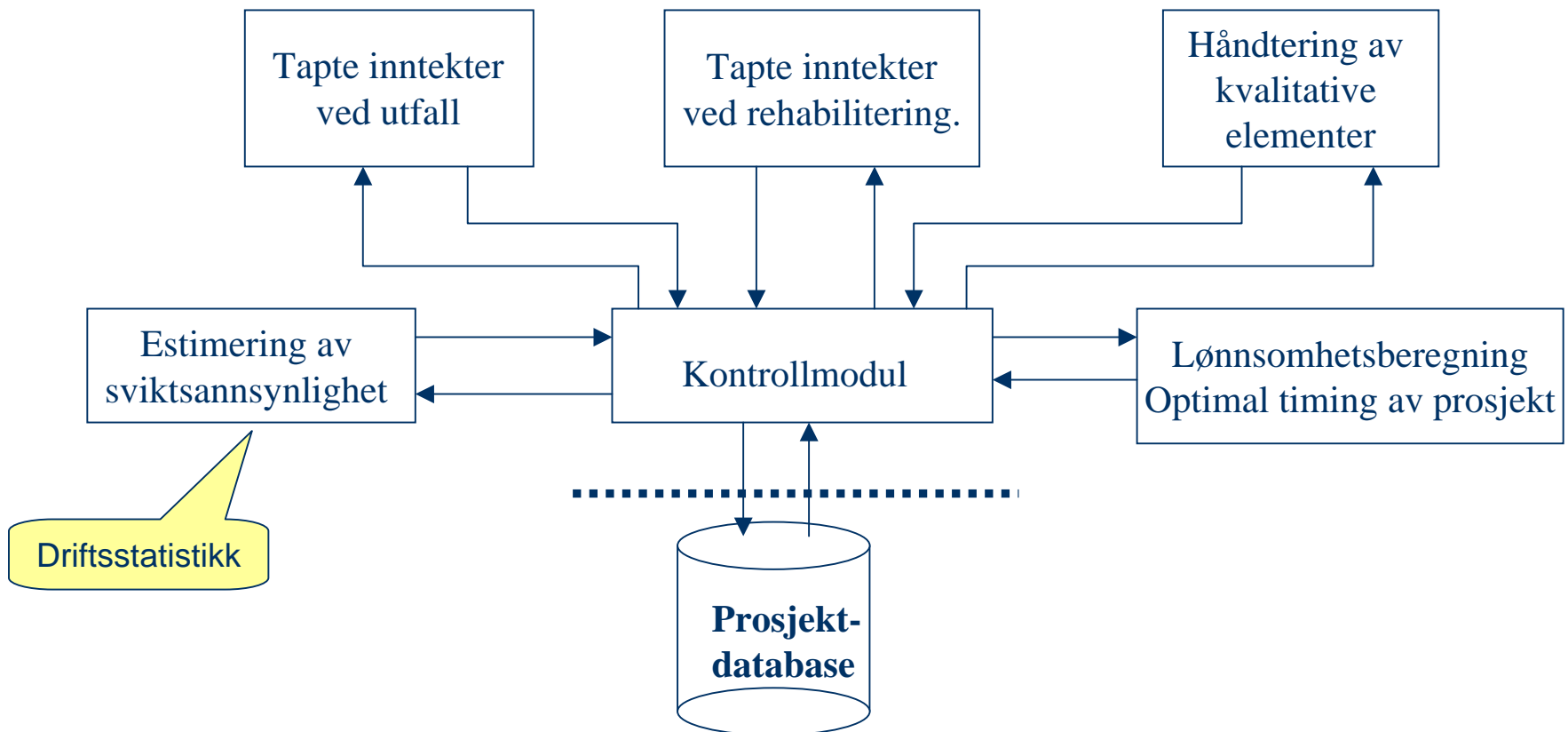


Beslutningsstøtte for vedlikehold og rehabilitering innen vannkraft

- **Målsetning:**
Etablere helhetlig analyseopplegg og beslutningsstøtteverktøy for utvelgelse og prioritering av vedlikeholds- og rehabiliteringsprosjekter innen vannkraft, samt etablere og formidle ny kompetanse i bransjen på dette området
- **Deltakere:**
SINTEF Energiforskning, EBL Kompetanse, flere kraftselskap, Norconsult Informasjonssystemer, Powel, GE Hydro, Forskningsrådet
- **Varighet:** 5 år (2001 – 2005)
- **Budsjett:** 11 mill kr
- **Kontaktperson:** Jørn Heggset, SINTEF Energiforskning AS
Jorn.Heggset@sintef.no

