

ARKIV

NORVAR

16
1991

Prosjektrapport

NTNF/NORVAR-prosjektet
«Bruk av EDB i VAR-teknikken»

EDB-baserte vedlikeholdssystemer

Kravspesifikasjoner



Norske VAR-selskapers forening

NORVAR-rapport

Norske VAR-selskapers forening

Postadresse: 2312 OTTESTAD
Besøksadresse: HIAS, Sandvika (Ottestad)
Telefon: 065 76255

Rapportnummer:

16 - 1991

Dato:

9. september 1991

Antall sider (inkl. bilag)

74

Tilgjengelighet:

☒ Åpen

☐ Begrenset

Rapportens tittel:

EDB-BASERTE VEDLIKEHOLDSSYSTEMER
KRAVSPESIFIKASJONER

Forfatter(e):

P. Schjølberg, G. Mosevoll, T. Adamsen,
K. Helland, K. Reksten

Ekstrakt:

Den foreliggende rapporten representerer sluttrapporten i prosjektet EDB-baserte vedlikeholdssystemer i VAR-bransjen.

Arbeidet er konsentrert til:

- vedlikeholdsterminologi
- måldokument
- behov og nytte av EDB-baserte vedlikeholdssystemer
- beskrivelse av EDB-baserte vedlikeholdssystemer
- oppsett av kravspesifikasjon
- forslag til videre arbeid

Emneord, norske:

VAR-teknikk

Vedlikehold

EDB-baserte vedlikeholdssystemer

Driftssikkerhet

Emneord, engelske:

Sanitary engineering

Maintenance

Computerized Maintenance Management

System

RAM

Andre utgaver:

FORORD - FRA NORVAR

Denne rapporten beskriver resultatet av utført arbeid i arbeidsgruppen for FDV (Forvaltning, Drift og Vedlikehold). Arbeidet er utført som et delprosjekt under NTNF/NORVAR-prosjektet "Bruk av EDB i VAR-teknikken", som er beskrevet nedenfor.

Med utgangspunkt i rapporten og de erfaringer/kunnskaper FDV-gruppen nå besitter, arbeides det med å gå videre i fase 2, implementering av et (FD)V-program i en kommune.

NTNF/NORVAR-prosjektet "Bruk av EDB i VAR-teknikken"

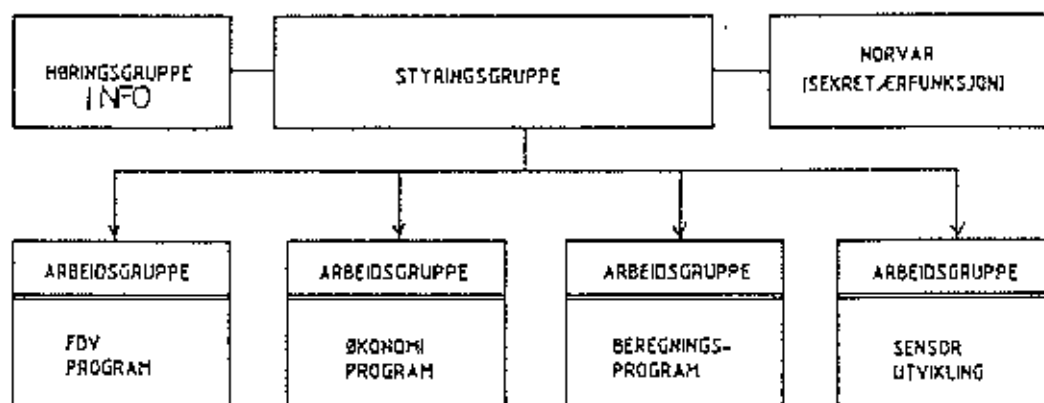


Fig. 1. Organisasjonsplan for prosjektet "EDB i VAR-teknikken".

Prosjektets mål er å samordne og fremme utvikling av EDB i VAR-sektoren. Dette skjer ved at det er opprettet en styringsgruppe, som ved hjelp av arbeidsgrupper, skal arbeide med programbeskrivelse, standardisering og eventuelt også programutvikling.

Organiseringen av prosjektet er illustrert i fig. 1 ovenfor. Under en styringsgruppe på 6 medlemmer er det opprettet 4 arbeids-/prosjektgrupper med følgende mandat i stikkordform:

ARBEIDSGRUPPE FOR FORVALTNING, DRIFT OG VEDLIKEHOLD (FDV)

- * Utarbeide beskrivelse av bransjens behov. (Kravspesifikasjoner)
- * Fremskaffe et FDV-system ut fra kravspesifikasjonene.

ARBEIDSGRUPPE FOR ØKONOMIPROGRAMMER.

- * Utarbeide standard kontoplan for budsjett og regnskap med utgangspunkt i tidligere arbeid i forskjellige kommuner. ("3S-R prosjektet" - samarbeids-prosjekt mellom Strand, Sortland, Steinkjer og Ringsaker kommuner i KS-regi - m.fl.). Styringsverktøy. Internregnskap/-budsjett. Vurdere samordning med offentlige kontoplaner.
- * Skal danne grunnlag for EDB-program både for FDV og kostnadsdokumentasjon.
- * Vurdere interne rutiner for budsjett og regnskap. Foreslå standardrutiner.

ARBEIDSGRUPPE FOR DRIFTSDATA-BEREGNINGSPROGRAMMER.

- * Utvikle programmoduler for viktige funksjoner i VAR-sektoren. (Beregninger basert på enkle målinger).

ARBEIDSGRUPPE FOR SENSORER/MÅLEUTSTYR.

- * Lage oversikt over eksisterende sensorer/måleutstyr i VAR-sektoren
- * Beskrive bransjens behov
- * Foreslå system for testing av sensorer/målere
- * Evt. foreslå utvikling

Prosjektet er delt i 2 faser. Fase 1 går ut på å fremskaffe kravspesifikasjoner/programgrunnlag. Fase 2 vil være evt. utvikling av nye program/ tilpasning av eksisterende program og implementering.

Pr. 19.02.91 var det 12 deltagere (kommuner/ interkommunale selskaper) med i prosjektet. Dette var:

A. Pakkeløsning FDV-program/ økonomiprogram/driftdataberegninger:	B. Sensorutvikling:
- HIAS - Nidarkretsen - O.V.A. - VEAS - MOVAR - Fredrikstad kommune - Bergen kommune - Stavanger kommune - Trondheim kommune - Bærum kommune	- HIAS - V.I.V. - O.V.A. - VEAS - RA-2/NRV - Bergen kommune - Bærum kommune - Stavanger kommune

Deltagerne vil få en betydelig kompetanseoppbygging ved deltagelse i hørings-/prosjektmøter, der prosjektet blir gjennomgått og diskutert. Prosjektdeltagerne vil bli delciere i det utarbeidede materialet og vil få delta i et opplegg for å ajourføre/videreutvikle det.

Sammensetning av gruppene:

Styringsgruppen for prosjektet:

- Svein Erik Moen, NORVAR (leder)
- Oddvar Lindholm, SFT
- Per Næss, NKF
- Roar Finsrud, Østlandskonsult A/S
- Kjartan Reksten, O.V.A. / VASK
- Pål Torneby, Ullensaker kommune
- Tor Petter Johnsen, NTN
- Steinar K. Nybruket, NORVAR (sekretær)

Arbeidsgruppe for FDV-programmer:

- Tore Adamsen, VEAS (leder)
- Knut E. Helland, Bærum Kommune
- Gunnar Mosevoll, SINTEF/NHL
- Kjartan Reksten, O.V.A./VASK (observatør for styringsgruppen)
- Per Schjølberg, SINTEF (sekretær)

Arbeidsgruppe for økonomiprogrammer:

- Inge Danielsen, Strand Kommune
- Ivar Kalland, Bergen Kommune
- Erling Bergh, Steinkjer Kommune
- Roland Fürst, Oslo Kommune
- Per Næss, NKF (observatør for styringsgruppen)
- Jan Leland, Strand Kommune (sekretær)

Arbeidsgruppe for driftsdataregningsprogrammer:

- Hans Wold, MOVAR
- Gunnar Gundersen, Fredrikstad kommune
- Haakon Fretheim, RIF/Ing. F.Grøner
- Rolf E. Petersen, Trondheim Ingeniørhøyskole/Brukerforeningen for EDB i VAR-teknikk
- Roar Finsrud, Østlandskonsult A/S (observatør for styringsgruppen)
- Sveinung Sægro, NTH (sekretær)

Gruppe for sensorutvikling:

For gjennomføring av et forprosjekt, har prosjektdeltagerne dannet følgende styringsgruppe:

- Arne Seim, Bergen kommune
- Odd K. Gaarde, HIAS
- Kjartan Reksten, O.V.A.
- Gunnar Hall, RA-2/NRV
- Åge Vistnes, Stavanger kommune
- Tore Adamsen, VEAS
- Arvid Flakstad, V.I.V.
- Dag Norum, Bærum kommune
- Tor P. Johnsen, NTN
- Steinar K. Nybruket, NORVAR (sekretær)

Prosjektet er finansiert ved prosjekttilskudd fra deltagerne og fra NTNØ og Miljøverndepartementet. Det har videre vært nedlagt betydelig egeninnsats i arbeidsgruppene.

NORVAR vil med dette takke alle som har bidratt til gjennomføringen av prosjektet.

Ottestad, den 9. sept. 1991

Steinar K. Nybruket

(sekretær)

FORORD - FRA FDV-ARBEIDSGRUPPEN

Den foreliggende rapporten utgjør sluttrapporten i første fase av prosjektet "EDB-baserte vedlikeholdssystemer i VAR-bransjen".

Prosjektet er utført i perioden 1989-08-23 - 1991-06-01 av en arbeidsgruppe bestående av:

Tore Adamsen	Vestfjorden Avløpsselskap
Gunnar Mosevoll	SINTEF-NHL
Knut Helland	Bærum kommune
Kjartan Reksten	Oslo vann- og Avløpsverk
Per Schjølberg	SINTEF

Tore Adamsen har vært formann og Per Schjølberg sekretær. Kjartan Reksten har møtt som observatør for styringsgruppen i NORVAR.

Rapporten er resultatet av et nært samarbeid innen arbeidsgruppen.

Prosjektet er støttet økonomisk av NTNF og følgende bedrifter:

- VAR-selskapet HIAS
- Nidarkretsen
- Oslo vann- og avløpsverk, OVA
- Vestfjorden Avløpsselskap, VEAS
- MOVAR, Interkommunalt selskap for Mosseregionen
- Fredrikstad kommune
- Bergen kommune
- Stavanger kommune
- Bærum kommune
- Trondheim kommune

Det praktiske arrangementet har fungert meget godt og arbeidsgruppen vil rette en takk til NORVAR og samarbeidsbedriftene for et meget godt samarbeid.

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	i
SAMMENDRAG	iv
1 INNLEDNING	1
1.1 Formål	1
1.2 Bakgrunn	2
1.3 Styring av naturlige monopoler	3
1.4 Styring og informasjonsflyt	5
2 DEFINISJONER	8
2.1. Innledning	8
2.2 Forvaltning	8
2.3 Drift	10
2.4 Vedlikehold	10
2.4.1 Korrigerende vedlikehold	12
2.4.2 Forebyggende vedlikehold	12
2.4.3 Driftssikkerhet og tilgjengelighet	13
2.5 EDB-baserte vedlikeholdssystemer	14
3 MÅLDOKUMENT	15
3.1 Innledning	15
3.2. Virksomhetserklæring	17
3.3 Hovedmål	18
3.3.1 Ledningsnett	18
3.3.2 Stasjoner	18
3.3.3 Renseanlegg	19
.....	19
3.4 Driftssikkerhets- og vedlikeholdsmål generelt	20
3.5 Driftssikkerhetsmål, vedlikeholdsmål og vedlikeholdsstrategier innen ledningsnett, avløp og renseanlegg	22
3.5.1. Ledningsnett - vannforsyning	23
3.5.2 Ledningsnett - avløp	24
3.5.3 Renseanlegg	25
3.6 Generelt. Bransje strategier for vedlikehold	25
4 EDB-BASERTE VEDLIKEHOLDSSYSTEMER	27
4.1 Bakgrunn	27
4.2 Behov for EDB-baserte systemer i VAR-bransjen	28
4.3. Krav til VAR-bedriftene/virksomhetene	29
4.4. Hovedfunksjoner	30
4.5 Moduler i et vedlikeholdssystem	30
4.5.1 Anleggsregister/Identifikasjonssystem	32

4.5.2. Korrigerende vedlikehold	34
4.5.3 Arbeidsordre	34
4.5.4 Forebyggende vedlikehold	41
4.5.5. Reservedeler	42
4.5.6 Tegnings- og dokumentasjonsarkiv	42
4.5.7 Forholdet mellom det EDB-baserte vedlikeholdssystemet og regnskapet	43
4.6 Vedlikeholdshistorikk	44
4.6.1. Innledning	44
4.6.2 Vedlikeholdshistorikksystem - innhold	45
4.6.3 Vedlikeholdshistorikksystem - anvendelse	46
4.6.4 Informasjonsbehov for de enkelte delene av en vedlikeholdsorganisasjon	46
4.7 Styringskriterier for vedlikehold og behov for erfaringsdata og analyser	48
4.7.1 Mål og styring	48
4.7.2 Behov for analyser	48
4.8. Spesifikasjon	52
4.8.1 Bakgrunn	52
5 VIDERE ARBEID	60
Vedlegg 1	62
Vedlegg 2	63

SAMMENDRAG

Rapporten presenterer resultater fra prosjektet "EDB-baserte vedlikeholdssystemer" i VAR-bransjen.

Arbeidet har omfattet:

- Tilpasning av allmenn FDV terminologi til VAR-bransjen
- Forslag til disposisjon for et måldokument
- Kartlegging av behov og presentasjon av nytte av EDB-baserte vedlikeholdssystemer
- Beskrivelse av EDB-baserte vedlikeholdssystemer
- Oppsett av kravspesifikasjon
- Presentasjon av forslag til videre arbeid

Med forvaltning menes administrasjon og planlegging av personlige og tekniske ressurser som er uavhengig av driften av anleggene.

Med drift menes aktiviteter som har som mål å få et anlegg til å oppnå angitt prestasjon og funksjon.

Vedlikehold er aktiviteter som gjennomføres for å opprettholde eller gjenvinne et systems funksjonsegenskaper. I rapporten er det hovedsaklig valgt å fokusere på vedlikeholdsdelen.

Rapporten er tenkt å være et hjelpemiddel til å planlegge, sette opp kravspesifikasjon, implementere og anvende EDB-baserte vedlikeholdssystemer.

Den presenterte kravspesifikasjonen er tenkt brukt som grunnlag for diskusjon med systemleverandører, implementering og anvendelse av EDB-baserte vedlikeholdssystemer.

Med EDB-baserte vedlikeholdssystemer menes her systemer til administrasjon av data og historikk knyttet til planlegging og gjennomføring av vedlikehold.

