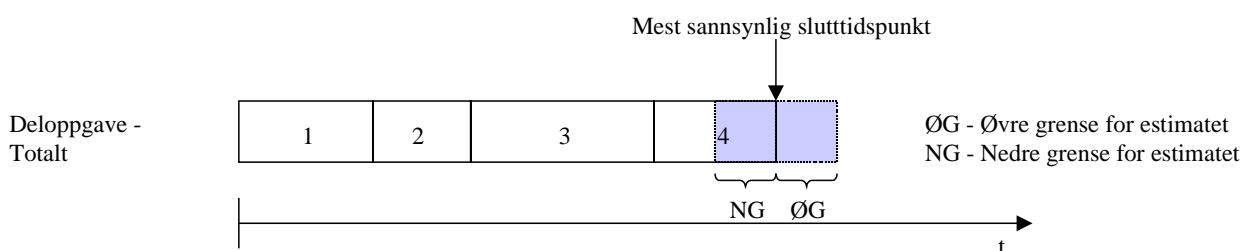
### Estimering av aktivitetenes varighet og usikkerhet

Varigheten til aktivitetene i en revisjon slik det foregår i de fleste tilfeller i dag, blir estimert ut ifra et anslag fra personell som har god kjennskap til aktiviteten, og som også sannsynligvis vil bli den ansvarlige for gjennomføringen av den. I frykt for å få en for stram tidbegrensning blir det i anslaget ofte lagt til en buffertid. I en serie av ulike aktiviteter med slike buffere, vil det totale anslaget av deloppgavens varighet bli atskillig lengre enn hva som uavhengig sett kan være den mest sannsynlige verdien. Denne metoden for tidsestimering av oppgaver er illustrert i figuren under.



Figur 20 Tidsestimering av deloppgave ved fokus på aktivitet for aktivitet

Alle aktivitetene vil i realiteten ha en sannsynlighetsfordeling som vil ligge rundt den estimerte varigheten. Ved å summere aktivitetene i en kjede vil derfor standardavviket til estimatet av varigheten til hele deloppgaven være mindre enn summen av standardavvikene til aktivitetene som den består av. Den totale tidsbufferen bør derfor være mindre enn det som er illustrert i Figur 20, og skal ideelt sett være den øvre grensen for tidsforbruket til deloppgaven. Det bør også i planleggingen tas høyde for at oppgaven kan ta kortere tid enn det man på forhånd anslår. Det bør derfor være en tilsvarende nedre grense for tidsforbruket. Målet for estimering av aktivitetenes varighet vil derfor bli å kunne anslå mest sannsynlig tid, og kunne legge inn en øvre og nedre grense for tidsforbruket til hele deloppgaven.



Figur 21 Tidsestimering av deloppgave ved fokus på hele kjeden av aktiviteter

For å oppnå dette sikrere og mer virkelighetsnære estimatet, brukes PERT-metodikken (Program Evaluation and Review Technique). Denne teknikken tar utgangspunkt i at varigheten til aktivitetene følger en statistisk fordeling, og da vanligvis en beta-fordeling. Et uttrykk for forventningsverdi og varians finnes da ved at det for hver aktivitet anslås tre estimater på varigheten (Rolstadås, 1997):

- a – Den korteste tenkelige varigheten (optimistisk)
- m – Den mest sannsynlige varigheten (realistisk)
- b – Den lengste tenkelige varigheten (pessimistisk)

Forventningsverdi og varians for varigheten,  $t$ , til en aktivitet finner vi da som:

$$E(t) = \frac{1}{6}(a + 4m + b)$$

$$Var(t) = \frac{1}{36}(b - a)^2$$

For hele deloppgaven vil man kunne finne forventningsverdi og varians til varigheten ved å summere forventningsverdien og variansen til aktivitetene som ligger på den kritiske stien i nettverket.

$$E(T) = E(x_i)$$

$$Var(x) = Var(x_i)$$

Ved å bruke denne metoden til å estimere varigheten til arbeidsoppgavene i revisjonsstansen vil man ikke bare oppnå et sikrere og mer realistisk estimat. Siden personene som utfører oppgaven ikke har et deterministisk sluttidspunkt å forholde seg til, vil man også kunne oppnå et større incentiv til å få utført oppgaven raskere. Det er et kjent fenomen at hvis man har 2 uker på seg til å



fullføre en oppgave, blir den utført på 2 uker. Dette til tross for at den kunne vært utført på for eksempel 1 uke (*"Student-syndromet"*). Ved bruk av PERT-metodikken vil arbeiderne vite at det er mest sannsynlig at oppgaven blir utført på for eksempel 1,5 uke, men det er tatt takhøyde for at oppgaven kan vare i 2 uker.