Modellkonsept for prioritering av vedlikeholdsprosjekter



Nasjonal driftstatistikk

■ Målsetning

- Bidra til etablering av nasjonal driftsstatistikk for vedlikeholdsformål for kraftproduksjonsanlegg

I prosjektet "Teknisk drift og vedlikehold" (1997-2000) ble det utarbeidet en spesifikasjon over en nasjonal driftsstatistikk. Det er av stor betydning at en slik database blir etablert, og prosjektet skal bidra til å at dette skjer.

■ Delmålsetninger

- Gjennomføring av pilotprosjekt med utvalgte kraftselskap og leverandører av FDV-systemer, med siktemål å teste ut både registrerings- og rapporteringssystem (mot en "tenkt" nasjonal database)
- Bidra til at administrativ organisering og rollefordeling blir avklart

Nasjonal driftstatistikk - Pilotaktivitet

■ Deltakere

- SINTEF Energiforskning AS
- Sira-Kvina kraftselskap
- BKK
- NTE
- GE Hydro
- Norconsult Informasjonssystemer

■ Varighet

- august 2002 - juni 2003

Bakgrunn

- Tilstandskontroll og vedlikehold
EFI TR A3840 (Fodstad, 1991)
- Driftsstatistikk for vedlikeholdsformål (EFFEN, april 1997)
 - EFI TR A4517 Driftsstatistikk for vedlikeholdsformål
 - EFI TR A4518 Spesifikasjon av driftsdata for vedlikeholdsformål
- Teknisk drift og vedlikehold (EFFEKT, april 1999)
 - TR A4966 Etablering av nasjonal database med driftsrelatert informasjon for vedlikeholdsformål

Tilstandskontroll og vedlikehold

EFI TR A3840 (Fodstad, 1991)

- **Mål:** Feilstatistikk som underlag for forbedret vedlikehold
- **Konklusjon:** Få feil, og enkeltfeil dominerer utetiden
- **Begrensninger**
 - Ingen rapportering av inspeksjonsfeil
 - Ingen informasjon om forebyggende vedlikehold
 - Mangelfull informasjon om følgeskader
 - Minimal informasjon om reparasjons- og utskiftingskostnader
 - Mangelfull informasjon om produksjonstap
- **Forslag til forbedringer**
 - Forbedring av kodesystemer
 - Fastsette registreringsomfang
 - Enhetlig registrering for utveksling og innsamling