Slike systemer skal bidra til å:

- Forenkle og forbedre administrasjon av informasjon i vedlikeholdet
- Lette planlegging og utførelse av drift og vedlikehold gjennom innsamling, bearbeiding og bruk av:
 - Data om anleggenes oppbygging og funksjon
 - Historiske data om driftsprestasjoner, driftsforstyrrelser og vedlikehold.

Prosjektet som ble initiert av NTNF og NORVAR, er utført av en arbeidsgruppe bestående av:

Tore Adamsen	VEAS (formann)
Knut Helland	Bærum kommune
Gunnar Mosevoll	SINTEF - NHL
Kjartan Reksten	OVA (observatør)
Per Schjølberg	SINTEF (sekretær)

Rapporten er fremkommet gjennom arbeidsmøter, kommunikasjon med brukere og diskusjon med systemleverandører.

De eksisterende FDV-systemer som finnes på markedet og som er i bruk, er primært vedlikeholdssystemer. Systemene kan i tillegg gi inn informasjon til og hente informasjon fra drifts- og forvaltningssystemer.

Et EDB-basert vedlikeholdssystem bør bygges opp med basis i et velfundamentert og nedskrevet måldokument for driftssikkerhet og vedlikehold. Det er få virksomheter i VAR-bransjen som har laget slike dokumenter. I denne rapporten er det satt opp forslag til disposisjon av et måldokument.

Dette måldokumentet danner sammen med innhentet behov, grunnlaget for kravspesifikasjonen til det EDB-baserte vedlikeholdssystemet. Krav spesifikasjonen bør bygges opp omkring følgende moduler:

- Identifikasjonssystem/anleggsregister
- Korrigerende vedlikehold
- Forebyggende vedlikeholdsprogram
- Reservedelssystem
- Tegnings- og dokumentasjonsarkiv
- Analyse og historikk

Det EDB-baserte vedlikeholdssystemet bør bygges opp omkring et identifikasjonssystem/anleggsregister. Dette er den første modulen som bør bygges opp og innføres.

Arbeidsomfanget med denne modulen vil være avhengig av både type anlegg og ikke minst av hvor detaljert anlegget deles opp og beskrives.

I en tidlig fase bør en også lage en arbeidsordre, som skal benyttes til bestilling, planlegging og rapportering av vedlikeholdsarbeidet. Arbeidsordren må kunne benyttes både til korrigerende og forebyggende vedlikehold.

Det forebyggende vedlikeholdsprogrammet må bygges opp på basis av drifts- og vedlikeholdserfaringer og bestå av klart definerte aktiviteter til bestemte tidsintervaller.

Programmet må i første omgang lages for de anleggsdelene som er viktig for å

opprettholde tjenesteyting, f.eks. driftssikkerhet.

Reservedelssystemet må bygges opp omkring identifikasjonssystemet og må kunne benyttes til bestillinger, uttak og kostnadsstyring.

Tegnings- og dokumentasjonsarkiv finnes i mange VAR-bedrifter. Denne modulen må etterhvert registreres i samsvar med identifikasjonssystemet.

En viktig modul i det EDB-baserte vedlikeholdssystemet er historikkmodulen. Historikkmodulen må ivareta informasjon om feil/svikt, utført vedlikeholdsarbeid, årsaker, nedetid, reservedelsforbruk etc.

Etter å ha lagret og bearbeidet historiske hendelser over en tid, skal systemet kunne gi ut en rekke forskjellige rapporter om anleggets tilstand og ytelser. Disse må kunne brukes som underlag for eventuelle forslag til ombygginger.

Denne historikken vil også være viktig underlag for drifts- og vedlikeholdsanalyser.

For at systemene skal bli effektive verktøy i arbeidet med drift, vedlikehold og fornyelse kreves det videre:

- Brukertilpassete systemer
- God systembeskrivelse
- Effektive informasjons- og opplæringsprogrammer
- Oppbygging av systemhierarki og et forebyggende vedlikeholdsprogram samt andre støtteprogrammer

Prosjektet må betraktes som første fase i et program for effektivisering av vedlikeholdsfunksjonen i VAR-bransjen.

En naturlig videreføring kan være gjennom:

- Videreutvikling, implementering og uttesting av systemet i en eller noen få utvalgte bedrifter
- Utvikling av en vedlikeholdshandbok for bransjen

1 INNLEDNING

1.1 Formål

Formålet med dette prosjektet har vært å:

- Utvikle et måldokument for drift, vedlikehold og fornyelse av VAR-anlegg.
- Utarbeide en beskrivelse av bransjens behov og ønsker med hensyn på FDV-system.
- Fremskaffe en oversikt over spesielle begrensninger og problemer med innføring av EDB-baserte vedlikeholdssystemer i VAR-bransjen.
- Utarbeide et forslag til vedlikeholdsterminologi for bransjen
- Utarbeide et forslag til kravspesifikasjoner for et (FD)V-system.
- Vurdere om en skal gå til anskaffelse av et etablert EDB-basert vedlikeholdssystem, eller om en skal utvikle et eget system for bransjen.

Arbeidet er primært fokusert på vedlikehold og drift. Det er lagt mindre vekt på forvaltning.

Ut i fra gruppens sammensetting og avtale med NORVAR er det hovedsaklig valgt å trekke frem VA-området (vann og avløp) i beskrivelsen og eksemplifiseringen. Imidlertid vil det som er presentert om VA-anleggene, også i det alt vesentlige også gjelde for renovasjonsanlegg (R).

Rapporten henvender seg hovedsaklig mot VAR-bransjen, men både definisjoner, måldokument og kravspesifikasjonen kan etter litt bearbeiding, også tilpasses andre kommunale enheter slik som bygg, vei etc.

Rapporten omhandler (FD)V i VAR-bransjen på en generell basis. Arbeidet er rettet både mot store og små kommuner. De formater og konsepter som er utarbeidet, skal primært kunne anvendes i de store kommunene, men etter litt bearbeiding og forenklinger kan de imidlertid også anvendes i de mindre kommunene.

I rapporten er det presentert en rekke tiltak som må iverksettes i forkant av og under implementeringen av de EDB-baserte vedlikeholdssystemene. Innføringen av disse krever høy prioritering og god tilgang til ressurser. Effekten av tiltak vil som oftest først være målbar etter to-tre år.

1.2 Bakgrunn

VA-anlegg

Mengden av vannforsynings- og avløpsanlegg går fram av tabell 1.2.1

Tabell 1.2.1 Oversikt vannverk, avløpsanlegg og
VA-ledninger. (1), (2), (3).

*	Antall vannverk	ca. 1400
	derav med filtrering eller fullrensing (1)	ca. 100
*	Antall avløpsrenseanlegg > 50 pe (1983 (2)):	ca. 640
*	Kommunale VA-ledninger (1982 (1), 1984 (3)):	ca. 55 000 km

Det finnes ingen landsstatistikk for pumpestasjoner, høydebasseng og fordrøyningsanlegg. Det totale antallet er neppe mindre enn 10.000.

Gjenanskaffelsesverdien for VA-anleggene er neppe mindre enn 130-140 milliarder kroner.

De totale, årlige utgiftene til nyanlegg, drift, vedlikehold og fornyelse av kommunale VA-anlegg er anslagsvis 5-6 milliarder.

Bruken av EDB i VAR-sektoren

Hittil har det blitt utviklet en rekke EDB-baserte beregningsprogrammer i VAR-sektoren. De første programmene ble utviklet på midten av 1970-årene. I de siste årene har EDB-systemer for ledningsnett og registrering av ledningsnettets tilstand (MIVAREG, VA-LEKA) blitt tatt i bruk.

En av de viktigste oppgavene nå er å utvikle og implementere EDB-baserte systemer for forvaltning, drift og vedlikehold av vann-, avløp- og renovasjonsanlegg.

Det er allerede utviklet en rekke forskjellige programmer og systemer for forvaltning, drift og vedlikehold både i industrien og i VAR-bransjen. Mye av utviklingen i VAR-bransjen, slik som i andre bransjer, skjer imidlertid ofte uten koordinering. Det er derfor store muligheter for dobbeltarbeid og dermed sløsing med ressursene. I tillegg er det stor usikkerhet ute blant anleggseierne når det gjelder definisjon av behov, oppsetting av spesifikasjoner, valg og bruk av slike systemer.

For å forhindre unødvendig dobbeltarbeid og for å sikre at det så raskt som mulig blir utarbeidet brukertilpasset EDB-baserte FDV-systemer har NORVAR i samarbeid med NTNF nedsatt en arbeidsgruppe som skal arbeide med dette temaet (spesielt EDB-baserte vedlikeholdssystemer). Et slik vedlikeholdssystem skal kunne brukes for store og små anlegg i store og små kommuner.

1.3 Styring av naturlige monopoler

Vannforsyning og avløp er et naturlig monopol. I noen grad gjelder dette også renovasjon. Uansett om driften er privat eller kommunal, må styring av et VA-verk foregå på en annen måte enn i en bedrift som selger varer og tjenester på et marked med fri konkurranse.

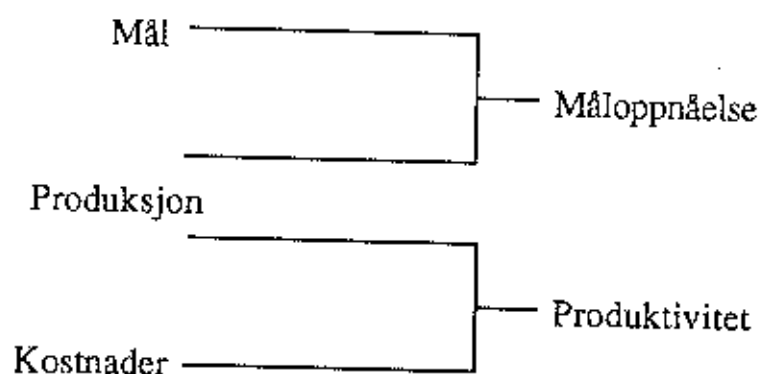
For bedrifter som hovedsaklig styres av markedskreftene, forteller følgende forhold om hvor godt en slik bedrift går:

- Overskudd/underskudd
- Kvalitet på produktet
- Virkningen på naturen (f.eks. ved uttak av råvarer og utslipp fra produksjonen).
- Markedsandeler

Ved styring av VA-verk tar en utgangspunkt i:

- Mål for kvalitet og mengde på varer og tjenester som skal produseres.
- Budsjett

Mål, resultater og kostnader må kunne dokumenteres for hver enkelt del av virksomheten, slik at en kan sette opp nøkkeltall for forhold beskrevet i figur 1.3.1.



Figur 1.3.1 Nøkkeltall for måloppnåelse og produktivitet brukes for styring av naturlige monopoler

Disse nøkkeltallene har følgende hensikter:

- Beskrive virksomheten (oppbygging av anleggene, tilstand og funksjon samt kostnader).
- Lette planlegging og styring av drift og vedlikehold.
- Lette sammenligningen med andre VA-verk.
- Gi politikere og abonnenter bedre innsyn.

Et EDB-basert (FD)V-system kan bli et viktig middel i arbeidet med å nå de oppsatte mål og for å bedre oversikten og mulighetene for innsyn i VAR-virksomhetene. I arbeidet med kravspesifikasjonene til dette (FD)V-systemet er det lagt stor vekt på å legge forholdene til rette for dette. Dette (FD)V-systemet skal ha følgende to hovedfunksjoner:

- Å fungere som et effektivt dataverktøy som muliggjør, forenkler og rasjonaliserer administrasjon av informasjon og data om drift og vedlikehold.
- Å lette planlegging og utførelse av drift og vedlikehold, slik at anlegg og utstyr utnyttes bedre og til en lavere kostnad enn i dag.

1.4 Styring og informasjonsflyt

Effektiv forvaltning, drift og vedlikehold forutsetter:

- Rask og sikker informasjonsflyt mellom datalagre og styringssystemet.
- Datalagre for økonomiske data:
 - Budsjett og utgifter for inneværende år
 - Sammendrag av utgifter for tidligere år
 - Kapitalkostnader
- Datalagre for fysiske data:
 - VAR-anleggenes oppbygging og funksjon
 - Tilstanden til anleggene

Det er mest hensiktsmessig å lagre informasjon om VAR-anleggenes oppbygging, funksjon og tilstand i datalagrene:

- Et EDB-basert system for styring av drift, vedlikehold og fornyelse
- Identifikasjons-system for renseanlegg og stasjoner
- Identifikasjons-system for ledninger

Informasjon om utgifter og kapitalkostnader kan lagres i kommuneregnskapet. Datalagrene for fysisk data og kommuneregnskapet må aktivt kommunisere med det EDB-baserte vedlikeholdssystemet, slik at en for hvert enkelt anlegg får informasjon om:

- Aktiviteter som ble utført
- Kostnader
- Innsatsmidler som ble brukt

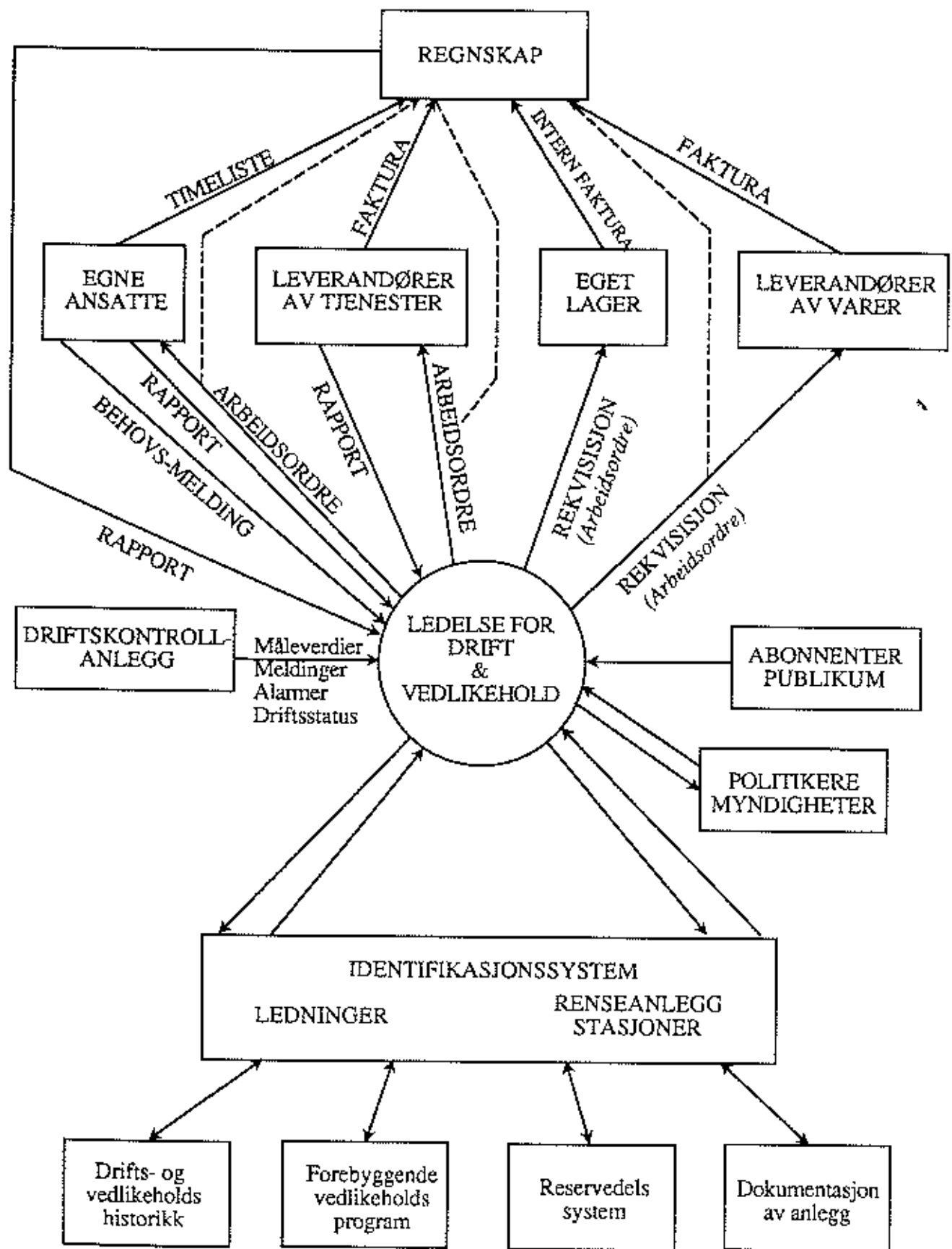
For at informasjonsflyten skal bli så effektiv og sikker som mulig, må informasjonsbærerene standardiseres:

Sentrale informasjonsbærere er:

- Arbeidsordre med rapport for utført arbeid
- Timeste
- Rekvisisjon for materiell, tjenester, energi

- Faktura
- Behovsmelding/skademelding/klage
- Rapport fra datalagrene om fysiske data
- Rapport fra regnskapet
- Måleverdier, meldinger og alarmer fra driftskontrollanlegget
- Måleverdier, analyseresultater, rapporter fra undersøkelser o.l. som bringes inn for hånd.
- Arbeidsprogram dvs. oversikt over planleggbare drifts- og vedlikeholdsaktiviteter.