Prosjekter og revisjoner inneholder et stort antall usikkerheter med hensyn på kostnad og varighet av de ulike aktivitetene som inngår og hele prosjektet som helhet. Prosjektets dynamikk og hensynet til usikre faktorer, fører til at avgjørelser må bli gjort under veis i gjennomføringen. Dette åpner for behovet for tilfældighetsplanlegging (contingency plans), som inneholder tiltak som kan settes i verk etter som de usikre hendelsene inntreffer. Det skilles mellom to typer slike planer (Jørgensen og Wallace, 1998):

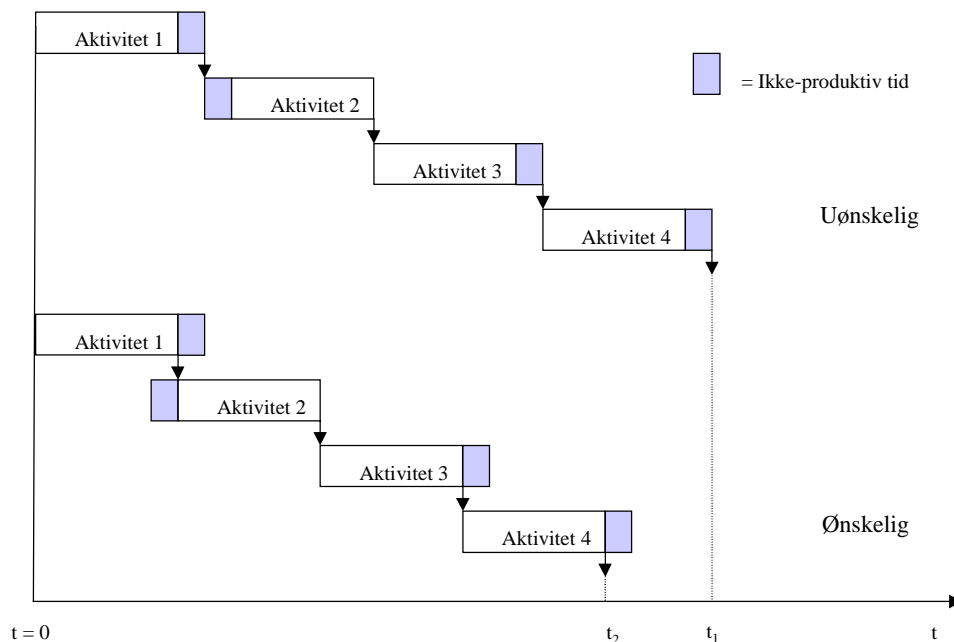
- Et planlagt tiltak basert på usikkerhet om en hendelse inntreffer.
- Planlagt fordeling/omfordeling av ressurser basert på usikkerhet omkring varigheten av aktivitetene.

Den første klassen tilfældighetsplaner vil typisk være planlegging av oppgaver som er en følge av en inspeksjon. Ved utarbeidelse av varighet og usikkerhet til de ulike deloppgavene og til hele revisjonsstansen, må denne faktoren også tas hensyn til. Den andre klassen tilfældighetsplaner gjelder planer om bruk og omfordeling av ressursene under gjennomføringen. For at revisjonsprosjektet skal bli mest mulig vellykket bør gjennomføringsplanen inneholde begge disse elementene.

### **Nettverksanalyser og fokusering på kritisk vei**

Aktivitetene som skal inngå i revisjonsstansen er nå blitt identifisert, strukturert og estimert. Neste steg på veien i planleggingsfasen vil være å analysere hvilke avhengigheter som eksisterer mellom disse aktivitetene. Disse avhengighetene kan illustreres med et nettverk, enten av typen AON (Activity on Node) eller AOA (Activity on Arc). Hvordan dette gjøres vil være for detaljert å gå inn på i denne rapporten, men det finnes gode EDB-verktøy som hjelper til i denne prosessen.