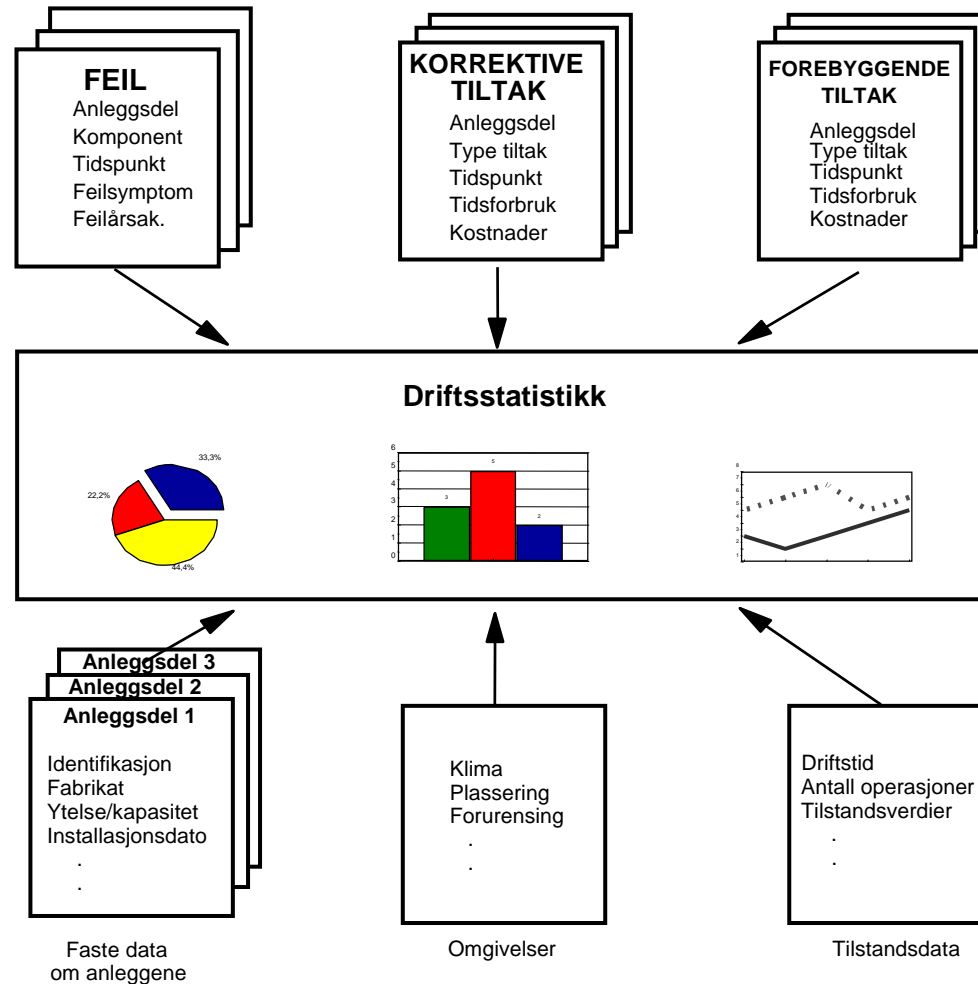
Driftsstatistikk for vedlikeholdsformål EFI TR A4517 og A4518 (1997)

- Spesifikasjon av driftsstatistikk
 - Nytteverdier for vedlikehold
 - Bruksområder for vedlikehold
 - Aktuelle driftsstatistikker og utvalgsriterier

- Spesifikasjon av driftsrelatert informasjon (databehov)
 - Feil/Feilsymptom
 - Feilårsak/Påkjenning
 - Vedlikeholdstiltak

- Pilotverksaktivitet (Microsoft Access prototyp)

Databehov ved analyse av vedlikeholds- og fornyelsesbehov



Faste data (TR A4517)

Gruppe	Informasjon	Kilde	Valgmuligheter/Beskrivelse
Identifikasjonsdata	Anleggsdel-identifikasjon	A	Identifikasjonskode for anleggsdel (objektnr e.l.)
	Anleggsdel-betegnelse	A	Dam, turbin, generator, etc. (se Vedlegg 2)
	Anleggsdel-type	A	Eks. (turbin): Pelton, Francis, etc. (se Vedlegg 2)
	Anleggsdel-funksjon	A	Stort sett aktuelt for anleggsdeler innenfor gruppen kontrollanlegg (se Vedlegg 2). Vern av generator, transformator, kabel, etc.
	Komponent-type	A	Kraftledning, mast: Stål, betong, tre (se Vedlegg 2)
Fabrikasjonsdata	Fabrikat	A	
	Typebetegnelse (modell)	A	
	Konstruksjon/utførelse	A	Eks. (SF6-anlegg): aluminium-/stålkapsling Eks. (kabel): 1-lederkabel, 3-lederkabel
	Merkespenning	A	
	Ytelse/kapasitet	A	
Installasjonsdata	Driftsspenning	A	
	Idriftsettelsesdato	A	
	Driftstilstand	A	Aktiv, passiv, intermitterende
	Dato for fornyelse/ oppgradering/ større utskiftinger	V	
	Start datainnsamling	F/A	Dato
Omgivelser	Plassering	A	Inne, ute, vann, jord, luft, etc.
	Klima	A	Fjell-, kyst-, innlandsklima, etc.
	“Statiske” påkjenninger	A	Forurensingsnivå, vibrasjoner, temperatur, korrosivt miljø (korrosjonsindeks), etc.
Vedlikeholdsstrategi	Planlagt korrektivt	V	
	Forebyggende	V	Periodisk, tilstandsstyrt, etc.
Annet	Tilleggsinformasjon		Utfyllende opplysninger (fri tekst)