Figur 1.4.1 viser eksempel på hvordan informasjonen flyter.



Figur 1.4.1 Eksempel på informasjonsflyt i et EDB-basert system for drift, vedlikehold og fornyelse.

2 DEFINISJONER

2.1. Innledning

Aktiviteter i et VAR-anlegg kan inndeles i:

- Forvaltning
- Drift
- Vedlikehold
- Nyanlegg/fornyelse

Disse aktivitetene samt driftssikkerhet og tilgjengelighet er nærmere diskutert nedenfor.

Det foreligger ikke noen vedtatt norsk terminologi innenfor dette fagområdet. Derfor kan de presenterte "definisjonene" sees på som et forsøk i å sette igang en diskusjon om disse begrep i kommunal teknisk virksomhet.

En har så langt som mulig prøvd å følge en generell internasjonal anerkjent fagterminologi.

Det finne ingen klare bastante grenselinjer mellom begrepene. Det vil alltid være en glidende overgang mellom dem. Innholdet i begrepene vil også i noen grad være anleggs- og virksomhetsorientert.

2.2 Forvaltning

Med forvaltning menes: Aktiviteter, (administrasjon og planlegging av personlige og tekniske ressurser), som er uavhengig av anleggenes drift. Administrasjon og ledelse utgjør hoveddelen av disse aktivitetene. Imidlertid kan det enkelte ganger være vanskelig å skille driftsuavhengige og driftsavhengige aktiviteter.

Tradisjonelt har forvaltning blitt oppfattet som lov og regelbundne prosesser. I stedet for forvaltning kunne det være bedre å erstatte begrepet med de selvbeskrivende uttrykkene administrasjon, planlegging og opplæring.

En nærmere presisering av begrepet vil gå fram av tabell 2.2.1.

Tabell 2.2.1 Eksempler på drifts- og vedlikeholdsoppgaver.

Aktivitet	Drift	Vedlikehold		Fornyelse
		Forebyggende	Korrigerende	
VANNLEDNINGER * overvåking av f.eks trykk, vannforsyning etc. * undersøkelse og overvåking av vannkvalitet * spyling av ledninger * lekkasjesøking * utbedring av svikt/feil * utskiftninger * større utskiftninger	x x x		x x x	x
AVLØPSLEDNINGER * overvåking av vanntilstand * undersøkelser/måling av vannkvalitet * spyling av avløpsrør/ledninger * fjerning av tilstoppinger i rør/ledninger * utbedring av brudd * større utskiftninger * TV inspeksjon	x x x (x) x	x	x x	x
PUMPESTASJONER * overhaling av pumper etc. * reparasjon av slitedeler * spyling av sump etc. * utskifting av pumpe * større utskiftninger	x	x	(x) x (x) x	(x) x
VAKT/DRIFTSSENTRALER * mottar og vurderer alarm, meldinger etc. * planlegger og iverksetter vedlikeh.oppgaver	x (x)	(x) x	(x) x	
RENSEANLEGG * mottar og vurderer alarm * overvåking av prosessen * inspeksjoner m.h.p. vedlikehold * spyling av rør og ledninger * utskiftninger av slitte deler * større utskiftninger	x x x	x	x	x
BYGNINGER FOR ALLE TYPER ANLEGG * maling av overbygg * renhold av bygninger etc. * renhold på teknisk utstyr * skifte av overbygg * andre større utskiftninger	x	x x x	(x)	x x

2.3 Drift.

Med drift menes; Aktiviteter som har som mål å få et anlegg til å oppnå angitt prestasjon. Drift vil derfor også innbefatte overvåkning og styring av prosessen for vann, avløp og renovasjonsanlegg.

Driftskostnader vil innbefatte kostnader til personell, energi, overvåkning av prosessen, nødvendige driftsmidler etc.

Spyling og rengjøring av rør, ledninger, pumpestasjoner etc. som gjøres mer eller mindre kontinuerlig er å betrakte som drift. Disse aktiviteter vil i stor grad være forårsaket av uregelmessigheter i drifts-"prosessen" og ikke innbefatte bygningsteknisk/(maskin)tekniske inngrep i rørledninger eller utstyr.

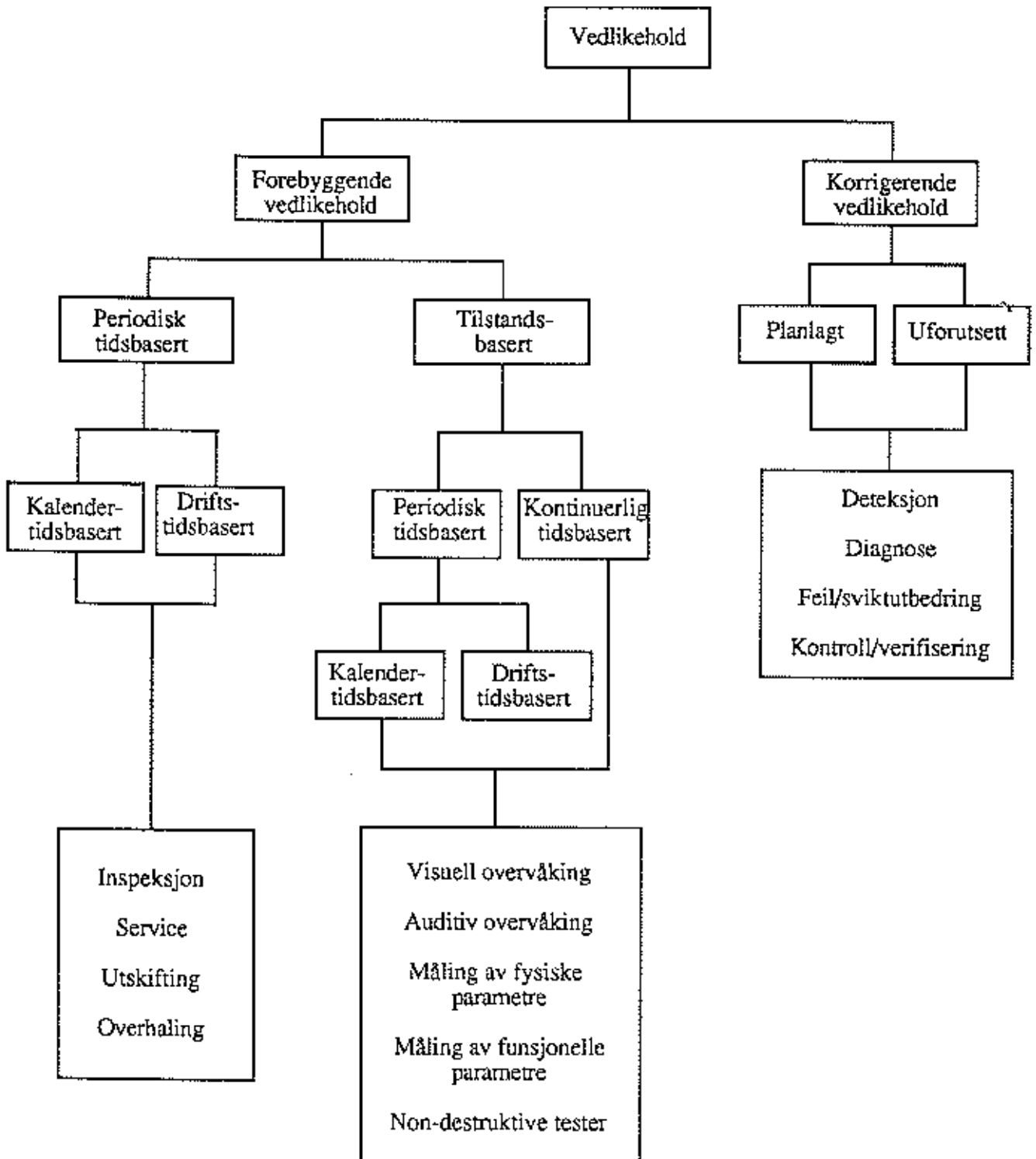
2.4 Vedlikehold.

Med vedlikehold menes: Aktiviteter (tekniske og administrative) som gjennomføres for å opprettholde eller gjenvinne et systems funksjons-egenskaper (5).

Vedlikehold kan inndeles i:

- Forebyggende vedlikehold
- Korrigerende vedlikehold

Denne oppdelingen er eksemplisert i figur 2.4.1.



Figur 2.4.1 Vedlikeholdstyper.

2.4.1 Korrigerende vedlikehold.

Med korrigerende vedlikehold menes; Aktiviteter som gjennomføres etter at feil/svikt har oppstått; dvs. aktiviteter som gjennomføres for å gjenvinne et systems funksjon etter at feil/svikt har inntruffet.

Det korrigerende vedlikeholdet kan inndeles:

- Deteksjon
- Diagnose
- Feil/svikt utbedring
- Kontroll/verifikasjon

Det korrigerende vedlikeholdet oppstår og utføres ikke bare når driften stopper på grunn av at en enhet feiler/svikter, men også når feil/svikt blir indikert gjennom forebyggende vedlikehold.

Typiske korrigerende vedlikeholdsaktiviteter er:

- Utskifting av feilet/sviktet enhet
- Reparasjon og justeringer av feilet/sviktet enheter

2.4.2 Forebyggende vedlikehold

Med forebyggende vedlikehold menes; Aktiviteter som gjennomføres før feil/svikt har oppstått, dvs. aktiviteter for å forebygge feil/svikt, dvs. være i forkant av problemene.

Hensikten med forebyggende vedlikehold er:

- Hindre, eventuelt utsette at feil/svikt utvikler seg slik at utstyret eller anlegget stanser, eventuelt fører til skade på annet utstyr og anlegg.
- Hindre skader på mennesker og miljø
- Redusere behovet for korrigerende vedlikehold

Forebyggende vedlikehold er effektiv mot feil/sviktmødi som er forårsaket av en kjent utslitningsprosess. Tilfeldige feil/svikt kan være vanskelig å håndtere i et forebyggende vedlikeholdsprogram.

De forebyggende vedlikeholdsaktivitetene kan f.eks. bestå av:

- Planlagte utskiftninger
- Overvåking/tilstandskontroll

Dette er aktiviteter som hovedsaklig blir utført med basis i utarbeidede programmer med definerte innhold og intervall. Overvåking/tilstandskontroll vil i flere tilfeller også inngå som en del av den daglige driften.

2.4.3 Driftssikkerhet og tilgjengelighet.

Driftssikkerhet

Med driftssikkerhet menes: Evnen (egenskapen) som et system har til å utføre sin tiltenkte funksjon, på et bestemt tidspunkt eller over en gitt tidsperiode, og under gitte forhold uten prestasjonsnedsetting pga. feil/svikt og vedlikehold.

I begrepet er det tatt hensyn til systemets pålitelighet og de ressursene som må anvendes for å opprettholde eller gjenvinne et systems funksjonsegenskaper etter at feil/svikt har oppstått.

Driftssikkerhet er alltid knyttet til et bestemt driftsmiljø, til en fastlagt vedlikeholdsløsning og til et bestemt vedlikeholdsmiljø.

Tilgjengelighet

Med tilgjengelighet menes: Sannsynligheten for at et system på et gitt tidspunkt eller over en gitt tidsperiode funksjonerer tilfredsstillende forutsatt gitte drifts-, miljø- og vedlikeholdsforhold.

Tilgjengelighet anvendes som et kvantitativt mål på driftssikkerhet.

Alternativt kan derfor tilgjengelighet uttrykkes som sannsynligheten for at et system, ved et definert tidspunkt og under gitte drifts-, miljø- og vedlikeholdsforhold, er funksjonsdyktig.

Tilgjengelighet kan også uttrykkes som forholdet mellom virkelig og ønsket funksjonstid (forholdet mellom oppe og nedetid), dvs.

$$A = \frac{\text{oppetid}}{\text{oppetid} + \text{nedetid}}$$

2.5 EDB-baserte vedlikeholdssystemer.

I dette prosjektet er det valgt å fokusere på EDB-baserte vedlikeholdssystemer.

EDB-baserte vedlikeholdssystemer vil i stor grad, hvis de blir riktig anvendt, også frembringe resultater som er av stor betydning for økonomistyringen, drift og forvaltning. Dette gjelder først og fremst data angående:

- Økonomi og kostnader
 - Vedlikeholdstimekostnader (personellkostnader)
 - Reservedelskostnader
 - Nedetidkostnader
- Innkjøp og lager
 - Innkjøpskostnader (hovedsaklig materiellkostnader)
 - Lagerkostnader
- Utstyrsspesifikasjoner
- Beslutningsunderlag
 - Planlegging av drift, vedlikehold og fornyelse

Informasjonen fra det EDB-baserte vedlikeholdssystemet er primært beslutningsunderlag (erfaringer) til styring og korrigerende av drift og vedlikehold.

De EDB-baserte FDV-systemene som finnes på markedet er i det alt vesentlige vedlikeholdssystemer med kobling til forvaltning og drift.

3 MÅLDOKUMENT

3.1 Innledning

Karakteristisk for utviklingen innen VAR-bransjen er at de tekniske løsninger blir stadig mer komplekse og avanserte.

