



*Nature
at work*



Statkraft

16.03.03 p. 1

PTK 2003

Sesjon D: Kraftverk (elektro, maskin)

Vedlikehold og rehabilitering innen vannkraft (FoU-prosjekt)

Resultater og status

v/Jan Daleng, seniorrådgiver

Statkraft SF Produksjonsdivisjonen

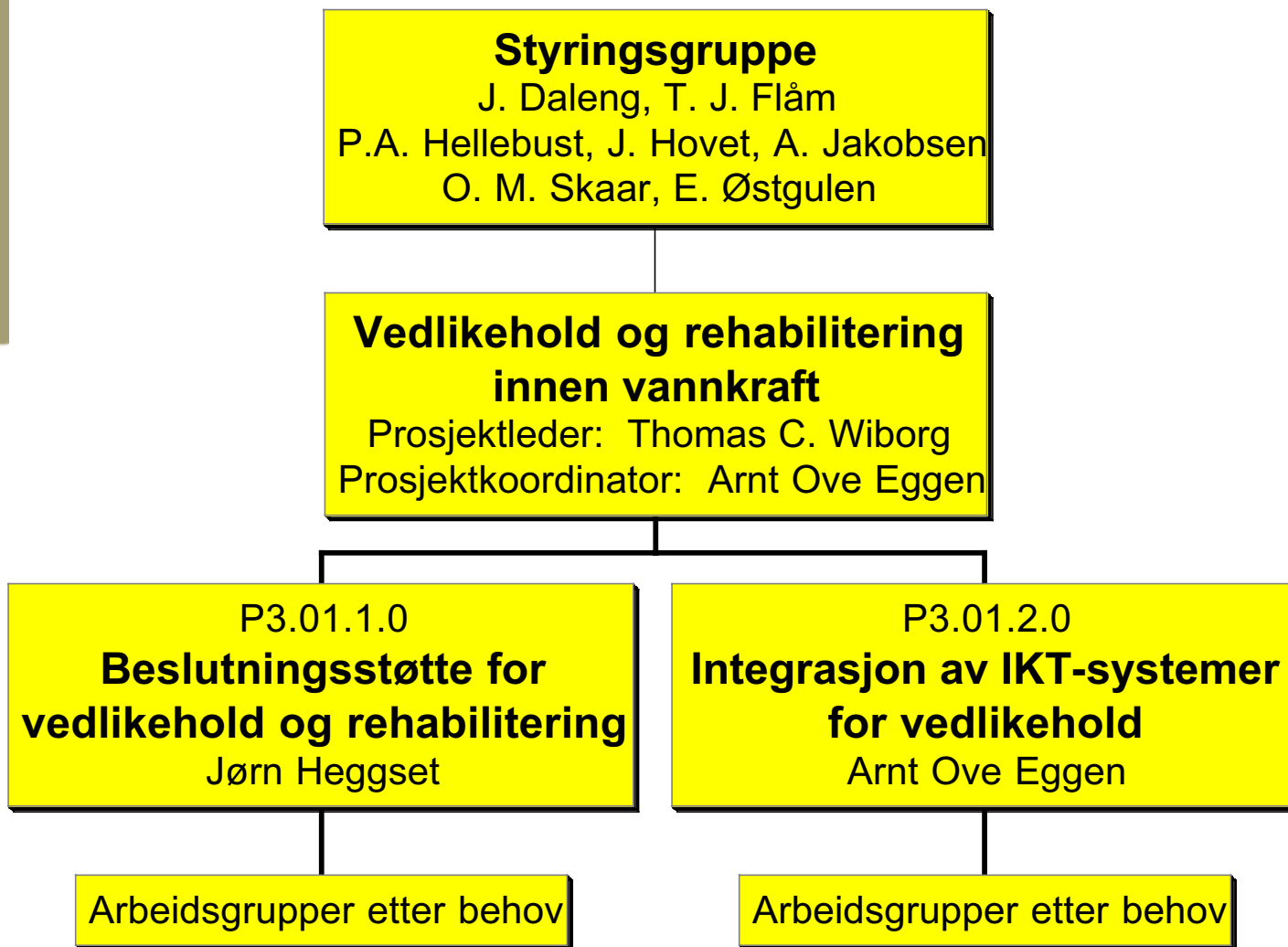


Nature
at work



Statkraft

Vedlikehold og rehabilitering innen vannkraft





Nature
at work



Statkraft

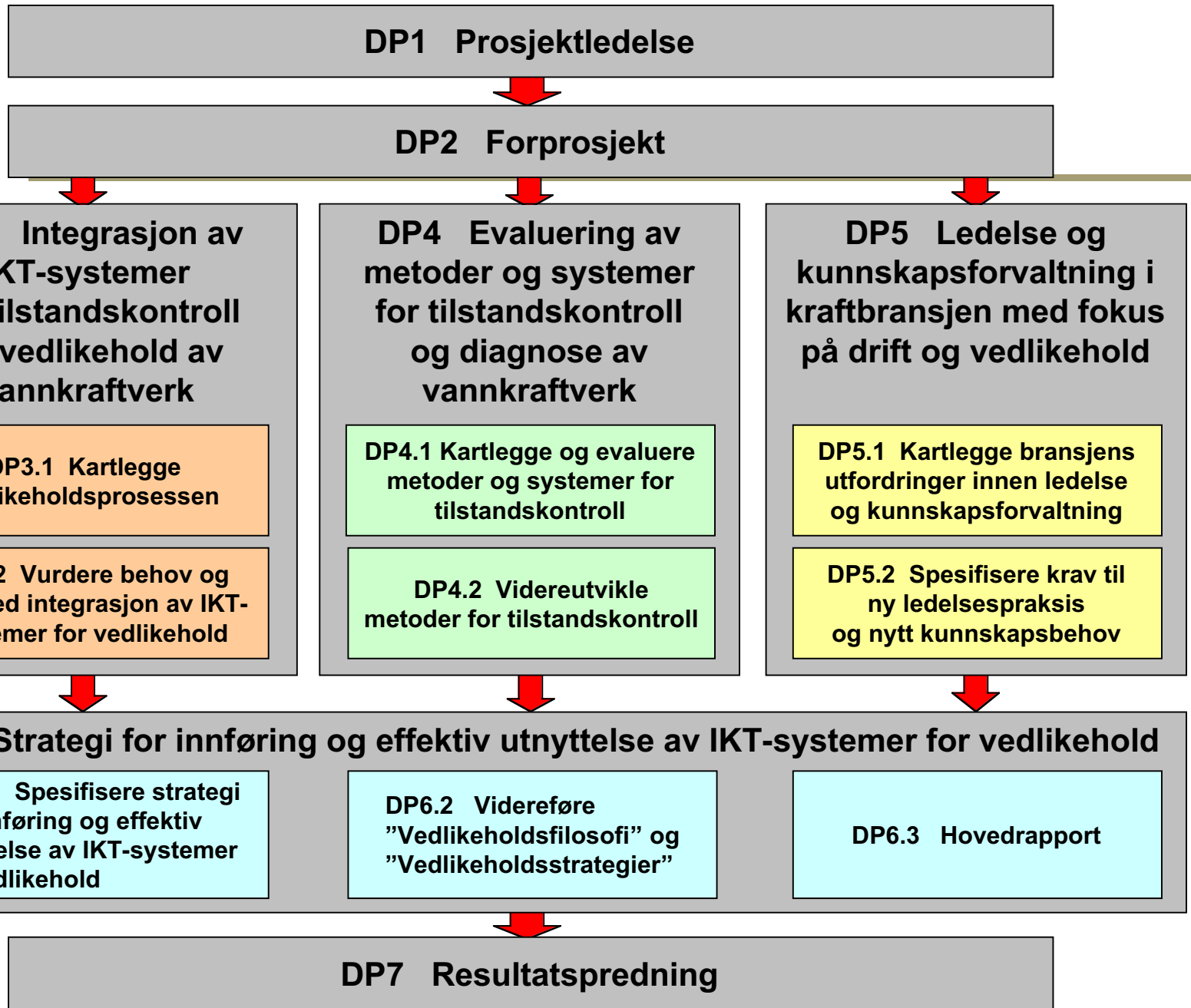
16.03.03 p. 3

Integrasjon av IKT-systemer for vedlikehold i et kraftselskap

- **Målsetning:**
Analysere og evaluere tekniske, økonomiske og organisatoriske konsekvenser ved installasjon og integrasjon av moderne IKT-systemer for tilstandsovervåkning og vedlikehold av vannkraftverk
- **Deltakere:**
SINTEF Energiforskning AS, SINTEF Teknologiledelse, Sira-Kvina kraftselskap, andre kraftselskaper, Alstom Power, Voith Siemens
- **Varighet:** 4 år (2001 – 2004)