Dynamiske data (TR A4517)

Gruppe	Informasjon	Kilde	Valgmuligheter/Beskrivelse
Driftstider/antall operasjoner	Kalendertid, driftstid, antall operasjoner siden siste vedlikehold	V/L	Antall operasjoner: Av/på, start/stopp, etc.
	Kalendertid, driftstid, antall operasjoner siden siste revisjon	V/L	
	Kalendertid, driftstid, antall operasjoner siden installasjon	A/L	
Store enkeltpåkjenninger	Klimapåkjenninger	M	Det er her snakk om påkjenninger som ikke umiddelbart fører til feil på enheter, og som derfor ikke automatisk får status som feilårsaker.
	Andre påkjenninger	D/L	
Tilstandsverdier	Avhengig av anleggsdel	T	
Utførte forebyggende vedlikeholdstiltak	Registreringsnr.	V	Tiltakets registreringsnr.
	Starttidspunkt	V	Dato/tid
	Tiltak	V	Inspeksjon/tilstandskontroll, service, test, utskifting av komp./delkomp., revisjon, kombinasjon av tiltak
	Antall timeverk	V/Ø	
	Kostnader	V/Ø	Utstys-, lønns-, stopp-/avbruddskostnader
Annet	Tilleggsinformasjon		Utfyllende opplysninger (fri tekst)

Feildata (TR A4517)

Gruppe	Informasjon	Kilde	Valgmuligheter/Beskrivelse
Rapportdata	Rapportnr	F	Unik identifikasjon av rapporten
	Rapportør	F	Rapportørs (evt. kvalitetssikrers) navn
	Rapporteringsdato	F	
Hendelses- beskrivelse	Feiltidspunkt	F	Dato/tid/ukedag da feil oppsto (evt. ble oppdaget)
	Deteksjonsmetode	F	Driftsforstyrrelse, overvåking, tilfeldig observasjon, tilstandskontroll, test, inspeksjon, revisjon, havari
	Utløsende feilårsak	F	Se Vedlegg 3
	Bakenforliggende feilårsak	F	Se Vedlegg 3
	Medvirkende feilårsak	F	Se Vedlegg 3
	Anleggsdel (betegnelse)	F/A	Inkl. referanse til anleggsarkiv
	Komponent	F/A	Se Vedlegg 2
	Delkomponent/del	F/A	Se Vedlegg 2
	Feil/feilsymptom	F	Se Vedlegg 3
	Kritikalitet	F	Konsekvens sett fra anleggsdelen: Umiddelbar opphør av funksjon, nedsatt funksjon, feil under utvikling
Korrektivt/ uforutsett vedlikeholdstiltak	Konsekvens	F	Eksterne konsekvenser
	Registreringsnr.	V	Tiltakets registreringsnr.
	Starttidspunkt	V	Dato/tid
	Tiltak	V	Utskifting, reparasjon, modifisering, justering/service, provisorisk
	Reparasjonstid	V/F	<i>Totalt</i> ; og delt opp i <i>ventetid</i> (ufrivillig, pga. utstyr og annet) og <i>aktiv reparasjonstid</i>
	Nedetid	V	Total nedetid for anleggsdelen pga. feilen
	Antall timeverk	V/Ø	
Kostnader	V/Ø	Utstyrs-, lønns-, stopp-/avbruddskostnader	
Annet	Tilleggsinformasjon		Utfyllende opplysninger (fri tekst)

Anleggsstrukturering (TR A4518)