Dette sammen med strengere miljøkrav og sterkere fokusering på økonomisk styring og produktivitet, stiller strenge krav til driftssikkerhet og til et effektivt vedlikehold.

Den perioden da vedlikeholdet i VAR-sektoren var kjennetegnet av tilfeldige reparasjoner av havarert utstyr og systemer samt liten andel av forebyggende vedlikehold, bør nå være tilbakelagt. Vedlikeholdet må ikke bli oppfattet som et nødvendig onde, men som en aktivitet som bidrar til kostnadseffektivitet.

Derfor må en også i VAR-bransjen satse profesjonelt på vedlikehold i fremtiden. For at en slik satsing skal gi effektive resultater bør en fastlegge konkrete vedlikeholds- og driftssikkerhetsmål samt strategier for:

- Hvilke tjenester og kvalitet på tjenester som skal ytes
- Økonomi
- Arbeidsmiljø

For å nå disse målene må det settes opp klare krav og handlingsplaner for vedlikeholdsarbeidet.

Utarbeidelse av driftssikkerhetsmål og utvikling av et effektivt vedlikeholdsstyrings (strategi) dokument (senere kalt måldokument) for VAR-bransjen, er ingen entydig og enkel oppgave.

Det er få kommuner som har laget et slikt dokument fram til nå. Imidlertid er det, et stort antall som har planlagt å igangsette et slik arbeid i nær fremtid.

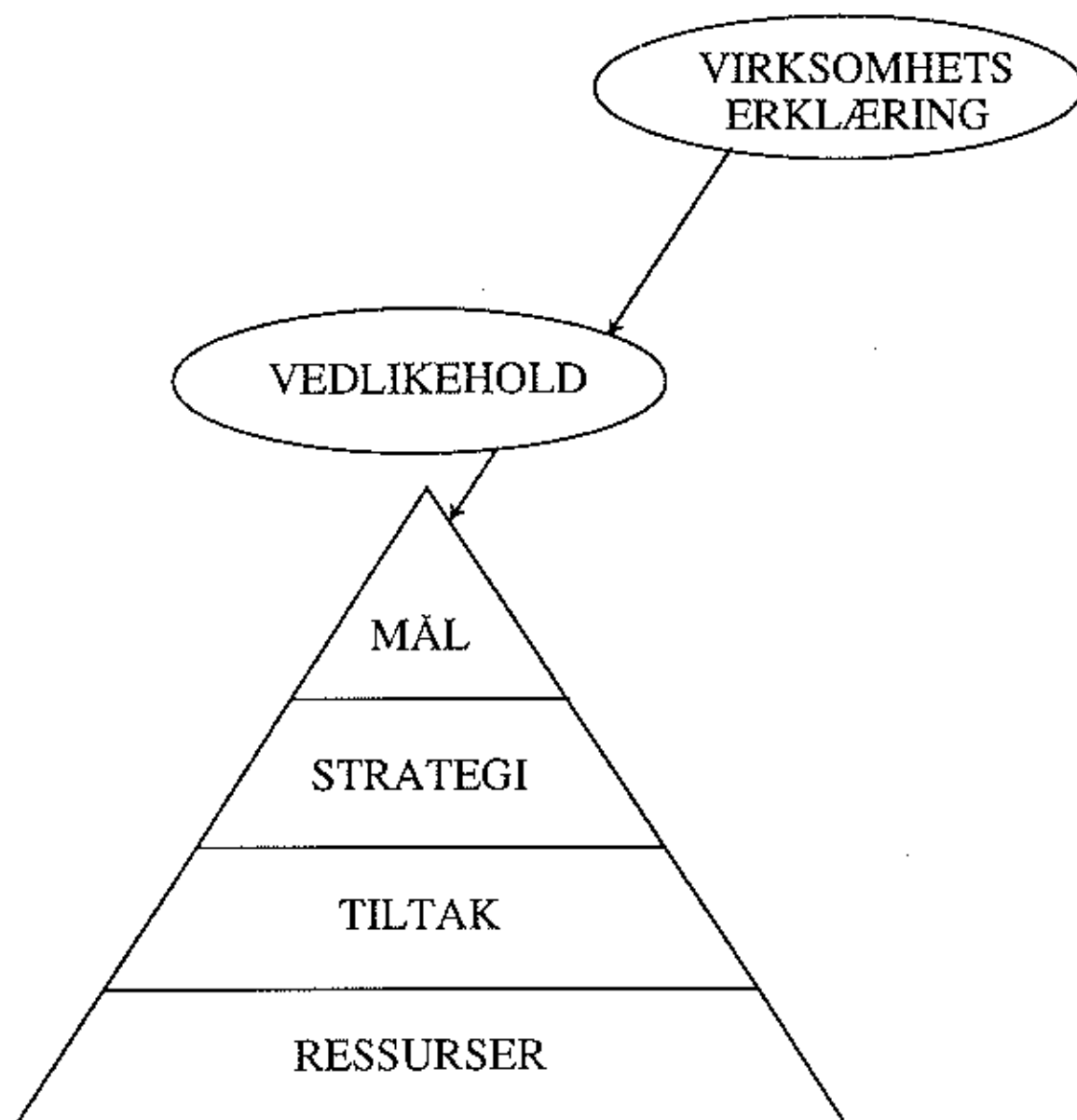
Denne rapporten presenterer prosjektgruppens forslag til disposisjon for et slikt måldokument. Dokumentet er primært laget som et underlag for oppsett av spesifikasjon, planlegging og implementering av et EDB-basert vedlikeholds(informasjons) system for bransjen

Dokumentet burde også være til god hjelp for den enkelte VAR-bedrift under arbeidet med å fremskaffe et mål for virksomheten og strategi for vedlikehold og driftssikkerhet.

Enhver bedrift bør basere sin virksomhet på en virksomhetserklæring etterfulgt av et hovedmål. Her er det valgt å bygge opp måldokument etter en hierarkisk modell som vist på figur 3.1.1.

Alle viktige funksjoner, tiltak og aktiviteter bør utformes og prioriteres gjennom bruk av en slik planmodell. De fremtidige satsinger innenfor EDB-baserte vedlikeholdssystemer bør spesielt relateres til vedlikeholdsmål- og strategier og sees i relasjon til tilgjengelige ressurser, organisering og tilgang på andre hjelpemiddel.

Figur 3.1.1 illustrerer at vedlikeholdspyramiden med mål og strategi må avledes av en virksomhetserklæring.



Figur 3.1.1 Hierarkimodell - Målpyramide

Hovedmålene er en ytterligere detaljering av virksomhetserklæringen. Hovedmål er grunnleggende mål for bedriften og dens virksomhet - hva den står for og hva den ønsker å stå for. Hovedmålene må være av langsiktig og av noenlunde stabil karakter. Men de må også være gjenstand for periodiske vurderinger, slik at de er i samsvar med en allment godtatt verdioppfatning.

Da vannforsyning og avløp, og delvis også renovasjon er naturlige monopoler, vil mange av målene for denne type bedrifter/virksomheter skille seg noe fra tilsvarende mål hos private bedrifter.

Hovedmålene kan deles i følgende grupper:

- Tjenester som skal ytes kundene
- Økonomi
- Arbeidsmiljø

I de etterfølgende kapitler er det presentert en virksomhetserklæring og foreslått mål for:

- Ledningsnett for vannforsyning og avløp
- Stasjoner (pumpestasjoner, høydebasseng, trykkreduksjonsanlegg, fordrøyningsanlegg og regnvannsoverløp)
- Renseanlegg

3.2. Virksomhetserklæring.

Virksomhetserklæringen skal vise grunnlaget for vann, avløps- og renovasjonsverkets virksomhet. Følgende utsagn er brukbare i en slik erklæring:

VA

- Vi skal dekke etterspørselen etter vann med drikkevannskvalitet i vår kommune.
- Vi skal ta imot avløpsvannet fra tettbebyggelse og industri i vår kommune. Vannet skal transporteres fram til renseanlegg og utslippsanlegg. Transport, rensing og utslipp skal skje, slik at det ikke oppstår nevneverdig skade på naturen, hverken i vår kommune eller utenfor kommunen, slik at myndighetenes konsesjonsvilkår er oppfylt.

(Ideen til denne virksomhetserklæringen er hentet fra Bergen kommunes måldokument "Våre mål mot år 2000") (4).

3.3 Hovedmål.

3.3.1 Ledningsnett

Hovedmålene for VA-ledningsnett bør være knyttet til:

- Vannforsyning
 - Dekningsgrad (hvor stor del av husholdningene og bedriftene er knyttet til ledningsnettet)
 - Funksjon
 - Vannkvalitet
 - Kapasitet
 - Driftssikkerhet
 - Lekkasjetap
 - Økonomi
 - Arbeidsmiljø
- Avløp
 - Dekningsgrad
 - Funksjon
 - Innlekking/forurensningstap fra ledningsnettet
 - Kapasitet
 - Driftssikkerhet
 - Vannbalansen i naturen
 - Økonomi
 - Arbeidsmiljø

3.3.2 Stasjoner.

Hovedmålene for denne virksomheten kan være knyttet til:

- Vannforsyning
 - Pumpestasjoner:
 - Kapasitet
 - Driftssikkerhet
 - Drifts- og vedlikeholdskostnader
 - Arbeidsmiljø
 - Høydebasseng:
 - Kapasitet/utjevningseffekt
 - Påvirkning på vannkvalitet
 - Driftssikkerhet

Drifts- og vedlikeholdskostnader
Arbeidsmiljø

- Trykkreduksjonsanlegg:
Kapasitet, trykk
Driftssikkerhet
Arbeidsmiljø

- Avløp

- Pumpestasjoner:
Kapasitet
Driftssikkerhet
Drifts- og vedlikeholdskostnader
Arbeidsmiljø
- Fordrøyningsbasseng:
Utslipp av forurensinger i overløp og sannsynlighet for
oversvømmelse
Driftssikkerhet
Drifts- og vedlikeholdskostnader
Arbeidsmiljø
- Regnvannsoverløp:
Vannføring til avskjærende ledning
Avlastet vannmengde/utslipp av forurensninger
Driftssikkerhet
Drifts- og vedlikeholdskostnader
Arbeidsmiljø

3.3.3 Renseanlegg.

Hovedmålene for renseanlegg kan være knyttet til:

- Vannforsyning:
 - Abonentenes krav til vannkvalitet
 - Vannet skal ikke tære nevneverdig på ledningsmaterialene
 - Eventuelt slam skal kunne deponeres på en tilfredsstillende måte
 - Kapasitet
 - Driftssikkerhet

- Drifts- og vedlikeholdskostnader
- Arbeidsmiljø
- Avløp:
 - Tilfredsstille myndighetenes krav til forurensningsutslipp
 - Slammets egenskaper skal være så gode at det kan brukes i samsvar med myndighetenes krav.
 - Kapasitet
 - Driftssikkerhet
 - Drifts- og vedlikeholdskostnader
 - Arbeidsmiljø

3.4 Driftssikkerhets- og vedlikeholdsmål generelt.

For å tilfredsstille målene beskrevet i avsnitt 3.3 må en rekke vedlikeholdsoppgaver løses. Dette er oppgaver som må:

- Ivareta funksjonen til det tekniske anlegget
- Sikre en tilstrekkelig utstyrstilgjengelighet
- Sikre at miljøkrav blir tilfredsstilt
- Sikre effektiv utførelse av vedlikeholdsoppgavene ved havari
- Bidra til oppnåelse av akseptable/vedtatte vedlikeholdskostnader
- Bidra til at målene for tjenesteyting blir nådd
- Vurdere feil/svikt-meldinger for å forbedre driftssikkerheten
- Sørge for at erfaringer fra drift og vedlikehold blir tatt hensyn til ved innkjøp av nytt utstyr.
- Utarbeide analysemetodikker og gjennomføre analyser for å forbedre produktiviteten i vedlikeholdsarbeidet.

Disse oppgavene er en viktig del av grunnlaget med oppsetting av strategi for driftssikkerhet og vedlikeholdsarbeidet samt konkretisering av

arbeidsoppgavene i vedlikehold.

Det videre arbeidet kan oppstartes med å studere hvilke konsekvenser de overordnede hovedmål og strategier får for driftssikkerhets- og vedlikeholdsmålene.

Eksempler på spørsmål som det er naturlig å stille i denne sammenhengen er:

- Hva er nødvendig utstyrskapasitet for f.eks.:
 - Pumper
 - Ledninger
 - etc.
- Hva er nødvendig tilgjengelighet for f.eks.:
 - Pumper
 - Ledningsnett
 - etc.
- Er det noen spesielle sviktproblemer som må unngås:
 - Brudd på hovedledninger
 - Tilrenning til en avløpsledning er større en kapasiteten
- Hva er de mest fremtredende taps- og kostnadsbærere:
 - Teknisk
 - Organisatorisk
 - Administrativt
- Hva er akseptable vedlikeholdskostnader
- Er det noen spesielle krav som må stilles til et anlegg/utstyr

Svarene på disse spørsmålene må være grunnlaget for driftssikkerhets- og vedlikeholdsmålene.

Generelt kan driftssikkerhetsmålet til utstyr A defineres til:

Utstyr A: Tilgjengelighet x %, med Kapasitet y m³ og Trykk z bar.

Utformingen av målene for vedlikeholdsfunksjonen må avledes av driftssikkerhetsmålene. For å gjøre dette mest mulig resultatorientert bør en få opp status på:

- Hvilken prioritet vedlikeholdet har i VAR
- Hvor store er kostnadene og andre tap ved nedetid/driftsforstyrrelser

- Hvilke vedlikeholdsstrategier som anvendes/kan anvendes
- Hvordan driftssikkerhet og vedlikehold ivaretas ved nyanlegg
- Hvordan vedlikeholdet er organisert
- Hvilke tekniske hjelpemidler har vedlikeholdet behov for
- Hvilke tekniske og administrative hjelpemidler har vedlikeholdsavdelingen behov for

Dette er forhold som bør vurderes når målene for driftssikkerhet skal settes opp.

Svarene på de ovenforstilte og tilsvarende spørsmål vil være et viktig bidrag for oppsett av vedlikeholdsmålene. Et eksempel er skissert nedenfor:

- Vedlikeholdsfunksjonen tillegges å ha ansvar for virksomhetens tekniske utstyr på en slik måte at driftssikkerhetskravene blir oppfylt.

Vedlikeholds- og driftsavdelingen må sammen ha ansvaret for riktig bruk og anvendelse av utstyret.

En god løsning av flesteparten av både drifts- og vedlikeholdsoppgavene krever omfattende beslutningsunderlag. Et EDB-basert vedlikeholds(informasjons) system vil være et effektivt verktøy/hjelpemiddel i denne sammenhengen.

3.5 Driftssikkerhetsmål, vedlikeholdsmål og vedlikeholdsstrategier innen ledningsnett, avløp og renseanlegg.

Vedlikeholdsstrategien skal bidra til at driftssikkerhetsmålene blir oppfylt.