Ut ifra nettverket er det mulig å identifisere kritisk sti igjennom prosjektet og hvilke aktiviteter som ligger langs denne stien. Kritisk sti er definert som: "Sammenhengende kjede av kritiske aktiviteter fra start til slutt i prosjektet." (PS 2000). Det vil si at hvis en av aktivitetene som ligger langs kritisk sti blir forlenget med en dag, blir hele prosjektet forlenget med en dag. Disse aktivitetene må få en særlig fokus i planlegging og gjennomføringsfasene. En måte å sette denne fokusen på, er å benytte en form for Just-in-Time tankegang. Aktivitetene langs kritisk sti står da klare til å begynne direkte etter den foregående aktiviteten er ferdig. Ikke-produktive operasjoner skal da bli utført før eller etter "staffettpinnen" blir levert videre, og ikke påvirke fremdriften i den kritiske stien. Ikke-produktive operasjoner kan være opp- og nedrigging, rapportering, pauser, og lignende.



Figur 22 Sug i prosjektets fremdrift

Figur 22 illustrerer poenget med å opprette et sug i prosjektet, spesielt langs kritisk sti, som fører til at ikke-produktive gjøremål som må gjøres i etterkant av aktiviteten legges til etter at prosjektet er videreført til neste aktivitet. Det samme gjelder for ikke-produktive gjøremål som ligger forut for utførelsen av en aktivitet. Disse må da påbegynnes før aktiviteten forut er ferdig, slik at aktiviteten er klar til å utføres straks aktiviteten forut er ferdig. Det er verdt å merke seg at dette konseptet ikke vil redusere den totale ikke-produktive tiden, men tidsforbruket for gjennomføring av hele oppgaven vil bli redusert fra  $t_1$  til  $t_2$ .

Ved estimering av varigheten til aktivitetene i revisjonsprosjektet ble det i modellforslaget i denne rapporten brukt stokastiske variabler. Dette betyr at aktivitetsnettverket sannsynligvis vil oppleve å få flere kritiske stier, med ulike sannsynligheter. Den sterke fokuset på kritiske aktiviteter bør derfor utøves på aktivitetene i de to-tre mest sannsynlige kritiske stiene.

### Organisering og ressursplanlegging

Mot slutten av planleggingsfasen er det nødvendig å bygge opp organisasjonen som skal gjennomføre revisjonen. Under forberedelses- og planleggingsfasene er ressursbehovet begrenset og kan dekket i den allerede eksisterende vedlikeholdsorganisasjonen. Under gjennomføringen av revisjonen må det hentes inn ressurser eksternt for å få dekket behovet. Dette kan være fra andre avdelinger i bedriften, eller fra eksterne vikarbyråer eller underleverandører. Hvor mye arbeidskraft som bør leies inn, bør være en økonomisk vurdering av kostnader av innleie, hvor mye det fremskynder prosessen og hvor mye forbruk av tid koster i form av tapte produksjonsinntekter. Å kjøpe inn vedlikeholdstjenester i større moduler, en form for "out-sourcing", kan være gunstig i den sammenheng at uforutsette kostnader blir belastet leverandøren. Bedriftens holdning til risiko blir da avgjørende for hvor mye bedriften er villig til å betale for slike tjenester. Det er imidlertid viktig å ikke overlate for mye styring og kontroll med revisjonsstansen til eksterne aktører. Dette vil føre til en ugunstig avhengighet av disse aktørene ved fremtidige stanser. Beskyttelse av bedriftens kjernekompetanse bør også tas i betraktning ved avgjørelser om "out-sourcing" av vedlikeholdstjenester.

Ressursplanlegging foretas ut fra planlagt aktivitetsnivå, samt kravet til kompetanse og verktøy. Suksess med hensyn til gjennomføring er betinget av at personell er kvalifisert for de enkelte

jobbene. Ved knapphet på ressurser må man disponere personell og verktøy slik at det gir best mulig resultat for helheten. Ressursallokering og omdisponering av ressurser kan derfor bli nødvendig under stoppen.

### 5.3.3 Gjennomføring

Under gjennomføringsfasen blir oppsatte planer og arbeidsordrer iverksatt, samt oppfølging, rapportering og måling av aktivitetenes fremdrift. Det er i denne fasen viktig å koordinere aktiviteter etter behov samt å utvikle et best mulig kommunikasjonssystem og system for håndtering av avvik.

Kontinuerlig kostnadsoppfølging og justering etter budsjett kan være vanskelig og ressurskrevende under selve stoppen. Derfor bør enkelte styringsprinsipper og beredskapstiltak for håndtering av avvik etableres på forhånd slik at nødvendige korrigeringer enklere kan gjøres under veis. Teknisk dokumentasjon for anlegget må forefinnes i tilstrekkelig detalj og med riktig kvalitet før arbeidet starter. I tillegg må det settes i verk en prosess med oppdatering av teknisk dokumentasjon etter at det er foretatt endringer eller nyinstallasjoner.