3.3 GENERATOR

	Stator	421.000.100	Stator
*	Statorhus	421.001.110	Statorhus
*	Statorhus, Kjølere	421.001.111	Kjølere
*	Statorkjerne, Blikkpakke	421.001.120	Blikkpakke
*	Statorkjerne, Pressanordninger		
*	Statorvikling, Stav/Spole	421.001.130	Vikling
*	Statorvikling, Sporkiler	421.001.130	Vikling
*	Statorvikling, Viklingsstøtter, Surringer	421.001.130	Vikling
*	Statorvikling, Viklingsforbindelser, Uttak	421.001.130	Vikling
	Rotor	421.001.200	Polhjul
*	Nav, Rotorring	421.001.210	Nav
*	Bremsering		
*	Aksel	421.001.220	Aksel
*	Pol, Polkjerne	421.001.230	Poler
*	Pol, Polspole	421.001.230	Poler
	Pol, Dempevikling	421.001.230	Poler
*	Ventilator	421.001.240	Ventilatorer
	Pendelgenerator	421.001.250	Pendelgeneratorer
	Magnetiseringsutstyr, Sleperinger	421.001.261	Sleperinger
	Magnetiseringsutstyr, Børster	421.001.262	Børstebru
	Magnetiseringsutstyr, Magnetiseringsskinner		
	Armkryst	421.001.300	Armkryst
*	Øvre Kryss	421.001.310	Øvre kryss
	Øvre Kryss, Lagerhus		
*	Nedre Kryss	421.001.320	Nedre kryss
	Nedre Kryss, Lagerhus		

Statorvikling (TR A4518)

Enhet	Feil/Feilsymptom	Feilårsak/Påkjenning	Vedlikeholdstiltak
Stator Statorvikling, Stav/Spole ¹⁾ *	1. Svakheter i hovedisolasjon (A) 2. Svakheter i vindingsisolasjon (A) 3. Løsning mellom kobber og isolasjonshylse 4. Svakheter i spolehodeisolasjon 5. Skade på potensialstyring på spolehode 6. Skade på potensialstyring i spordelen 7. Dårlig innfesting A. Viklingskortslutning	- Aldring (elektrisk) (1,2) - Aldring (termisk) (1,2) - Aldring (mekanisk) (3) - Aldring (kjemisk) (5,6) - Gliming (innvendig) (1,2) - Gliming (utvendig) (5,6) - Mekanisk slitasje (vibrasjon) (6,7)	- Utskifting av enkeltstaver/spoler (1-4,6) - Utskifting av hele statorviklingen (1-4,6) - Bytt faseuttak og nullpunkt (1,2,4-6) - Utbedring av potensialstyring på spolehoder (5) - Utbedring av potensialstyring i spordel (ofte ikke mulig) (6) - Utbedring av innfesting (se også Sporkiler) (7)
Stator Statorvikling, Sporkiler *	1. Løs kile 2. Løs kilesurring	- Aldring (mekanisk) (1,2)	- Etterkiling (1) - Utbedring av surringer (2)
Stator Statorvikling, Viklingsstøtter, Surringer *	1. Løs surring 2. Oppsmuldret surring 3. Løs viklingsstøtte	- Kortvarig mekanisk påkjenning (kortslutning, feilfasing) (1,3) - Mekanisk påkjenning (normal) (1,3) - Erosjon fra elektrisk gliming (2)	- Utbedring av surringer (1,2) - Utbedring av viklingsstøtter (festing, utbytting) (3)
Stator Statorvikling, Viklingsforbindelser, Uttak *	1. Varmgang i kontaktpunkt 2. Brudd i kontaktpunkt (alvorlig, kan medføre brann)	- Mekanisk vibrasjon (1,2) - Sprøhet i loddeforbindelse (1,2)	- Utbedring av kontaktpunkt (1,2)

Prototyp - Pilotverksaktivitet

Feilregistrering

Feilregistrering

Registreringsnr.: Registreringsdato:

Registrator:

Anleggsdel: Feil:

Komponent: Feilårsak:

Delkomponent: Vedlikeholdstiltak:

Anleggskode:

Funksjon: Kritikalitet:

Plassering: Prioritet:

Anmerkninger:

Registreringsbeskyttelse

Post: 1 av 1

Implementering av driftsstatistikk i vedlikeholdssystemer (TR A4966)

- Utarbeidet kravspesifikasjon for en modul for registrering av driftsrelatert informasjon, samt for generering av lokal driftsstatistikk
- Implementert modulen i eksisterende vedlikeholdssystemer (delvis gjennomført)
- Utarbeidet kravspesifikasjon for en nasjonal database som grunnlag for en nasjonal driftsstatistikk for vedlikeholdsformål
- Spesifisert utvekslingsformat mellom lokale systemer og den nasjonale databasen

Hvorfor nasjonal database med driftsrelatert informasjon?