- **Budsjett:** 10 mill kr (8 mill kr for SINTEF)
- **Kontaktperson:** Arnt Ove Eggen, SINTEF Energiforskning AS: Arnt.O.Eggen@sintef.no



Nat
at w





*Nature
at work*



Statkraft

16.03.03 p. 5

TR A5643 Vedlikeholdsprosesser i Sira-Kvina kraftselskap

2002-12-30, 47 sider, ISBN 82-594-2303-0, EBL-K 95-2002

■ Hensikt

- Strukturert beskrivelse av utnyttelse av FDV-system
- Identifikasjon av områder hvor bedret effektivitet er mulig
- Anvendelse av tilstandskontroll

■ Gjennomført arbeid

- Spørreundersøkelse
- Besøk April 2002 – Beskrivelse av hovedstruktur
- Besøk September 2002 – Rehabilitering og detaljering av utvalgte prosesser
- Kodifisering av arbeidsprosesser med tanke på målstyring



Nature
at work



Statkraft

Arbeidsprosess: Planlegging og gjennomføring av vedlikehold

FDV System-funksjon

Jobbsystem/spesifikasjon forfallstyring
Etablert vedlikeholdsstrategi basert på:
- Vedtatt FV vedlikeholdsprogram
- Jobbspesifikasjon med jobbdato, forfallstyring og jobbtøst

Teller og målerstyring
- Systemet melder forfall av FV-aktiviteter knyttet til aktuell utstyrsenhet. Dette er basert på kriterier for forfallstyring som her er spesifisert.

Jobbsystem
- Jobbspesifikasjon med jobbtøst

Jobbsystem
- AO registreres som ikke utført

Arbeidsordre/generering
- AO registreres i FDV systemet med status planlagt.
- Oppdrag beskrives.

Arbeidsordre/planlegging
- Personressurser allokeres til arbeidsordre.
- Lagerutlån eller innkjøp av reservedeler og materiell til arbeidsordre planlegges/utføres.

Arbeidsordre/utsending
- Aktivitetsplan/ jobbliste som viser oppdrag i en planperiode (f.eks. ukeplan) kan hentes ut av FDV systemet.
- Oppdragseddeler skrives ut og oversendes vedlikeholdspersonalet.

Utstysregister
- Knytning til anleggsregisteret opprettes.

Tilstands-kontroll-funksjon

TK1
FV: Tilstandsbasert kontinuerlig, (grenseverdi overskredet)