Strategiske beslutninger er av vital betydning, spesielt med hensyn på grunnlaget, virksomhetens funksjon, de områder en ønsker å betjene, de tjenester som tilbys og måten en betjener markedet (ledningsnett, stasjoner og renseanlegg) på.

Noen eksempler på mål er satt opp nedenfor.

3.5.1. Ledningsnett - vannforsyning.

Driftssikkerhetsmål (Eksempel)

Anlegg/Utstyr a:

Tilgjengelighet aa% med Kapasitet xx m³/t ved et trykk yy bar.

F.eks.

- Ingen abonnent skal være uten vann i mer enn 4 timer sammenhengende på dagtid.
- Trykket skal ligge mellom 2,5 og 8 bar.
- 98 % av abonnentene skal ikke oppleve mengdereduksjoner eller for lavt trykk i løpet av et år.

For industribedrifter som er svært avhengig av vann kan en sette opp særskilte krav. Krav kan også relateres til lekkasjer ved f.eks. at lekkasjetapet ikke skal overstige xx m³ pr. døgn.

Vedlikeholdsmål (eksempel).

Vedlikeholdsfunksjonen tillegges å ha ansvar for det tekniske utstyret i ledningsnett på en slik måte at driftssikkerhetskravene blir oppfylt.

Dette medfører at vedlikeholdsavdelingen skal arbeide for:

- Tilstrekkelig tilgjengelighet på:
 - ledningsnett
 - stasjoner
 - etc.
- Å minimalisere lekkasje tap (f.eks. til 100m³ pr. døgn)
- Effektiv utnyttelse av ledningsnett
- Tilstrekkelig kapasitet og trykk
 - ledninger
 - pumper
- Tilstrekkelig dekningsgrad
 - Privat
 - Industri

Arbeidsmålene for ledningsnett, stasjoner og renseanlegg som er beskrevet foran er utgangspunkt for fastsetting av resultatkrav for hver enkelt anleggsdel.

Vedlikeholdsstrategi (eksempel):

Det er naturlig å dele strategien til å omfatte følgende to hovedgrupper.

A) Høyrisiko ledninger

- Ledninger der produktet av sannsynlighet for og konsekvens av skade er høy.

For disse ledningene bør en iverksette skadeforebyggende tiltak (forebyggende vedlikehold).

B) Lav risiko ledninger

- Ledninger der sannsynlighet for og konsekvens av skade er liten.

For lavrisiko-ledningene kan skader repareres etterhvert som de oppstår (korrigerende vedlikehold), og for å sikre høy driftssikkerhet bør en innføre beredskapsvakt i drifts- og vedlikeholdsavdelingen.

Dersom feil/svikt-intensitet overstiger en bestemt grense bør ledningene fornyes.

3.5.2 Ledningsnett - avløp

Driftssikkerhetsmål (eksempel):

Anlegg/Utstyr a: Tilgjengelighet aa% med Kapasitet xx m³/t, og selvrensing, samt utlekking mindre enn yy m³/t km ledning

F.eks.

- 99.5% av abonnentene skal ikke oppleve noen forstyrrelser på avløpsiden i løpet av ett år.
- Ingen abonnent skal være uten avløp mer enn 4 timer på dagtid

Noen andre krav er:

- Innlekking til ledningsnett
- Innlekking til rene spillvannsledninger skal ikke overstige xxx m³ pr. år.

- Utlekking fra ledningsnett skal ikke overstige $yyy \text{ m}^3$ pr. år.

For industribedrifter o.l. som er spesielt avhengig av avløp bør det settes opp særskilte krav.

Vedlikeholdsmål er presentert i vedlegg 1.

3.5.3 Renseanlegg.

Driftssikkerhetsmål

Utstyr/Anlegg a: Tilgjengelighet aa% med kapasitet $xx \text{ m}^3/\text{t}$ samtidig som myndighetenes krav til utslipp skal til enhver tid tilfredsstilles.

Konsekvenser av feil/svikt kan være kriterie på tillatt nedetid for et utstyr/anlegg.

- Liten konsekvens av feil - repareres innen xx timer.
- Stor konsekvens av feil - repareres innen yy timer.

Vedlikeholdsmål for renseanlegg er vist i vedlegg 2.

3.6 Generelt. Bransje strategier for vedlikehold

Strategien for vedlikeholdsfunksjonen på et VAR-anlegg kan for eksempel generelt settes opp slik:

Målene i VAR sektoren søkes oppnådd gjennom:

- Effektivt forebyggende vedlikeholdsopplegg. Et slikt opplegg må være både kalendertids- og driftstidsbasert og kan omfatte f.eks.:
 - Inspeksjoner
 - Tilstandskontroller og undersøkelser
 - Periodiske utskiftninger
 - Overhalinger
- Effektiv håndtering av feil/svikt. Et slikt opplegg betinger et oppsett av feilsøkningsprosedyrer, planleggingsverktøy etc.
- Godt samarbeide mellom forvaltning, drift og vedlikehold. Dette gjelder for hele organisasjonen og må derfor omfatte målformuleringer, planlegging og daglig utførelse av vedlikeholdet.

Hensikten med et slikt opplegg må være å sikre en felles prioritering av oppgaver og satsinger.

- Prioritering av vedlikehold og driftssikkerhet under planlegging av nye anlegg og ved større ombygginger.
- Effektiv vedlikeholdsorganisasjon. Et slik opplegg betinger at en har den riktige organisasjonen, med klare ansvars- og myndighetsforhold.
- Effektiv anvendelse av drifts- og vedlikeholdshistorikk. Dette betinger et brukertilpasset og EDB-basert vedlikeholdssystem.

4 EDB-BASERTE VEDLIKEHOLDSSYSTEMER

4.1 Bakgrunn.

For at de kommunale etater skal være i stand til å levere tjenester med den rette kvalitet til lavest mulig pris er de blant annet avhengig av å ha en høy driftssikkerhet på anleggene og et effektivt vedlikehold.

EDB-baserte vedlikeholds (informasjons)systemer kan være nyttige verktøy for å oppnå dette målet og å nå den vedtatte kvalitet/mengde på tjenester.

En rekke industribedrifter har anskaffet slike systemer, men få har klart å oppnå de mål og oppfylle de forventninger som ble stilt ved anskaffelsen.

Årsakene til dette har blant annet vært:

- Forventningene i brukerbedriften har vært for høye.
- Ambisjonsnivået har vært for høyt.
- Behovet for EDB-baserte systemer har ikke vært tilstrekkelig utredet og klarlagt.
- Arbeidet med kravspesifikasjonen har vært for lavt prioritert.
- Opplæringen i bedriftene i bruk av systemene har vært mangelfull.
- Interessen i brukerbedriften har ikke vært tilstrekkelig stor til at nødvendig tid er blitt benyttet til å sette seg inn i systemet og til å utarbeide nødvendige rutiner.
- Leverandørene har ofte vært mest interessert i å selge systemet. Brukeren har ikke vært tilstrekkelig prioritert etter at systemet er levert og installert.
- Skjematikk, skjermbilder, presentasjonsformater etc. har ikke i tilstrekkelig grad vært tilpasset brukeren.
- Bedriftsledelsen har ikke gitt tilstrekkelig prioritet til opplegg omkring anskaffelse og implementering av systemet.
- Bedriften har i for liten grad villet innrømme sine problemer med innføring av slike systemer.
- Mangelfull oversikt over tidsforbruk og kostnader knyttet til innføringen.
- Brukerne har vært for optimistisk når det gjelder tidsforbruk og kostnader ved innføring av systemene.

- For mange moduler har vært forsøkt innført samtidig i oppstartingsfasen
- De gamle (manuelle) systemene har ikke vært forlatt ved implementering av EDB-baserte vedlikeholdssystemet. Dette har resultert i dobbeltrapportering, og delvis også rapportering både i gamle og nye systemer.

En rekke bedrifter har derfor kjøpt seg kostbare problemer ved at de gikk til anskaffelse av EDB-systemer. Hvis en først har skapt en negativ holdning til bruk av systemet, er denne svært vanskelig å endre.

Derfor kreves det i VAR en profesjonell satsing, begrunnet i et klart definert behov for slike systemer, samt et gjennomarbeidet støtteprogram og ekspertise ved implementering og oppstart.

4.2 Behov for EDB-baserte systemer i VAR-bransjen

I VAR-bransjen er det et uttrykt ønske om å innføre et EDB-basert vedlikeholdssystem.

Med forholdene riktig lagt til rette for et slikt system, kan en forvente at systemene skal bidra til å:

- Oppnå en effektiv, sikker og oversiktlig lagring av data om anleggene
- Få lett tilgang til lagret informasjon
- Få et egnet verktøy for planlegging av vedlikeholdet
- Få økt effektivitet i planleggingen av vedlikeholdsaktivitetene
- Etablere et effektivt verktøy for beslutningsstøtte i vedlikeholdet og delvis innen drift og forvaltning
- Få et system som er lett å oppdatere
- Oppnå økt driftssikkerhet
- Oppnå bedre kostnadsstyring
- Få bedre utnyttelse av vedlikeholdsstaben

Eksempler på hva enkelte bedrifter har oppnådd er:

- En rekke bedrifter har oppnådd en direkte reduksjon av vedlikeholdskostnadene på mellom 2-8 % pr. år.

- Et oljeselskap som har innført et slikt system, har over en fem års periode oppnådd:

Arbeids/vedlikeholdstimer:	2,5-7 % kostnadsreduksjon
Materialforbruk/reservedeler:	2,5-7 % kostnadsreduksjon
Tilgjengelighet:	2 % økning

- En amerikansk treforedlingsbedrift innstallerte et system til ca \$ 500 000, og inntjeningen er beregnet til ca. \$ 2 500 000 over en tiårsperiode.
- En skandinavisk treforedlingsbedrift installerte et tilsvarende system, og etter to år var tilgjengeligheten øket med 6%, og den uplanlagte overtiden i vedlikeholdsavdelingen redusert med ca. 85%.

Det er en absolutt forutsetning at systemene er brukertilpasset. Dette betinger at:

- Kommunikasjonen med systemet må være enkel og ikke forutsette spesielle kunnskaper hos brukeren.
- Systemet skal være tilgjengelig hele døgnet.
- Spørsmål til systemet må besvares raskt (lav responstid).
- Systemet må lett kunne modifiseres.
- Terminologien i systemet må bygge på bedriftenes interne språk og utstyrsbetegnelser.

4.3. Krav til VAR-bedriftene/virksomhetene.

For at EDB-baserte vedlikeholdssystemer skal bli utnyttet skikkelig i VAR-bransjen, kreves det at en rekke betingelser er oppfylt. De mest sentrale krav er at bedriften/virksomheten:

- Prioriterer vedlikehold, spesielt det forebyggende vedlikeholdet og driftssikkerhet
- Er motiverte for innføring av EDB-baserte vedlikeholdssystemer
- Har økonomi til investering i det EDB-baserte vedlikeholdssystemet og i nødvendige funksjoner knyttet til vedlikeholdet

- Har personellressurser og organisasjon til oppfølging og vedlikehold av systemene
- Har tilgang til nødvendige ressurser som f.eks. personell, "maskinvare" og "programvare".

4.4. Hovedfunksjoner.

Et EDB-basert vedlikeholdssystem bør ha følgende to hovedfunksjoner:

Administrasjon av data/dataverktøy.

Å fungere som et effektivt verktøy som muliggjør og forenkler administrasjon av informasjon og data i vedlikeholdet, og å gjøre dataflyten i vedlikeholdsarbeidet enkel og sikker.

Vedlikeholds/Beslutningstøtteverktøy

Å støtte organisasjonen i arbeidet med å oppnå tilstrekkelig driftssikkerhet og økonomistyring. Dette kan gjøres gjennom innsamling, bearbeiding og bruk av tilgjengelige informasjoner. Dette bidrar til å nå målene for kvalitet på tjenester innenfor de gitte økonomiske rammer.

Dette innebærer at systemet må utvikles for å dokumentere blant annet:

- Anleggets tekniske oppbygging
- Erfaringer og data fra utført vedlikehold og fornyelser
- Status og trendutvikling for drift, vedlikehold, og kvalitet på de VA-tjenester som leveres.
- Tidsforbruk og kostnader

4.5 Moduler i et vedlikeholdssystem

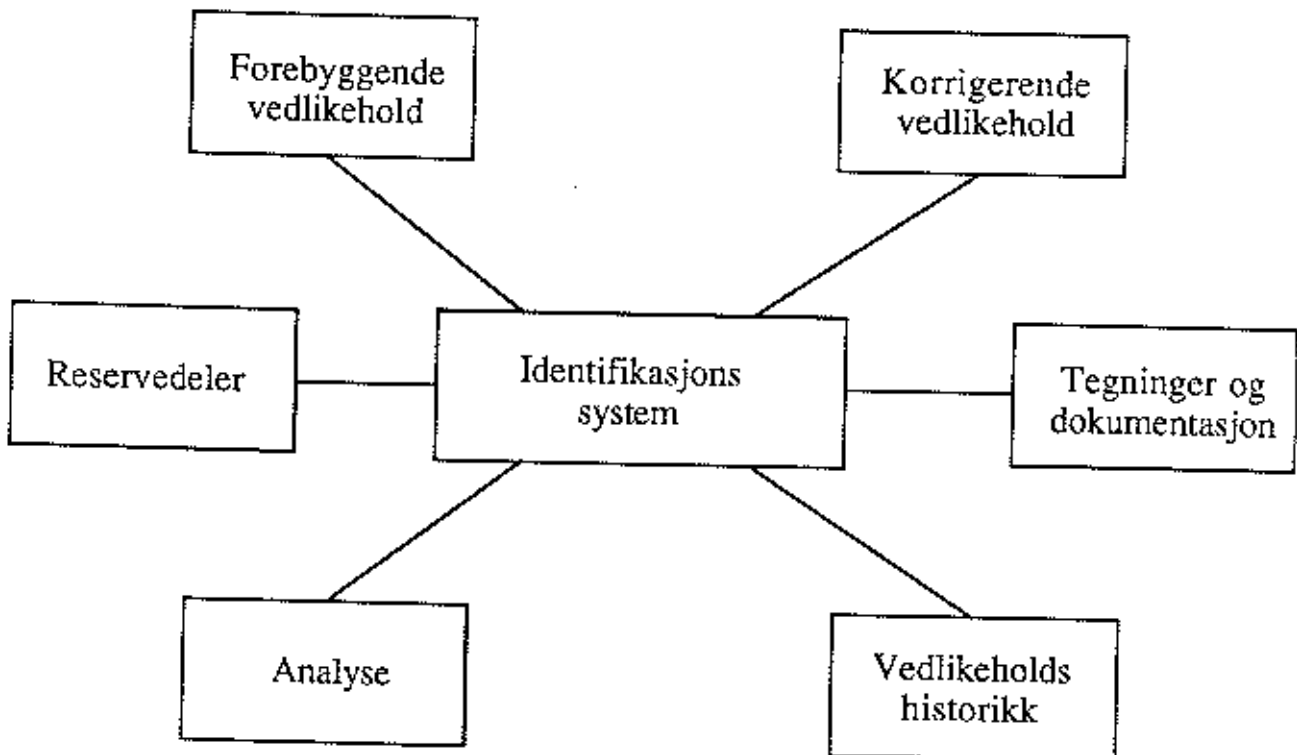
Systemet som implementeres i VAR-bedriftene bør fortrinnsvis være modul-basert.