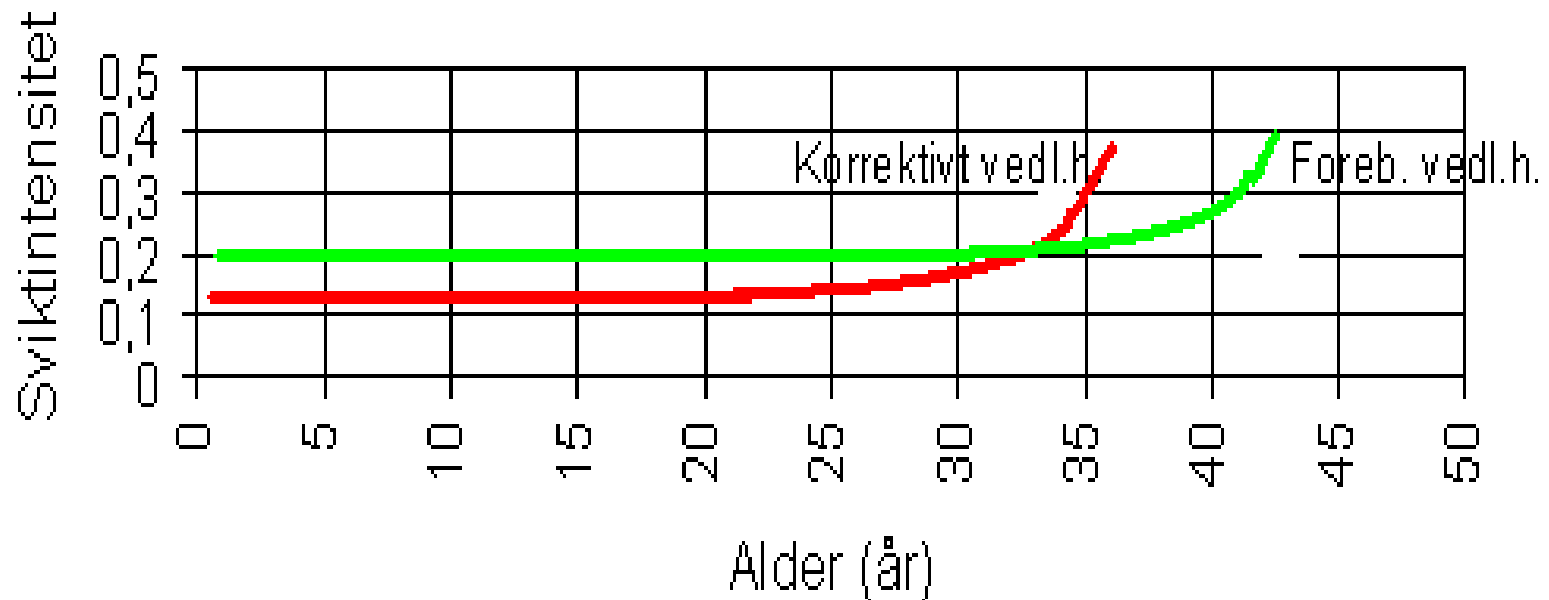
- For å gjennomføre gode analyser er det ofte et behov for *relevant* statistikk som ideelt sett skiller på f.eks. type, fabrikkat, spenningsnivå, ytelse osv, og som også tar hensyn til alder/driftstid, miljø- og driftspåkjenninger samt det vedlikehold som er utført på objektet.
- Det enkelte selskap har ofte for få "like" objekter til å fremskaffe relevant statistikk.