Rapportering av resultater fra aktivitetene fulgt opp mot planer og mål samles i statusrapporter for revisjonen. For revisjoner som går over lang tid med ”mange” aktiviteter er det behov for oppfølging av fremdrift og kostnader i selve gjennomføringsfasen. Fremdrift og ”inntjening” kan illustreres ved hjelp av S-kurver, som er kumulative kurver som viser planlagt og virkelig forbruk av ressurser samt verdien av utført arbeid ved et gitt tidspunkt. Dette gir en pekepinn på stansens status i forhold til planene. Håndtering av avvik under stoppen må foregå etter et planmessig og strukturert opplegg. Dette styres av prosedyrer eller instruksjoner gjennom ansvarsforhold, betingelser for vurdering og prioritering av arbeid, rapportering etc. Hensikten er at avvik ikke skal få nevneverdig innflytelse på fremdrift og kostnader under revisjonsstoppen slik at sluttidspunkt for stansen ikke blir forskjøvet.

Kommunikasjon mellom involverte parter, som arbeidsledere, formenn, og fagarbeidere er av vital betydning under stoppen. Dette er særlig viktig når arbeid foregår innenfor et begrenset område, og aktiviteter og handlinger griper inn i, eller er avhengig av hverandre. Rask og effektiv kommunikasjon sikrer god kontinuitet i arbeidet samt at det ivaretar behov for varsling i sikkerhetsøyemed. Bruk av radio el. lignende kan være nyttig i støyende miljø.

### 5.3.4 Evaluering

Selv om revisjonsstanser er blitt definert som et prosjekt (= en engangsoppgave) i denne rapporten, vil de ulike stansene som en bedrift gjennomfører ha mange likhetstrekk. Det er derfor svært nyttig å foreta en erfaringsoverføring mellom revisjonsprosjektene. På denne måten vil bevisste og bearbejdede erfaringer kunne føre til at bedriften etter hvert vil få en samling av gode holdepunkter og fremgangsmåter for målformulering, organisering, planlegging, osv., basert på egne erfaringer. For å kunne praktisere denne erfaringsoverføringen er det nødvendig å foreta en grundig evaluering av revisjonsprosjektets forløp.

For evaluering av gjennomført revisjonsstans trengs nødvendig dokumentasjon på det utførte arbeidet som kan sammenlignes med de utarbejdede suksesskriteriene. Denne informasjonen er hovedsakelig rapportert på arbeidsordrene eller på gjenpart av arbeidslister, og må bearbejdes og systematiseres for videre behandling. Dette danner så grunnlaget for sluttrapport og oppdatering av erfaringsdatabase.

Hvis bedriften ikke er i besittelse av en erfaringsdatabaser bør dette opprettes. Dette gjelder særskilt hvis virksomheten og datamengden er så stor at det er vanskelig å gjenfinne data senere. Kravet er at informasjon lagres i en form som er noenlunde lett tilgjengelig og anvendbar til tiltenkte formål.

Debriefing av medvirkende personell i etterkant av revisjonsstansen blir praktisert hos de aller fleste norske bedrifter i dag. Denne aktiviteten kan allikevel bli forbedret noe ved at det blir praktisert strukturert debriefing. Det defineres da hva som skal evalueres både i forkant av revisjonsstansen og evalueringsmøtet, slik at deltagere kan være bevisst på disse elementene under stansen, samt være forberedt til møtet.

Teknisk dokumentasjon, vedlikeholdssystem, reservedeler og beholdning må oppdateres etter revisjon. Dette er særlig viktig ved betydelige modifikasjoner og nyinstallasjoner av anlegg. Konsekvensen kan ellers bli mangelfull styring og kontroll av vedlikeholdet i en periode der dette er basert på foreldet design og dokumentasjon.

Til slutt i evalueringsprosessen bør det utarbeides en sluttrapport. Denne kan være med på å overføre en del generelle erfaringer som ble gjort under revisjonsprosjektet. Den er også et viktig dokument for informasjon til ledelsen i bedriften og alle medvirkende parter. Grunnlaget for rapporten er den informasjon i form av planer, regnskaper, delrapporter, endringsforslag, osv., som foreligger for revisjonsprosjektet sammen med den ikke-dokumenterte informasjonene som styringsgruppen sitter inne med. Det vil være nødvendig å fastsette en endelig tidsfrist for fullføring av denne rapporten, og at denne aktiviteten inngår i prosjektplanen. Dette for å unngå at arbeidet trekkes ut i tid, og bruker unødvendig mye ressurser.