Eksempler på moduler som bør inngå er:

- Anleggsregister/Identifikasjonssystem
- Forebyggende vedlikehold (program)

- Korrigerende vedlikehold (arbeidsordre og prosedyrer)
- Reservedels/materialstyringsprogram
- Tegnings- og dokumentregister/arkiv
- Historikkdel
- Analysedel

Dette er illustrert i figur 4.5.1.



Figur 4.5.1 Moduler i et EDB-basert vedlikeholdssystem

De enkelte modulene bør kunne hentes fra en meny. Når systemet er fullt utbygd, må alle modulene ha tilfredsstillende samband med hverandre. Likeså må systemet kunne kommunisere med andre systemer.

I det etterfølgende er det gitt en kort presentasjon av de viktigste modulene.

4.5.1 Anleggsregister/Identifikasjonssystem

Et EDB-basert vedlikeholdssystem må bygges opp omkring et strukturert anleggsregister/identifikasjonssystem. Et slikt system finnes hos noen VAR-bedrifter idag.

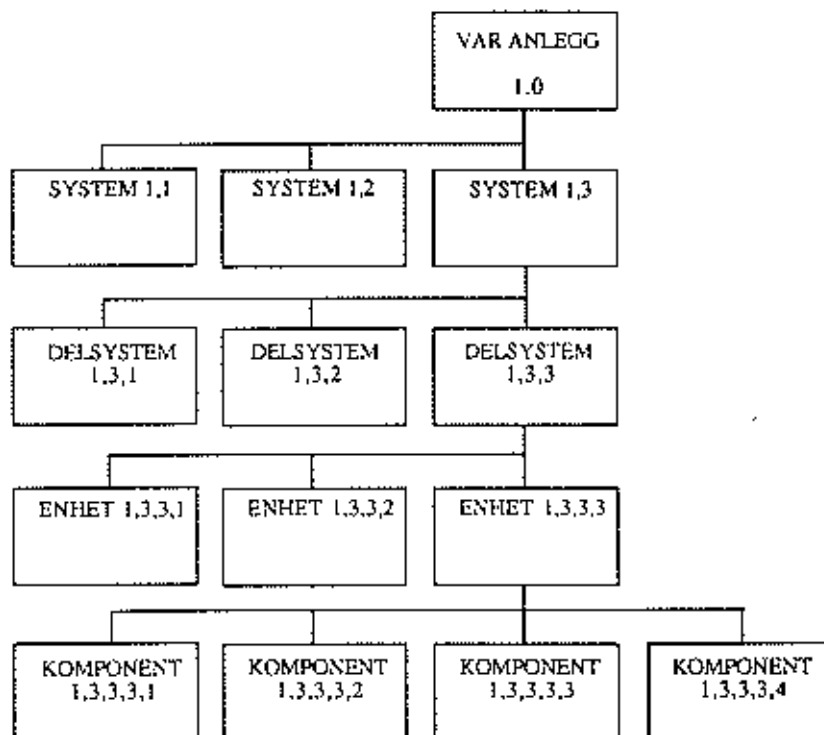
Før en igangsetter et EDB-basert vedlikeholdssystem, må en imidlertid vurdere det eksisterende identifikasjonssystemet med hensyn på oppdeling og detaljeringsgrad. De nødvendige justeringer må foretas for å sikre at en har et ensartet detaljert system.

En må så langt som mulig forsøke å arbeide for et felles system for hele bransjen.

Detaljeringen vil i stor grad bli bestemt av analysebehovene og separate behov innenfor f.eks. reservedelsfunksjonen.

Eksempel på systemoppdeling er vist i figur 4.5.2.

For hvert anlegg må det også settes opp og lagres data om alle deler anlegget er bygd opp av. Systemoppdelingen må være basisen for utfyllingen av utstysregistreringsskjema. Eksempel på et slikt skjema er vist i tabell 4.5.1.



Figur 4.5.2 Eksempel på systemoppdeling

Tabell 4.5.1 Eksempel på utstyrsregisterskjema

UTSTYRSREGISTERSKJEMA	
Utstyrs navn:	Anskaffelsespris:
Utstyrs nummer:	Installasjonsdato:
Leverandør:	Garantiperiode:
Tilvirker:	Dokumentasjons ref.:
Leverandørens systemnummer:	Vedlikeholds prog. ref:

I tillegg må det lages et skjema for teknisk spesifisering av de mest viktigste utstyrstypene. Dette skjema bør være en videreføring/detaljering av utstyrsregisterskjemaet.

For FDV i VAR-bransjen kan det lages noen få hovedskjema for f.eks.:

- Pumper
- Rør
- Tanker
- Ventiler

Identifikasjonssystemet skal gi opplysninger om utstyrets/anleggets:

- Plassering
- Identifikasjon
- Funksjon
- Typebetegnelse
- Produsent
- Produksjonsnummer
- Leverandør

- Innkjøpsdata
- Innkjøpspris
- Reservedeler

Identifikasjonssystemet kan bygges opp basert på tall eller bokstaver. En kombinasjon (alfanumerisk) er ofte å foretrekke. En bør kunne avlese av f.eks. den alfanumeriske identifikasjonen hvilken type utstyr en har å gjøre med. NORVAR har nå startet et prosjekt på identifikasjonssystem for bransjen.

Ut fra identifikasjonssystemet kan en få opplysninger blant annet om:

- Hvilke komponenter anlegget består av
- Total verdi av anlegget

4.5.2. Korrigerende vedlikehold.

Mye av det vedlikeholdet som gjennomføres på VAR-anleggene i dag er korrigerende. Det kan derfor oppfattes som at en enkelte ganger er på etterskudd, og ikke i forkant av problemene.

Før en tar i bruk et EDB-basert vedlikeholdssystem må en definere hvilke korrigerende vedlikeholdsaktiviteter som skal rapporteres inn i systemet.

Et forslag kan være alle jobber med varighet lengre enn en halv time, samt de jobbene som må utføres i forbindelse med nedetid/stopp. Rapporteringen kan også være knyttet til en definert utstyrsliste.

4.5.3 Arbeidsordre.

I VAR-bransjen foregår bestilling av vedlikeholdsjobber tildels lite formalisert og systematisert. Bestillingen i dag foregår hovedsaklig ved:

- Bestillingssedler/arbeidsordrer
- Beskjeder over telefon

Mangel på systematikk kan resultere i dårlig planlegging og vedlikeholdsstyring.

Bestillingen av jobber og rapportering bør skje ved hjelp av en arbeidsordre.

Hensiktene med bruk av arbeidsordre er flere. Eksempler på viktige behov som

tilfredsstilles gjennom bruk av arbeidsordre er:

- Hjelpemiddel til rekvisisjon av vedlikeholdsarbeid
- Hjelpemiddel til å sikre kommunikasjon med personell som skal utføre arbeidet
- Grunnlag for planlegging av tilsvarende arbeid
- Hjelpemiddel til å føre kontroll med arbeid som skal utføres
- Hjelpemiddel til å kontrollere kvalitet av utført vedlikehold
- Hjelpemiddel til bedømming av utstyrstilstand
- Kostnadsstyring

Arbeidsordren bør ha en hensiktsmessig formell form og et omfang som er tilstrekkelig til å dekke de forskjellige behov. En må spesielt legge vekt på arbeidet med å samle og skrive ned informasjonen, og de muligheter en ser for at dette kan bli gjort.

Den mest vanlige måten å utforme en arbeidsordre på er gjennom et skjema. Utfyllingen kan skje ved klartekst eller ved koding. En kombinasjon er ofte det mest hensiktsmessige.

Siden det er få bedrifter i VAR-bransjen som har et fullt utviklet arbeidsordresystem, er det her satt opp et forslag som kan være et utgangspunkt for utforming av en felles arbeidsordre for hele bransjen.

Arbeidsordren for VAR-bedriftene bør oppdeles i en:

- Bestillingsdel
- Planleggingsdel
- (Tilbake)rapporteringsdel

Det EDB-baserte vedlikeholdssystemet kan være bygget opp slik at nødvendig informasjon om systemet (statistiske data) (ved bestilling), blir ført direkte inn i EDB-systemet (on-line system).

Systemet kan eventuelt bygges opp slik at arbeidsordren fylles ut manuelt, og at kopier av den blir sendt til de som har behov for den. I ettertid, når arbeidet er avsluttet må arbeidsordren legges inn i det EDB-baserte vedlikeholdssystemet. Uansett hvilket prinsipp en velger, må en på forhånd bestemme hvilke personer som har tilgang til systemet og hvilke personer som skal:

- Bestille arbeidet. Dette kan være f.eks.:
 - Driftsoperatør
 - Vedlikeholdspersonell
- Bestille reservedeler. Dette kan være f.eks.:
 - Driftsansvarlig
 - Vedlikeholdsansvarlig
- Fylle inn planleggingsdata. Dette kan være f.eks.:
 - Driftsansvarlig
 - Vedlikeholdsansvarlig
 - Planlegger (hvis det finnes)
- Rapportere vedlikeholdsdata. Dette kan være f.eks.:
 - Vedlikeholdsansvarlig
 - Driftsansvarlig

Arbeidsordren bør ha opplysninger om:

- Utstyrsidentifikasjon:
 - Anleggssted
 - Utstyrsnummer
 - Utstyrsnavn
 - Komponentnummer
 - Komponentnavn
 - Utstyrs plassering/område

Hvis en benytter et "on-line" EDB-basert vedlikeholdssystem, må systemet når utstyrsnavn eventuelt komponentens navn blir innlagt, fylle automatisk ut nr., plassering og sted.

- Hendelses og tilbakerapporteringer
 - Arbeidsordre type
 - Forebyggende vedlikehold
 - Korrigerende vedlikehold
 - Hva skal gjøres/symptom

- Mulige årsaker til feil/svikt
 - Utført aktivitet/beskrivelse
 - Forbrukte reservedeler
 - Problemer under utførelsen
 - Forbrukte arbeidstimer
 - Antall personer
 - Nedetid
 - Kommentarer
 - Referanse
- Administrative data
- Arbeidsordrenummer
- (Ved et "on-line" system skal dette nummeret skrives ut fortløpende.)
- Rekvirent
 - Prioritet

Prioritet må bestemmes ut i fra arbeidets viktighet. Eksempel på prioriteter:

1. Prioritet: Hastejobber, utføres straks
2. Prioritet: Jobber som må utføres i løpet av i dag
3. Prioritet: Jobber som må utføres i løpet av en uke
4. Prioritet: Mindre viktige jobber som må utføres, tidshorisont større enn f.eks. en uke

- Antatt tidsforbruk
- Arbeidsordrestatus

Med arbeidsordrestatus menes her en presisering av hvor langt arbeidet har

kommet f.eks.:

- A1: Arbeid er bestilt
- A2: Arbeid, vedlikeholdspersonell og reservedeler er bestilt
- A3: Venter på vedlikeholdspersonell
- A4: Venter på reservedeler
- A5: Arbeid er utført
- A6: Arbeid er kontrollert
- A7: Arbeid avsluttet og data lagt inn i EDB-basert vedlikeholdssystem (Arbeidsordre lukket)

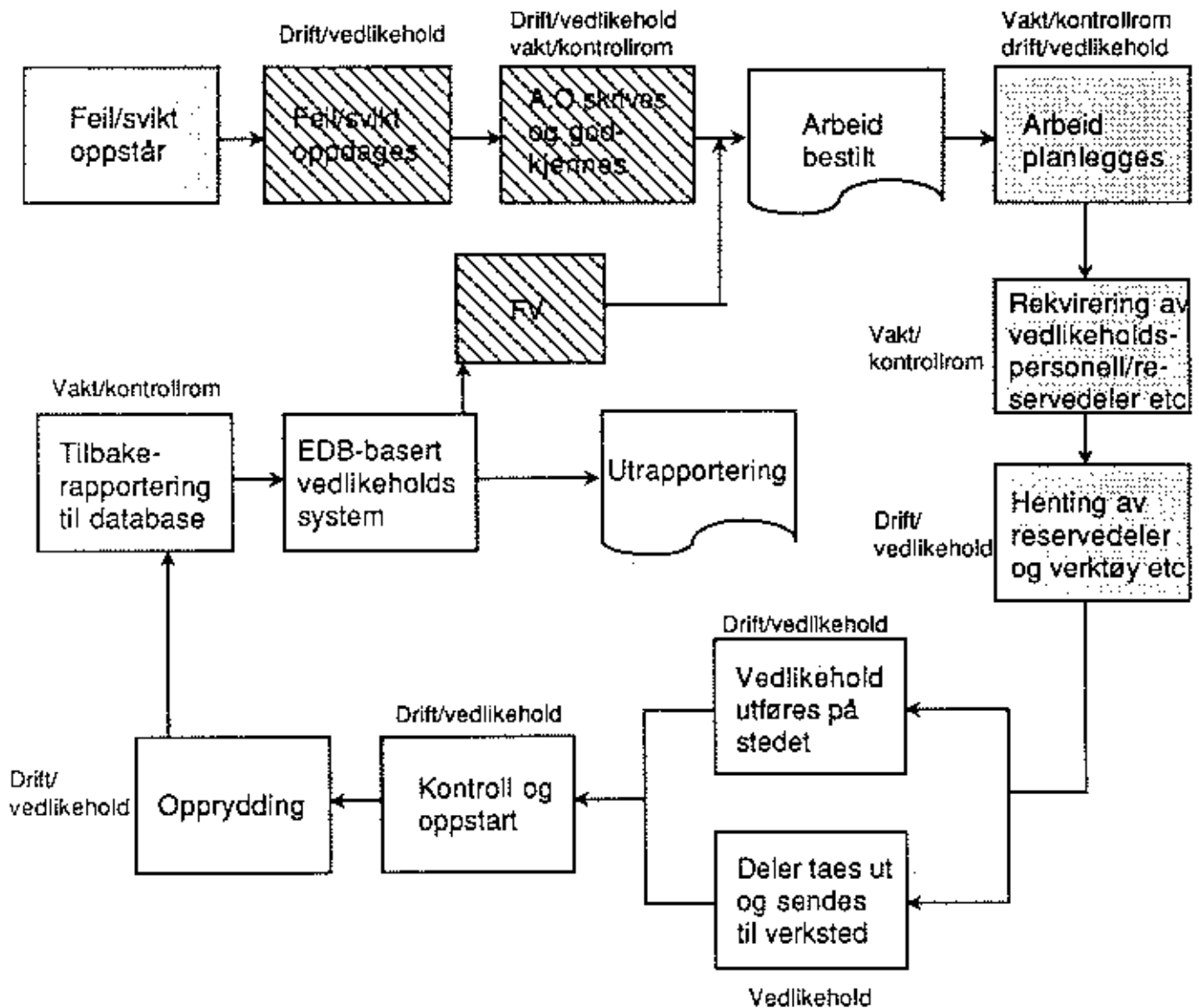
- Utstyrs ansvarlig
- Dato
 - Melding
 - Svikt
 - Reparasjon
 - Ferdig utført
- Utførende avdeling
- Kommentarer

Arbeidsordren er å betrakte som informasjonsbærer og de ovenfornevnte parametrene er dataelementene i bæreren. Utfyllingen av dataelementene bør foregå stegvis. Et utkast til en arbeidsordre er presentert i tabell 4.5.2.