Aktuelle bruksområder og nytteverdier

- Beregne feilfrekvenser, reparasjonstider, tilgjengelighet, osv
- Estimere restlevetider, og kartlegge eventuelle tiltak for levetidsforlengelse
- Øke forståelsen for sammenhengen mellom feil og årsak
- Definere gode kriterier for vedlikeholdet
- Optimalisere vedlikeholdsinnsetningen, dvs fastlegge kostnadsriktig vedlikehold som samtidig ivaretar aktuelle krav til tilgjengelighet, sikkerhet og miljø
- Evaluere resultatet av utført vedlikehold (korrigerer eksisterende vedlikeholdsrutiner, forbedre montasje- og vedlikeholdsinstruksjoner)
- Sikre erfaring og kompetanse om anleggene, bl.a. med tanke på vurdering av levetider
- Gjøre riktige tekniske valg med hensyn til drifts- og miljøpåkjenninger (vurdering av f.eks. fabrikat og tekniske løsninger)
- Gi resultatorientert dokumentasjon av virksomheten (Performance indicators)
- Gi everkene mulighet til å sammenligne egen statistikk med andre everk, samt å sammenligne med et nasjonalt gjennomsnitt (Benchmarking)

Eksempel på "ideell" driftsstatistikk

Sviktkarakteristikk for lensanlegg (pumpe og motor), fabrikkat x



Etablering av nasjonal database ...

EFI TR A4966, april 1999

ARBEIDSGRUPPE

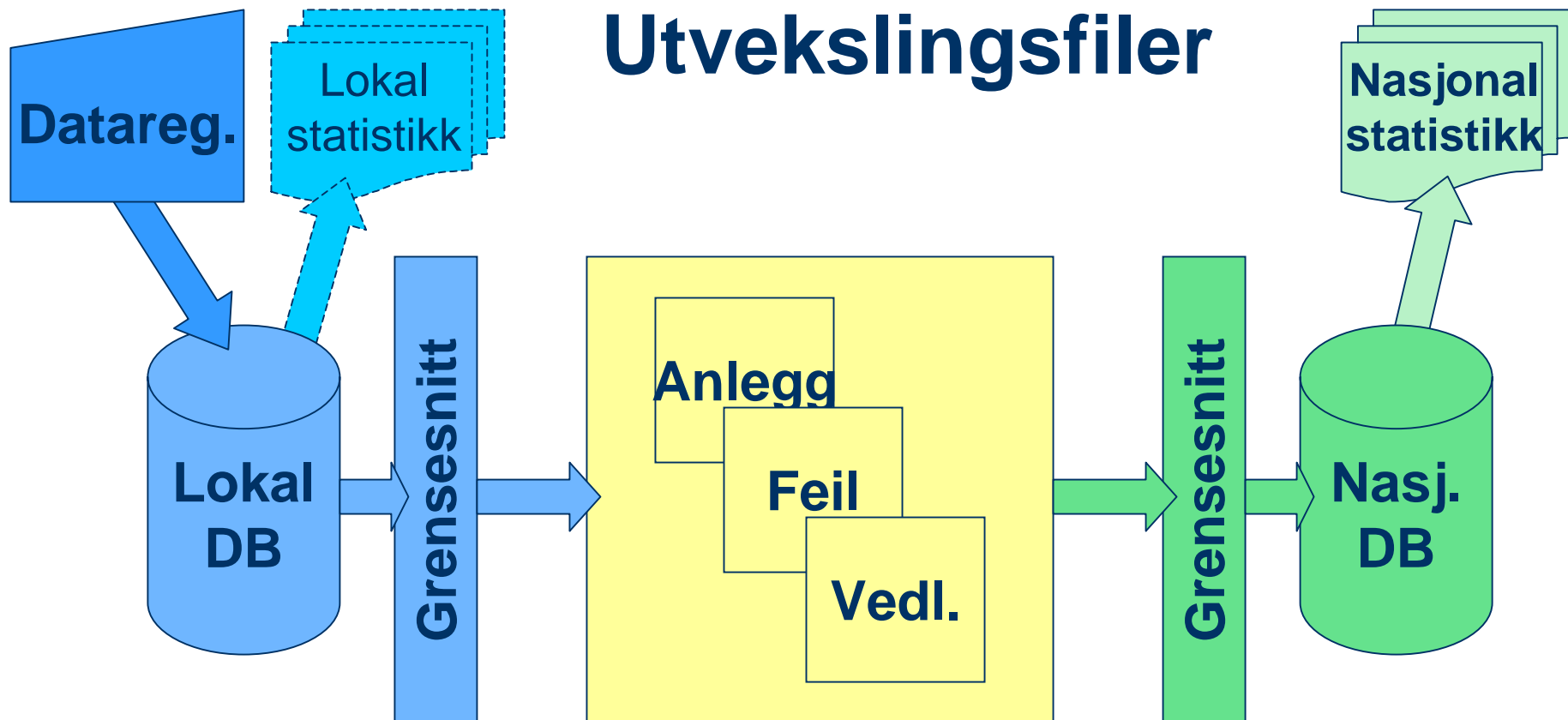
- Jan Daleng
(Grøner/Statkraft, Enfo)
- Tore-Johan Flåm
(NTE)
- Bjørn Tore Hjartsjø
(Statnett)
- Arnt Ove Eggen
(SINTEF Energiforskning)
- Jørn Heggset
(SINTEF Energiforskning)