Aktører

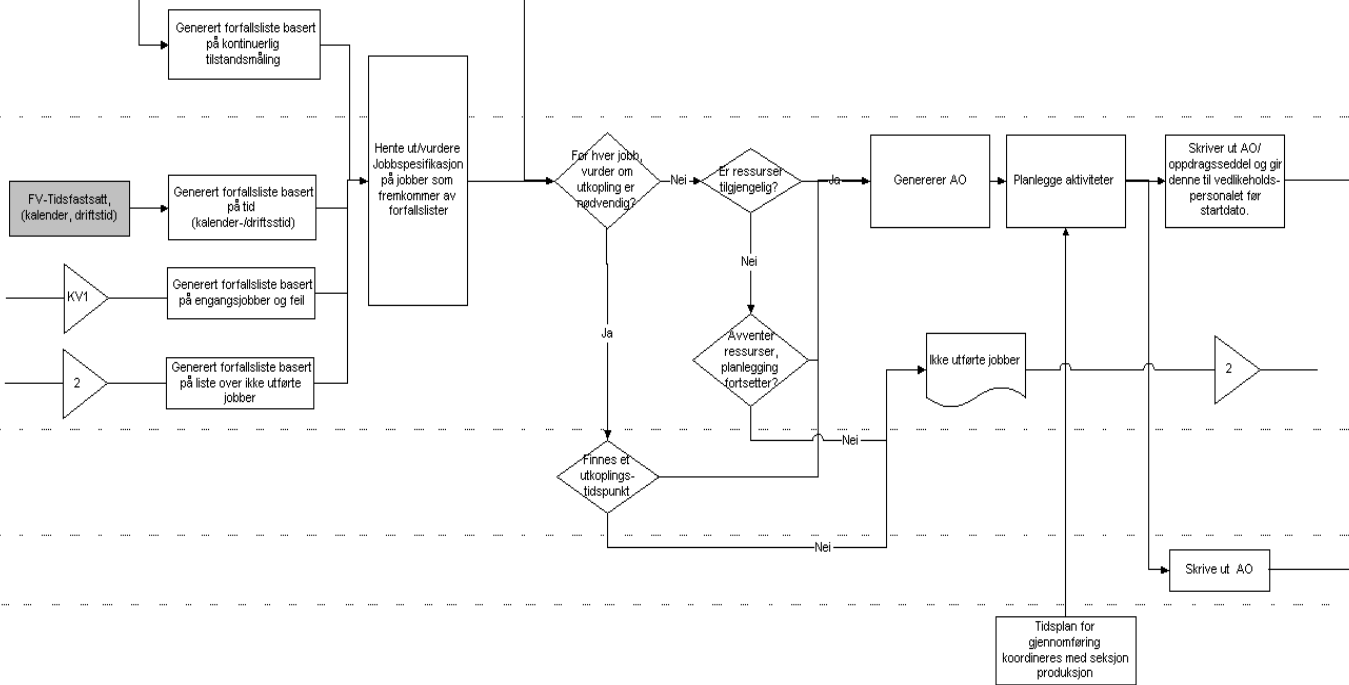
Seksjonsstab
Drift/Vedlikehold

Stasjonsleder/
vedlikeholds-
koordinatør

Seksjon
produksjon

Stasjonsbetjening/
verksteder

Seksjon forvaltning/
Seksjon produksjon





Nature
at work



Statkraft

16.03.03 p. 7

TR A5644 Kartlegging og evaluering av tilstandsparametre i vannkraftverk

229 måleparametre på anleggsdeler fra dam til koblingsanlegg, men med fokus på aggregat

Mange er måleverdier som temperatur, trykk, posisjon, nivå, hastighet, strømning, strøm eller spenning fra transducere eller sensorer.

Dette er parametre som primært benyttes til overvåkning og vern, eller som det er knyttet et myndighetspålegg til

2002-08-15, 51 sider
ISBN 82-594-2304-9
EBL-K 92-2002

EBL-Kode	Anleggsdel	Antall tilstandsparametre
311	Vassdrag	3
314	Dam	21
315	Inntak	7
321	Tunnel	3
323	Trykksjakt	2
324	Bekkeinntak	1
327	Kanal	1
411	Turbin	43
414	Turbinregulator	14
415	Ventilsystem	12
421	Generator	70
424	Magnetiseringsutstyr	5
461	Transformator	15
481	Nødstrømsaggregat	2
485	Trykkluftanlegg	2
486	Kjølevannsanlegg	2
487	Lenseutstyr	2
510.300	Effektbryter	11
510.400	Skillebryter	2
556	Batterianlegg	8
922	Branntekniske anlegg	3



Nature
at work



Statkraft

16.03.03 p. 8

TR A5644 Kartlegging og evaluering av tilstandsparametere.. Utdrag fra kartlegging for generator