### **5.3.5 Oppsummering av løsningsmodell for revisjonsprosjektet**

Revisjonsprosjektet kan deles inn i fire ulike faser. I grensesnittet mellom hver fase vil det eksistere milepæler som må være nådd for at en overgang til neste fase skal være mulig. For å kunne nå disse milepælene må prosjektet gjennomgå en del arbeidsprosesser. Beskrivelse av de mest aktuelle arbeidsprosessene vil utgjøre denne rapportens modell på dette nivået.

*Forberedelsen* starter etter initiering av revisjonen ut ifra ulike behov og krav. Videre innebærer forberedelsesfasen vanligvis å utnevne en styringsgruppe som definerer revisjonens formål og begrensninger, samt utarbeider en liste over hvilke oppgaver som skal utføres. På bakgrunn av dette fastlegges resultatmålene for revisjonen. Arbeidslisten bør fryses som innledning til planleggingsfasen.

*Planlegging* starter med en gjennomgang av arbeidslisten i hensikt å spesifisere arbeidsoppgavene og tilhørende arbeidsmetode. Videre, estimeres varighet og ressursbehov, samt sikkerhetsaspekter og andre begrensninger knyttet til aktivitetene. Ressurser med lang ledetid må identifiseres og bestilles i tide. Arbeidsoppgavene og deres avhengigheter blir analysert for å danne utgangspunktet for identifisering av kritisk vei og fremdriftsplaner. I tillegg til det tekniske må man bygge opp og forberede en organisasjon som skal stå for gjennomføringen.

*Gjennomføring* av revisjonsstansen foregår i henhold til utstedte arbeidsordrer. Organisasjonen står for gjennomføring, administrasjon og ledelse. Hver aktivitet følges opp gjennom arbeidsorden. Oppfølging av aktiviteter og kostnader, samt rapportering av avvik og tilleggsarbeider gjøres under veis. Korrigerende tiltak gjøres der det er nødvendig, som en direkte konsekvens av avdekking av avvik.

*Evaluering* av revisjonsstansen blir utført som en sammenligning av virkelig forløp og resultat opp mot planer og suksesskriterier. Debriefing av personale som har vært involvert i revisjonsstansen gjøres ut ifra på forhånd oppsatt agenda. Det bør opprettes en erfaringsdatabase hvis bedriften ikke er i besittelse av dette, der bearbejdede data kan lagres og danne grunnlaget for planlegging av etterfølgende revisjoner. Det bør utarbeides en sluttrapport som oppsummerer evalueringsprosessen. Utarbeidelsen av denne bør være underlagt revisjonsprosjektets rammebetingelser med hensyn på tids- og ressursforbruk.

## 6. Konklusjon

Et stort antall Norske bedrifter gjennomfører større revisjonsstanser for å utføre vedlikehold på deler eller hele anlegget. Disse stansene har alle det til felles at de økonomiske konsekvensene for bedriften er store. Hvis en revisjonsstans initieres på feil grunnlag eller at stanstiden blir forlenget utover det helt nødvendige vil dette ofte utgjøre tap i millionklassen for den enkelte bedrift. Målet med dette forprosjektet var derfor å utvikle et vedlikeholdskonsept der revisjonsstans inngår som et ledd i å oppnå en effektiv vedlikeholdsfunksjon i norske industribedrifter. Det vil si utvikle et vedlikeholdskonsept hvor tidspunkt for gjennomføring og selve utførsel av revisjonsstansen utføres så optimalt som mulig.