Et eksempel på arbeidsordrens informasjonsflyt er presentert i figur 4.5.3.

		ARBEIDSORDRE VAR											
BESTILLER	AO nr.	Utstyrs nr.	Utstyrsnavn	Omr.	Meldingsdato	Prioritet							
	AO type	Komponent del nr.		Komponent navn			Svikt dato			AO status			
	Bestilt av	Kan utstyret benyttes	Utfyllende kommentar										
PLANLEGGER	Planlagt start	Estimert vedl. tid	Avd.	Utfyllende kommentar									
	Komponentdel	Utf. avd.	Antall pers.	Rep. tid	Antall pers.	Nede tid	Arb.ansvar						
	Arsakskode			Utfyllende beskrivelse									
UTFØRER													
	Reservevedelsforbruk del nr. del navn		Totale kostnader timer + materiell			Referansenr.							
			Tilleggs kommentar										

Tabell 4.5.2 Eksempel på arbeidsordre



Figur 4.5.3 Eksempel på informasjonsflyt

4.5.4 Forebyggende vedlikehold

Hensikten med denne modulen vil være å initiere og lette gjennomføringen av forebyggende vedlikeholdsprogram, administrere og lagre informasjon om forebyggende vedlikehold.

Modulen skal kunne brukes til å skrive ut arbeidsordrer i samsvar med det forebyggende vedlikeholdsprogrammet.

Systemet betinger at en har et utarbeidet forebyggende vedlikeholdsprogram. Dette synes ikke å være særlig utbredt. Svært få VAR-bedrifter har et omfattende forebyggende vedlikeholdsprogram.

For å kunne gjøre denne modulen operativ, kreves det derfor at en først utarbeider et program som legges inn i det EDB-baserte vedlikeholdssystemet.

På en del VAR-anlegg finnes det smørelister. Disse kan i de fleste tilfeller utvides til å bli et omfattende vedlikeholdsprogram og senere bli grunnlaget i det forebyggende vedlikeholdsprogrammet.

Utvikling av et forebyggende vedlikeholdsprogram vil kreve en høy prioritering, kompetanse og flere hundre arbeidstimer fra:

- Vedlikeholdsansvarlige
- Mekaniker
- Elektriker
- Eventuelt også driftsleder og driftspersonell

Eksempel på en inspeksjonsliste er presentert i tabell 4.5.3.

Tabell 4.5.3 Inspeksjonsliste - eksempel

INSPEKSJONSLISTE							
Lagersnavn:		Utstyrs nr.		Dato.....		Utført av.....	
Akt nr	Arbeidsbeskrivelse	Intervall	Utf. avd	Timer	Rcs.del/forbruksmaterieil	Referanse	Anmerking
24	Kontrollere lager med SPM	6mnd	M	1		Manual 205.1 nr. 24 s. 60	Lag trend-utvikling (grafisk)

4.5.5. Reservedeler

Reservedelsmodulen vil være en viktig modul i VAR's FDV-system. Modulen må bygges opp med grunnlag i identifikasjonssystemet og bør inneholde følgende parametre:

- Reservedelsnavn
- Reservedelsnummer
- Størrelse på sikkerhetslager (minimumsverdi av enheter som må være på lager)
- Bestillingspunkt (nedre lagerbeholdning)
- Reservedelslager status (hvor mange enheter er på lager)
- Reservedelskostnader
- Reservedelsplassering
- Leverandør
- Leverandør identifikasjon (nummer og navn)
- Leveringstid
- Deler som er under bestilling
- Alternativ leverandør
- Del utvekslinger (alternative deler som kan benyttes)

4.5.6 Tegnings- og dokumentasjonsarkiv

I mange VAR-bedrifter finnes det i dag et godt tegningsarkiv. Det må imidlertid vurderes om systemet skal endres i samsvar med behov fra det EDB-baserte vedlikeholdssystemet. Tegningsarkivet må også bygges opp i samsvar med identifikasjonssystemet i det EDB-baserte vedlikeholdssystemet.

Tegning- og dokumentasjonsarkivet bør blant annet kunne gi opplysninger om:

- Hvilke tegninger som eksisterer
- Hvor tegningene er plassert
- Siste oppdatering

4.5.7 Forholdet mellom det EDB-baserte vedlikeholdssystemet og regnskapet

Informasjon om vedlikehold kan lagres både i vedlikeholdssystemet og i regnskapet, se tabell 4.5.4.

Tabell 4.5.4 Lagring av informasjon i vedlikeholdssystemet og regnskapet.

TYPE INFORMASJON	HVOR LAGRES INFORMASJONEN	
	VEDLIKE- HOLDS- SYSTEMET	REGNSKAP- ET
* Hvor ?	x	x
* Hva skjedde ?	x	
* Hva ble utført ?	x	x
* Når ?	x	
* Hvorfor ?	x	
* Hva kostet det ?	delvis	x
* Hvilke innsatsmidler ble brukt ?	delvis	x

God styring av vedlikeholdsarbeidet og kostnadene krever at vedlikeholdssystemet og kommuneregnskapet er samordnet. Slik samordning krever at sted og arbeidstype er felles i de to systemene.

Sted forteller hvor et arbeid blir utført. I regnskapet brukes følgende hierarkiske inndeling:

VIRKSOMHETSOMRÅDE	f.eks. vannforsyning
RESULTATOMRÅDE	" stasjoner
KOSTNADSSTED	" Kolstad pumpestasjon

Kostnadsstedet kan deles ytterligere inn i f.eks. bygg, maskin og elektro.

I vedlikeholdssystemet vil det i mange tilfeller være behov for en ytterligere inndeling, for å identifisere den enkelte komponent. Dette gjelder særlig maskinteknisk og elektroteknisk utstyr.

Arbeidstyper kan fortelle hvilket arbeid som ble utført. Arbeidet i en kommune kan deles inn i følgende hovedgrupper:

1. Administrasjon, ledelse og informasjon
2. Opplæring
3. Planlegging
4. Forvaltning av lover
5. Drift
6. Vedlikehold
7. Fornyelse
8. Utvidelse/nyanlegg
- 0 Fravær

Ut fra lokale behov skjer en ytterligere inndeling av arbeidstypene. For arbeid på ledningsnett er det utarbeidet en mal for inndeling i arbeidstyper. Denne er lagt inn i de to vedlikeholdssystemene for ledningsnett, MIVAREG og VA-LEKA. Det er nødvendig å utarbeide en tilsvarende mal for renseanlegg og stasjoner.

Når vedlikeholdssystemet og regnskapet er samordnet, vil f.eks. følgende viktige analyser bli vesentlig lettere å gjennomføre:

- * Beregning av produktivitet
- * Valg mellom alternative tiltak/metoder
- * Prissetting
- * Kontroll av påløpte kostnader mot budsjett.

4.6 Vedlikeholdshistorikk

4.6.1. Innledning

Svært mye av grunnlaget for et effektivt FDV-program, er avhengig av god oversikt over omfanget av, innholdet i og årsakene til de sviktproblemene som oppstår med vann-, avløp- og renovasjonsanleggene. Informasjonsgrunnlaget må kunne benyttes til tekniske forbedringer av anleggene og effektivisering av vedlikeholdsinnsatsen.

4.6.2 Vedlikeholdshistorikksystem - innhold

Et vedlikeholdshistorikksystem utgjør som regel en modul i et større, integrert vedlikeholds-informasjonssystem.

Det er svært få VAR-bedrifter som har bygd opp et systematisk og omfattende system for vedlikeholdshistorikk.

Historikksystemet bør inneholde informasjon om:

- Feil/svikt som har oppstått
- Vedlikeholdsarbeid som har blitt utført
- Når feil/svikt oppsto og når vedlikehold ble utført
- Årsaken til feil/svikt
- Tidsforbruk og kostnader
- Nedetid
- Reservedelsforbruk

Etter å ha lagret og bearbeidet informasjon om historiske hendelser over en tid, bør systemet kunne gi informasjoner eller rapporter om f eks:

- Utstyrstyper som har sviktet oftest (ti på topp liste)
- Midlere tid til feil/svikt
- Utstyr som har krevd mest vedlikehold (ti på topp liste)
- Vedlikeholdstid pr. år, eller gjennomsnitt pr. reparasjon. [MTTR]
- Utstyr som har mest nedetid
- Sviktårsaker
- Reservedelsforbruk
- Arbeidsbelastning pr. fagavdelinger/disiplin
- Trender i vedlikeholdsaktivitetene
- Fordeling mellom forebyggende og korrigerende vedlikehold

4.6.3 Vedlikeholdshistorikksystem - anvendelse.

Historikk-registrering og -analyser med data-innleggelse, bearbeiding og rapportering kan gjennomføres etter forskjellige metoder, omfang og detaljeringer.

Det er ingen anbefalte og formelle regler som sier hvilket utstyr eller hendelser som skal registreres. Det som er viktig, er å samle og analysere data på basis av en bevist prioritering av hva som skal følges opp, og å sikre at den valgte metoden gjennomføres systematisk og konsekvent. Ambisjonsnivået bør være slik at de som samler inn og registrerer data, vil makte å gjennomføre sine forpliktelser og ser nytten av systemet. Om dette ikke fungerer, vil informasjonen som innsamles og anvendes, snart bli for unøyaktig til å gjøre noen nytte i de aktuelle analyser.

4.6.4 Informasjonsbehov for de enkelte delene av en vedlikeholdsorganisasjon.

Innenfor VAR-bransjen og innenfor de enkelte virksomhetene vil det være forskjellige behov for datainnleggelse, rapportering og analyse. Et effektivt EDB-basert vedlikeholdssystem må kunne dekke flesteparten av behovene. Behovene må derfor kunne avspeiles i kravspesifikasjoner. Dette vil sikre en mest mulig problemfri innføring av vedlikeholdssystemet.

Ved oppsett av kravspesifikasjon må en ta utgangspunkt i hva systemet skal benyttes til, og hvilke spørsmål en ønsker å få besvart.

Eksempel på spørsmål som systemet skal gi svar på:

På ledernivå

- Hvor store er de påløpte vedlikeholdskostnader i relasjon til budsjett ?
- Er kostnadene økende eller avtakende ?
- Hvor stor andel av de totale vedlikeholdsoppgavene utføres av eget vedlikeholdspersonell ?
- Er vedlikeholdsavdelingen riktig sammensatt, og har den riktig størrelse og den tilstrekkelige kompetanse til å utføre vedlikeholdsaktivitetene innenfor planlagte tidsfrister?
- Prioriteres arbeidsoppgavene riktig mellom egne vedlikeholdsavdelinger og leiefirma ?
- Hvordan er arbeidsbelastningen på de forskjellige fagavdelingene?

- Hvilke nedetidskrevende jobber er innmeldt?
- Er det behov for ekstra avstengninger for å få utført vedlikehold ?
- Hva er driftssikkerhet/tilgjengelighet til anlegget og til utstyrsenheterne?
- Hvilket utstyr er dyrest å vedlikeholde ?
 - Er dette utstyret for hardt belastet ?
 - Kan dette forbedres ved å endre driften ?
- Hvilket utstyr bør skiftes ut ?
- Reparerer det unødig på utstyr som skal utskiftes ?
- Hvilket komponent/fabrikat er mest motstandsdyktig mot slitasje?

På bestillernivå

- Hvilke jobber er bestilt?
- Hvor mange arbeidstimer er i bestilling ?
- Hvor lenge har denne jobben ventet ?
- Når er den planlagt utført ?
- Hvor lang tid vil jobben ta ?
- Hvilken avdeling skal gjøre jobben ?
- Er jobben utsatt/omprioritert ?

På formannsnivå

- Hvordan er avdelingen belastet ?
 - Hvordan er belastningen i forhold til andre avdelinger ?
- Hvordan kan ferie/overtid/avspasering innpasses i drifts- og vedlikeholdsopplegget ?
- Hvor stor er arbeidsmengden på de enkelte innmeldte jobbene ?
- Hvordan er de innmeldte jobbene prioritert ?
- Har prioritetsfordelingen endret seg ?

- Hvilke jobber kan omprioriteres ?
- Hvilke jobber er omprioritert ?
- Hvem kan utføre jobben ?
- Hvilke jobber kan avbrytes for å skaffe mannskaper til hastejobber (større lekkasje etc.)
- Hvor i kommunen kan jeg finne tilsvarende komponent for "lån" til viktigere geografisk plassering ? F.eks. søking på elektromotorer.

Til utførende personell.

- Hvor mange timer er det til rådighet til denne jobben ?
- Hva skal konkret gjøres ?
- Hvem er kontaktperson ?
- Hvilke deler må skaffes ?
- Hvilket spesialverktøy er det behov for ?
- Hvilke tegninger og manualer finnes?
- Hvilke forsiktighetsregler må følges ?
- Hvem gjorde dette sist - hvor kan jeg søke informasjon ?

4.7 Styringskriterier for vedlikehold og behov for erfaringsdata og analyser.

4.7.1 Mål og styring

VAR-anleggene må styres etter virksomhetserklæringen som er konkretisert gjennom bedriftsmål både langsiktig og kortsiktig. Økonomi, lover og regler vil også danne viktige rammebetingelser for drift og vedlikehold av anleggene.

4.7.2 Behov for analyser

For å styre effektivt og for å oppnå de oppsatte mål, må en velge og utføre tiltak i samsvar med den vedtatte strategi. Dette forutsetter et godt beslutningsunderlag. Beslutningsunderlaget vil hovedsaklig bestå av de drifts- og vedlikeholdsdata som blir samlet inn og lagret gjennom drifts- og

vedlikeholdsarbeidet. Hvilke data som skal innsamles, bearbeides og anvendes, og som dermed skal utgjøre beslutningsunderlaget, vil være avhengig av hvilke styringskriterier en velger.

Datagrunnlaget bør være bearbeidet og så langt som mulig foreligge i form av kvantifiserte verdier, nøkkeltall, som dokumenterer virksomheten på de enkelte anleggene.

Nøkkeltallene kan fremskaffes gjennom de analysene som er presentert i tabell 4.7.1. I disse analysene studerer en forholdet mellom de forskjellige påvirkningsfaktorer, de muligheter en har til å påvirke dem, hvilke vanskeligheter og problemer en står overfor og hvilke ombygginger som eventuelt må gjennomføres.

Analysene, som det vil være behov for på mange nivå i VAR-bransjen, kan gjelde tekniske, organisatoriske, administrative eller mann/maskin-forhold.

En velfundamentert, systematisk og resultatrettet analyse betinger tilgang til de riktige inngangsparametre.

For VAR-bransjen kan det være aktuelt å dele inn nøkkeltallene i grunndata, styringsdata og resultatdata (6).