ANBEFALINGER

- Formelt ansvarlig: Enfo
- Operativt ansvarlig: Statnett
- Referansegruppe
- Databasens oppbygning og omfang
- Spesifikasjon av lovlige valg og koder
- Spesifikasjon av filformat
- Innsamlingsrutiner, kvalitetssikring, publisering

Lokalt system

Nasjonal database



■ Rapportering vil være

■ - FRIVILLIG

- - basert på egne interesser og ressurser når det gjelder hvilke objekter og hvilke data, MEN noe er obligatorisk, og man bør rapportere tilstrekkelig grunnlagsdata

■ Overføring av data via e-post eller web

Statistikker og grunnlagsdata gjøres tilgjengelig via åpne publikasjoner, CD-ROM og Internett

Suksessfaktorer

- Informasjon og motivasjon fra ledelsen
- Rutiner for innsamling og registrering av driftsdata
- Aktiv bruk av edb-baserte vedlikeholdssystemer
 - Anleggsregister (data registreres kun én gang)
 - Arbeidsordrer
 - Utarbeidelse (Hva er feil? Hvor? Hva skal gjøres?)
 - Ferdigmelding (tidsforbruk, reservedeler, kostnader)
- Deltakelse fra leverandører av vedlikeholdssystemer
 - Logikk som kun presenterer relevant informasjon
 - Generering av utvekslingsfiler

Driftsstatistikk er "gratis" tilleggsnytte !

Pilotaktivitet: Registrering av feil

- Avgrensinger av enheter og opplysninger i pilotaktiviteten
- Grundig gjennomgang av TR A4966, dvs samtlige opplysninger, alternativer, koder og kodestruktur mtp aggregering av informasjon for utvalgte enheter
- Vurdering av egne koder mot de nye kodene
- Oppdatering av database, kvalitetssikring av predefinerte valglister
- Realisering av spesifisert funksjonalitet i FDV-systemene
- Konvertering av eksisterende registreringer
- Installasjon og testing av pilotinstallasjonene
- Registrering av "nye" feil

Pilotaktivitet: Nasjonal database

- Realisering av funksjonalitet for rapportering til "nasjonal database" på definert format
- Etablering av rutiner for mottak av rapporteringsfiler
- Realisering av funksjonalitet for innlesing av rapporteringsfiler til tabeller
- Rapportering til den "nasjonale databasen"
- Kvalitetssikring av data
- Realisering av enkle søke- og sorteringsfunksjoner som enkle illustrasjoner på mulig funksjonalitet i og informasjon fra en fremtidig nasjonal database
- Revurdering av anbefalingene fra TR A4966 mtp organisering, roller og ansvar
- Dokumentasjon
- Ta initiativ for å "sjøsette" en nasjonal database med driftsstatistikk

"nå eller aldri" !