I dette prosjektet har det blitt utført en kvantitativ spørreundersøkelse høsten 1997 og en kvalitativ undersøkelse i form av fire case studier våren 1998. Disse undersøkelsene danner grunnlaget for denne rapportens beskrivelse av "State of the Art" innenfor fastsettelse av intervall og gjennomføringsstrategi på revisjonsstanser. Hovedkonklusjonene fra disse to undersøkelsene er at revisjonsstanser kjennetegnes ved;

- Intervallet mellom revisjonene blir satt tilfeldig og er i liten grad forankret i en bevisst vedlikeholdsstrategi.
- Prosjektstyringssystemer og -metodikk er i liten grad i bruk ved planlegging og gjennomføring av revisjonsstanser.
- Det ble påvist liten integrasjon av produksjons og vedlikeholdsavdeling i forbindelse med planlegging og gjennomføringen av revisjonsstanser.
- Det ble påvist liten koordinering mellom de ulike produksjonslinjene i forbindelse med revisjonsstanser.
- Det ble påvist manglende koordinering mellom produksjonslinjer og støttesystemene til produksjonslinjene.
- Det ble påvist manglende koordinering og prioriteringsregler for hva som burde inngå i det daglig vedlikehold og for hva som burde utføres under revisjonsstansen. Dette fører igjen til tilfeldig innholdet og omfanget av revisjonene.
- Bedrifter oppfatter at de utfører revisjonsstanser som prosjekt, men planlegger og gjennomfører dem ikke som et.
- Undersøkelsene avdekket at det generelt er;
  - Liten fokus og bevissthet rundt effekt og resultatmål i planleggingsfasen
  - Lite bevisst forhold til tid og kostnadsstyring i gjennomføringsfasen
  - Lite bevisst forhold til evaluering og erfaringsoverføring i evalueringsfasen
- Det er svært stor variasjon i profesjonalitet i planlegging og gjennomføring av revisjonsstanser mellom de ulike bransjene, og mellom bedriftene innenfor hver enkelt bransje.

Vår konklusjon etter disse undersøkelsene er derfor at de fleste av bedriftene som gjennomfører revisjonsstanser vil kunne redusere frekvensen på stansene. Vi vil også hevde at de fleste vil kunne effektivisere selve planlegging og gjennomføring av revisjonsstansen ved å gjennomføre dem som reelle prosjekter. Hvis bedriftene er i stand til å effektivisere seg på disse to punktene vil de oppnå store besparelser i et livsløpsperspektiv.

## 6.1 Våre anbefalinger

Vi foreslår at bedrifter som utfører vedlikeholdsrevisjoner bør vurdere om de har optimal frekvens mellom stoppene. For å kunne finne svaret på dette spørsmålet må bedriften ha en bevisst holdning til hvorfor vedlikeholdsrevisjoner utføres, hvilke behov og krav som skal dekket, og hvilken effekt man ønsker revisjonen skal få for anlegget etter stansen. For å adressere disse problemstillingene har vi utviklet en modell som består av to nivåer:

- Nivå 1            Faktorer som påvirker revisjoner og deres suksess (fig 13 s35)  
Nivå 2            Bedriftens påvirkningselementer (fig 15 s 36)

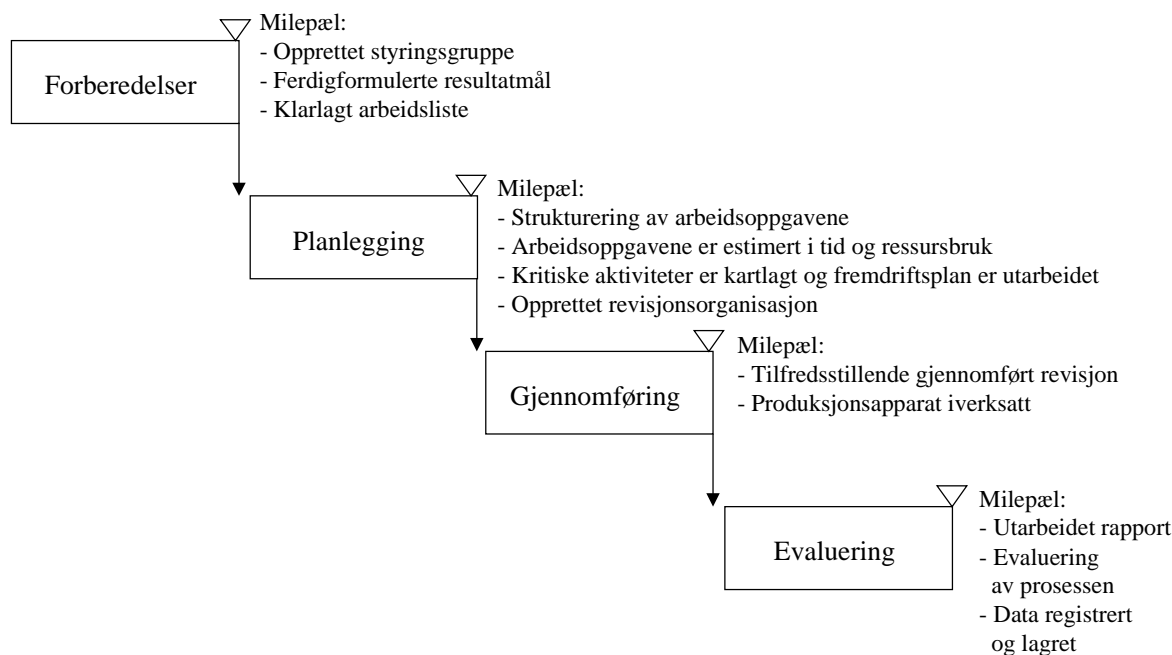
Modellen illustrerer hvordan revisjonsprosessen påvirkes av behov, krav og eksterne faktorer. Disse faktorene er bestemmende for hva slags revisjonsstrategi som den enkelt bedrift bør velge. På nivå 2 i modellen finner man de ressursene og støtteelementene som revisjonsprosessen er avhengig for å fungere. Hvilke elementer og i hvor stor mengde de blir benyttet vil igjen kunne variere mellom bransjene og fra bedrift til bedrift. I tillegg vil det kunne variere fra en revisjonsstans til den neste innenfor en bedrift.