Grunndata omfatter:

(Grunndata skal gi oversikt over grunnlaget for virksomhet innen driftssikkerhet og vedlikehold).

- Lover og regelverk
- Brukere og kunder
- Mannskapsressurser
- Oppbyggingen av ledningsnett, stasjoner og renseanlegg
- Tilstanden til ledningsnett, stasjoner og renseanlegg

Styringsdata omfatter:

- Mål for mengde og kvalitet på de tjenestene som leveres
- Budsjett for drift, vedlikehold og fornyelser

Resultatdata omfatter:

- Måloppnåelse
- Produktivitet

Det må klart gå fram hva som ønskes dokumentert når en samler inn og anvender nøkkeltall, slik at en får en effektiv bruk av informasjonen som innsamles. Dette må være en viktig oppgave for den ansvarlige for virksomheten. Tradisjonelt har forskjellige personer oppgaver med å samle inn data om innsatsmidler og data fra drift og utført vedlikehold. Dette kan resultere i at nøkkeltallene ikke alltid blir enhetlige.

En effektiv vedlikeholdsstyring i fremtiden vil i stor grad være avhengig av at en er i stand til å fremskaffe et sikkert og detaljert dataunderlag. Det EDB-basert vedlikeholdssystem vil i stor grad være det systemet som gir inngangsparametrene til nøkkeltallene. Eksempel på nøkkeltall er:

VEDLIKEHOLD

- Vedlikeholdsaktivitetsfrekvens
- Virkelige vedlikeholdskostnader
Budsjetterte vedlikeholdskostnader
- Virkelige vedlikeholdstid
Budsjettert vedlikeholdstid
- Korrigerende vedlikeholdstid
Forebyggende vedlikeholdstid
- Kostnad, vedlikehold utført av leiefirma
Totale vedlikeholdskostnader
- Virkelig reservedelsforbruk
Budsjettert reservedelsforbruk
- Reservedelsforbruksintensitet
- Feil/svikt intensitet
- Midlere tid mellom feil/svikt [MTBF]
- Ombyggingshyppighet

NEDSTENGNING

- Antall virkelige nedstengte enheter
Antall planlagte nedstengte enheter
- Virkelig nedetid
Planlagt nedetid

Tabell 4.7.1. Eksempel på analysetyper.

		ANALYSEOMRÅDE	
ANALYSETYPE	Sikkerhet	Tilgjengelighet	Vedl.holds-kostnad
Tilgjengelighet/utilgjengelighet		x	x
Driftssikkerhet		x	x
Forebyggende vedlikehold		x	
Korrektiv vedlikehold		x	x
Pålitelighet		x	
Vedlikeholdskostnad			x
Vedlikeholdskvalitet	x	x	x
Modifikasjonseffekt			x
"Back" logg			x
Kostnadseffekt			x
Vedlikeholdstilpasning		x	x
Reservedelsforbruk			x
Ressurs			x
Dokumentasjon			x
Sikkerhet og risiko	x		

Analyseresultatene kan presenteres i følgende tre hovedtyper:

- Data/resultater sammenlignet med standard akseptabel tilstand.
- Data/resultater presentert som rankinglister
- Data/resultater som kan brukes som basis ved ingeniørmessige beslutninger f.eks. i forbindelse med modifikasjoner.

4.8. Spesifikasjon.

4.8.1 Bakgrunn

Valg av riktig EDB-basert vedlikeholdssystem betinger en godt gjennomarbeidet kravspesifikasjon med definerte ønsker.

Kravene må avspeile de behov som foreligger i VAR-bransjen. Eksempel på krav er opplistet i tabell 4.8.1. De opplistede kravene er satt opp på grunnlag av:

- Informasjon innhentet i andre bedrifter
- Diskusjoner i arbeidsgruppen
- Diskusjoner med leverandører
- Diskusjon med brukere

Arbeidsgruppen har prioritert å innhente informasjon både fra brukere og leverandører. Et spørreskjema ble utsendt til ca. 30 leverandører.

Spesifikasjonen vil etter en bearbeiding utgjøre et viktig grunnlag for forberedelse for implementering av EDB-baserte vedlikeholdssystemer i VAR-bransjen. Denne bør legges til grunn ved diskusjon med leverandører og for eventuell bestilling.

Kravskala 1-7 i tabell 4.8.1 indikerer viktigheten av et krav. Krav 1 betyr, svært viktig, og kravet må absolutt oppfylles. Krav 7 indikerer at kravet ikke er særlig viktig.

Rubrikken "tilfredsstillelse av krav" skal fortelle hvordan leverandøren tilfredsstiller kravet.

1. Svært godt
- .
- .
- .
7. Ikke oppfylt

Rubrikken "kvalitet" skal gi indikasjoner på kvaliteten på svaret fra leverandøren.

1. Svært godt
- .
- .
- .
7. Svært dårlig

Under kommentarer kan en føre opp opplysninger knyttet til funksjon/egenskap, etc.

På grunnlag av diskusjoner med brukere, leverandører og diskusjon i arbeidsgruppen, vil gruppen ikke anbefale å utvikle et eget system for bransjen. Det er mere formålstjenlig å tilpasse et allerede utviklet system til de krav og ønsker som foreligger.

Funksjon/Egenskap	KRAV 1 2 3 4 5 6 7	System i		Kommentarer
		Tilfredstillelse av krav 1 2 3 4 5 6 7	Kvalitet 1 2 3 4 5 6 7	
0 LEVERANDØR - omsetting - antall ansatte - referanser i VAR - referanser generelt - hovedomr. bedrift - planlagte leveranser				
1 SYSTEM(OPPBYGGING) - moduler - funksjon - søking - koordinering/kommunikasjon - videreutvikling - tilpasninger * små brukere * store brukere - brukervennlighet				
2 "KOMPUTER" - operativsystem - maskinvare og maskintype - responstid				

Tabell 4.8.1 Kravspesifikasjon

Funksjon/Egenskap	KRAV 1 2 3 4 5 6 7	Tilfredstillelse av krav 1 2 3 4 5 6 7	System i Kvalitet 1 2 3 4 5 6 7	Kommentarer
3 IDENTIFIKASJONSSYSTEM - hierarkisk oppbygging - nummeringsprinsipp - maskinkort/utstyrsregister skjema * navn * nummer * leverandør 4 ARBEIDSORDRE - arbeidsordre nummer - utstyrsnummer - meldingsdato - prioritert - arbeidsordre type - komponent/del nummer - svikt dato - arbeidsordre status - bestilt av - kan utstyr benyttes - planlagt start - estimert vedlikeholdstid - utførende avdeling - antall personer - reparasjonstid - nedetid - arbeidsansvar - årsak - utfyllende beskrivelse - reservedelsforbruk - vedlikeholdskostnader				

Funksjon/Egenskap	KRAV 1 2 3 4 5 6 7	Tilfredstillelse av krav							System i Kvalitet 1 2 3 4 5 6 7	Kommentarer
		1	2	3	4	5	6	7		
5 FOREBYGGENDE VEDLIKE- HOLD - utstyrnummer - aktivitet - planlagt manntimer - planlagt nedetid - virkelig vedlike- holdstid - virkelig nedetid - intervall * periodisk (kal- ender) * periodisk (drifts- tid) - tilstandskontroll 6 RESERVEDELER - nummerering - navn - plassering - forbruk - bestillingspunkt - leveringstid - leverandør - pris - brukssted										

Funksjon/Egenskap	KRAV 1 2 3 4 5 6 7	System i		Kommentarer
		Tilfredstillelse av krav 1 2 3 4 5 6 7	Kvalitet 1 2 3 4 5 6 7	
9 DATA RAPPORTERING - parametre - typer data - typer rapporter - ti på topp lister * kostnader * timer * nedetider - feil/svikt intensitet - vedlikeholdstider - årsaker - konsekvenser - trendutviklinger - fordeling mellom KV og FV - stående ordrer - back log - arbeid under bestilling - arbeid som venter på reservedeler				
10 DATASIKRING				
11 TILGJENGELIGHET				

Funksjon/Egenskap	KRAV 1 2 3 4 5 6 7	System i		Kommentarer
		Tilfredstillelse av krav 1 2 3 4 5 6 7	Kvalitet 1 2 3 4 5 6 7	
12 OPPLÆRING - tilbud faglig innhold - manualer - oppfølging - pedagogisk opplegg				
13 OPPGRADERING				
14 VEDLIKEHOLDSAVTALER				
15 FAGLIG STØTTE				
16 KRAV FRA LEVERANDØR TIL VAR				

5 VIDERE ARBEID

Denne rapporten er første fase i arbeidet med å få utviklet og tatt i bruk EDB-baserte vedlikeholdssystemer i VAR-bransjen.

Følgende to aktiviteter bør prioriteres i det videre arbeidet:

- A) - Videreføre utviklingen av et EDB-basert vedlikeholdssystem i bransjen.
- B) - Utvikling av vedlikeholdshandbok

A) EDB-basert vedlikeholdssystem.

Det arbeidet som er nedlagt og den kompetanse som er oppbygd i arbeidsgruppen, skulle være en god basis for et videre arbeid med videreføring, implementering og uttesting av et EDB-basert vedlikeholdssystem.

Dette arbeidet kunne bestå av følgende faser:

- Kontakte de mest aktuelle leverandører av EDB-baserte vedlikeholdssystem.
- Oppjustere/tilpasse oppsatte kravspesifikasjon.
- Kontakte brukere og kartlegge behov (videreutvikling av resultater fra dette prosjektet).
Det synes naturlig å velge en, eventuelt noen få av samarbeidspartnerne i prosjektet.
- Utvikle en oppjustert kravspesifikasjon.
- Utvikle nødvendige formater, prosedyrer etc..
- Planlegge implementering:
 - Valg av utstyrstype/anleggstype
 Det EDB-baserte vedlikeholdssystemet bør prøves ut på en, eventuelt noen få av de aktuelle anlegg.
- Iverksette støtteaktiviteter:
 - Opplæring
 - Informasjon
 - Motivasjon
- Utarbeide et systemhierarki og forebyggende vedlikeholdsprogram for det utvalgte utstyret.
- Ta vedlikeholdssystemet i bruk.
- Innhente erfaringer fra prøveperioden.
- Oppjustere kravspesifikasjonen og opplegget omkring implementeringen.
- Forberede implementering for andre utstyr/anlegg og eventuelt i andre bedrifter.

B) Vedlikeholdshandbok.

Ut ifra innhentede kommentarer og en vurdering av status for vedlikeholdsarbeid i VAR-bransjen, synes det å være behov for å få utarbeidet en handbok som generelt beskriver ivaretagelse av vedlikeholdsfunksjonen og gjennomføring av vedlikeholdet i bransjen.

En slik handbok kan omfatte:

- Presentasjon av vedlikeholdsteori.
- Presentasjon av viktigheten av vedlikeholds- og driftssikkerhetsprioriteringer.
- Oppsett av bransjeorientert forebyggende vedlikeholdsprogram for noen utvalgte utstyr/anlegg.
- Utvikling av vedlikeholdsprosedyrer/god praksis for gjennomføring av korrektivt vedlikehold.
- Oppsett av et program/retningslinjer for vedlikeholds- og driftssikkerhetsprioriteringer ved prosjektering og nyinnkjøp.
- Utvikling av opplærings- og kompetanseprogram for bransjen.
- Utvikling av måltall og nøkkeltall.
- Utvikling av analyseverktøy.

Aktivitet A) og B) kan utføres samtidig. Det kan også være aktuelt å starte opp bare den ene av dem.

En nærmere diskusjon av aktivitets-, tids-, og kostnadsplan må tas opp til diskusjon senere.

Vedlegg 1

Vedlikeholdsmål ledningsnett - avløp.

Vedlikeholdsfunksjonen tillegges å ha ansvar for tekniske utstyr i avløpsnett på en slik måte at driftssikkerhetskravene blir oppfylt.

Dette medfører at vedlikeholdsavdelingen skal arbeide for:

- Tilstrekkelig tilgjengelighet
- Effektiv utnyttelse av avløpsnettet
- Tilstrekkelig kapasitet og trykk
- Tilstrekkelig dekningsgrad
- Akseptable forvaltningskostnader

Vedlikeholdsstrategi.

Det er også her naturlig å ha en oppdelt strategi for høyrisiko og lavrisiko ledninger.

- Høyrisiko ledninger

Dersom feil/svikt intensitet overstiger en definert grense, bør en vurdere opptrapping av det forebyggende vedlikeholdet (tiltak iverksettes) (f.eks. utskiftninger ved definerte tidsintervaller).

For høyrisiko ledninger må en sette særskilte grenser for hver enkelt ledning.

- Lav risiko ledninger

Ingen forebyggende tiltak. Svikt repareres etterhvert som de oppstår.

For disse ledningene kan en f.eks. sette en felles grense f.eks. 3 brudd pr. km og år. For tilstopping av lav risikoledninger fastsettes grense ut i fra konsekvens av tilstopping. Videre må reparasjoner utføres slik at det ikke skapes vesentlige hindringer for bil og gangtrafikk samt for næringsdrivende i området.

Vedlegg 2

Vedlikeholdsmål, renseanlegg.

Vedlikeholdsfunksjonen tillegges å ha ansvaret for det tekniske utstyret på renseanlegget på en slik måte at driftssikkerhetskravene blir oppfylt.

Dette medfører at vedlikeholdsavdelingen skal arbeide for:

- Tilstrekkelig tilgjengelighet
- Tilstrekkelig nøyaktig på måleutstyr
- Tilstrekkelig kapasitet
- Akseptable forvaltningskostnader

Vedlikeholdsstrategi

Vedlikeholdsstrategien på anlegg og utstyr bør baseres både på forebyggende og korrigerende vedlikehold eller fornyelse. Vedlikeholdstypen bør bli bestemt ut fra utstyrets kritikalitet. Myndighet-, fabrikant- og leverandørkrav, samt driftserfaringer er avgjørende for valg av strategi. For å optimalisere vedlikeholdsfunksjonen kreves god registrering og datainnsamling som periodevis analyseres for å justere inspeksjonsintervallene.

LITTERATUR

- 1 Stortingsmelding nr 55 (1984-85)
"Om vannforsyningen".
- 2 Statistikk for vannforsyning, avløp og renovasjon
- analyse av VAR-data.
Hefte II - Avløpsrenseanlegg.
Rapport nr 86/13 fra Statistisk sentralbyrå,
Oslo 1986.
- 3 Statistikk for vannforsyning, avløp og renovasjon
- analyse av VAR-data.
Hefte III - Avløpsendringer, tilknytning avløpsnett, avløpsavgifter.
Rapport nr 87/7 fra Statistisk sentralbyrå, Oslo 1987.
- 4 Bergen kommune Teknisk utbygging.
Våre mål mot år 2000.
- 5 Schjølberg, Per.
Driftssikkerhet.
Dr.ing. avhandling.
1987 Trondheim.
- 6 Bø A., Bowitz W., Bergh E., Danielsen I.
Målstyring og resultatvurdering i kommune.
3SR prosjekt.