Vi har foreslått en trinnvis prosess frem til utarbeidelse av ny revisjonsstrategi, som består av følgende arbeidsprosesser:

- Utarbeidelse av mål
  - effektmål for hele bedriften
  - resultatmål for revisjonsstansen
- Utarbeidelse av overordnet vedlikeholdsplan
  - Trinn 1 : Kartlegging av anleggets operasjonelle karakteristika
  - Trinn 2 : Etablere vedlikeholdsplan for hver enkelt enhet
  - Trinn 3 : Etablere vedlikeholdsplan for hele anlegget
  - Trinn 4 : Etablering av reservedels- og fornyelsespolicy
- Fastsettelse av revisjonsintervall
  - Sikker levetidsanalyse
  - Valg av intervall basert på kostnads optimalisering
- Målstyring og avviksanalyse (Målstyringsløyfe fig 17)

For hver arbeidsprosess har vi beskrevet hva som bør inngå på et overordnet nivå. Den trinnvise prosessen vil samlet føre frem til en forbedret revisjonsstrategi. Prosessene er ikke ment å slutte etter at de er gjennomført en gang. Målstyring og avviksanalyse (se fig 17, Målstyringsløyfen) illustrerer at revisjonsprosessen bør kontinuerlig vurderes og utvikles basert på de mål og strategier som til en hver tid er gjeldene i bedriften.

Til slutt foreslår vi at revisjonsstanser bør gjennomføres som reelle prosjekter med følgende fire faser:



Figur 19 Milepæler i revisjonsprosjektet

For hver av fasene har vi beskrevet på et overordnet nivå hva som bør utføres og hva som bør forefinnes ved avslutningen av hver fase.

## 6.2 Forslag til videre arbeid

I denne rapporten har vi beskrevet tiltak som vi mener at man bør fokusere på hvis man ønsker å redusere frekvensen på revisjonsstanser. I tillegg har vi fokusert på tiltak som vi mener kan bidra til mere effektiv planlegging og gjennomføring av de revisjonsstansen som man strategisk sett mener er nødvendig. Forslagene er lagt på et overordnet nivå og vil derfor ikke kunne overføres direkte til en organisasjons konkrete revisjonsstansproblematikk. Vårt utgangspunkt var ikke å dekke alle problemstillinger knyttet til revisjonsstansens meget komplekse natur. Målet var å utarbeide et løsningsorientert produkt som kan skape grobunn for forbedring av fastsettelse av intervall, planlegg og gjennomføring av revisjonsstanser.

Vi mener at de skissert løsningene i denne rapporten fortsatt har utviklingspotensialet. Vi vil derfor foreslå videre forskning på følgende områder:

- Overordnede vedlikeholdsstrategi (videre utvikling og operasjonalisering av modellen for revisjonsstrategiutvikling)
- Integrerte styringssystemer (kobling mellom vedlikehold og prosjektstyringssystemer)
- Planleggingsmetoder (operasjonalisering av skissert konsepter)
- Oppfølging av revisjoner (videre utvikling og operasjonalisering av ny oppfølgingssystematikk, utarbeide nye prosedyrer, utvikle grensesnittet mot IT - baserte styringsverktøy)

Løsningene som er skissert i denne rapporten er ikke implementert i bedrifter som utfører revisjonsstanser i dag. Vi mener derfor at det er naturlig å tenke seg en forlengelse av dette



prosjektet over i et nytt prosjekt. Fokus i dette prosjektet mener vi bør ligge på de ovennevnte områdene, og på implementering og verifisering av effekten av de foreslåtte løsningskonseptene. Vi vil derfor utarbeide et prosjektforslag i løpet av september. I tillegg vil de aktuelle samarbeidspartnerne bli invitert med i prosjektet i løpet av oktober. Vi vil forsøke å få med minimum 3 bedrifter som utfører revisjonsstanser for uttesting av konseptene. Vår ambisjon for dette prosjektet er å utvikle en "Guide line" for gjennomføring av større revisjonsstanser i produksjons og prosessbedrifter. Stor i den sammenheng vil være bedrifter som gjennomfører revisjonsstanser med følgende karakteristika.

- Har revisjonsstanser som har store økonomiske konsekvenser
- Stanser med gjennomføringsfase på mere en 5 dager
- Stanser med gjennomføringsfase med flere en 30 personer involvert
- Stanser med gjennomføringsfase med flere en 25 aktiviteter

Prosjektet forventes å levere prosjektresultat "Guide line" for gjennomføring av større revisjonsstanser i produksjons og prosessbedrifter, juli 1999.

## Referanseliste

- Blanchard, Benjamin S., Verma, Dinesh og Peterson, Elmer L., *"Maintainability: A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management"*, John Wiley & Sons, INC, New York, USA 1994
- Bolseth, Sindre, *"Styring vedlikeholdsprosjekter i landbasert industri og på norsk sokkel – Diplomoppgave"*, NTNU, Trondheim 1998
- CEN/TC 319/WG4, *"Terminology – Draft"*, 1998
- Ebbesvik, Eirin Merete, *"Styring av vedlikeholdsprosjekter – Prosjektoppgave"*, NTNU, Trondheim 1997
- Ebbesvik, Eirin Merete, *"Planlagte revisjoner for utførelse av vedlikehold – Diplomoppgave"*, NTNU, Trondheim 1998
- Elvenes, Bjørn Otto, *"Forelesningsplansjer i fag 92529 Prosjektorganisering"*, NTNU, Trondheim 1998
- Norges forskningsråd, *"Euromaintenance Guide-lines – Draft"* SINTEF/NFV/NFR, Trondheim 1998
- Johansen, Agnar, Blakstad, Siri Hunnes, Torp, Olav, Thommesen, Thor William og Klakegg, Ole Jonny, *"Mindre ressurskrevende prosjektstyring"*, PS 2000, SINTEF, Trondheim 1996, ISBN 82-7706-062-9
- Jørgensen, Trond og Wallace, Stein W., *"Distributed Project Management – Paper"*, NTNU, Trondheim 1998
- Kelly, Anthony, *"Maintenance and its Management"*, Conference Communication, Surrey, UK 1989 ISBN 0-9506465-2-0
- Kelly, Anthony, *"Planning, Scheduling and Controlling Major Plant Shut-downs – Draft"*, Manchester 1997
- Odsbu, Håvard, *"Produksjonsstopp for utførelse av vedlikehold – Prosjektoppgave"*, NTNU, Trondheim 1998
- Project Management Institute, INC, *"A Guide To The Project Management Body of Knowledge"*, Project Management Institute, INC, Pennsylvania, USA 1998
- PS 2000, *"Prosjektterminologi"*, PS 2000, SINTEF, Trondheim 1997
- Rolstadås, Asbjørn, *"Praktisk prosjektstyring"*, Tapir Forlag, 2. utgave, Trondheim 1997, ISBN 82-519-1282-2
- Schjølberg, Per, *"Fag 63161 Driftsikkerhet, vedlikehold – Notater og rapporter"*, NTNU, Trondheim 1997



Westhagen, Harald, ”*Prosjektarbeid – Utviklings- og endringskompetanse*”, Universitetsforlaget AS, 3. utgave, Oslo 1991, ISBN 82-00-21302-1

**Vedlegg**

- Vedlegg 1 Terminologi; Vedlikehold, Driftssikkerhet og Prosjektstyring
- Vedlegg 2 Spørreskjema fra rapporten ”Styring av vedlikeholdsprosjekter”
- Vedlegg 3 Presentasjon