- **Resultatene gir primært en oversikt over måleparametre som benyttes i forbindelse med tilstandsanalyser i utvalgte norske kraftselskaper (hva måles, på hvilke anlegg, hvordan, hvor ofte)**
- **Resultatene sier også indirekte noe om metoder og systemer**

Enhet			Driftsparameter	Måleenhet	Kartlegging								
Gruppe	Komp.	Komponent			Beskrivelse	Alle	Utvalgte	Automatisk	Manuelt	Ved behov	Revisjon	Periodisk	Kontinuerlig
421		Generator											
421	100	Stator	Generell tilstand	kode	X	X	X				X		
421	100	Stator	Temperatur kjølevann fra lager kjøler	°C	X	X	X	X				X	Pt-100
421	100	Stator	Temperatur kjølevann fra statorblikk	°C	X	X	X	X			X	X	Pt-100
421	100	Stator	Temperatur finvann kaldt	°C	X		X	X			X	X	Pt-100
421	100	Stator	Temperatur	°C	X		X	X			X		Termografi
421	100	Stator	Temperaturdifferanse (ringprøve)	°C	X	X	X	X	X				Termografi
421	100	Stator	Klang	kode		X	X	X			X		
421	100	Stator	Vannsirkulasjon	l/s	X		X	X			X	X	Strømningsvakt
421	100	Stator	Vannsirkulasjon	%	X		X	X			X	X	Strømningsvakt



Nature
at work

TR A5644 Kartlegging og evaluering av tilstandsparametre .. Utdrag fra evaluering av generator

- Anleggsenhet (EBL Kodeplan)
- Driftsparameter (beskrivelse, måleenhet, primær anvendelse)
- Målemetode (gjennomførbarhet, kvalitet, kompetanse, type, intervall)
- Tilstandsanalyse (analyse, kompetanse)
- Begrunnelse, Vedlikeholdstiltak, Prioritering, Rangering, Datalagring

Enhet			Driftsparameter			Målemetode					Merknad		
Gruppe	Komp.	Komponent	Beskrivelse	Måleenhet	Anvendelse	Gjennom - førbarhet	Kvalitet	Kompetanse	Type	Intervall	Analyse	Kompetanse	
421		Generator											
421	100	Stator	Generell tilstand	kode	F	U	1	A	M	1Å	V		
421	100	Stator	Temperatur kjølevann fra lager kjøler	°C	F	D	1	-	A	A	V	A	
421	100	Stator	Temperatur kjølevann fra statorblikk	°C	F	D	1	-	A	1UA	V	A	
421	100	Stator	Temperatur finvann kaldt	°C	F	D	1	-	A	A		A	
421	100	Stator	Temperatur	°C	F	D	1	H	M	1Å	V	H	
421	100	Stator	Temperaturdifferanse (ringprøve)	°C	F	U	1	S	M	B	V	S	
421	100	Stator	Klang	kode	F	U	1	H	M	B	V	H	
421	100	Stator	Vannsirkulasjon	l/s	F	D	1	-	A	A			
421	100	Stator	Vannsirkulasjon	%	F	D	1	-	A	A			





Nature
at work



Statkraft

16.03.03 p. 10

TR A5645 Kartlegging av utfordringer innen ledelse og kunnskapsforvaltning vedrørende drift og vedlikehold hos norske kraftselskaper

Konklusjoner og anbefalinger fra 2 pilotaktiviteter

- Måten de to selskapene møter utfordringene på synes å være gode
- Forståelsen for nødvendigheten av omstruktureringer er god internt i selskapene, men kunne vært bedre blant de som arbeider i anleggene
- Enda mer synlighet og engasjement i tekniske spørsmål fra ledelsens side kan bedre dette
- På kunnskapssiden er det en utfordring å finne ut hvilken andel av "den tause kunnskapen" som er viktig i dagens situasjon
- Videre må det avklares hvordan man kan anvende kunnskap som *ikke* kan formaliseres i eksisterende datasystemer

2002-12-11, 28 sider, ISBN 82-594-2305-7, EBL-K 94-2002



*Nature
at work*



Statkraft

16.03.03 p. 11

TR A5645 Kartlegging av utfordringer innen ledelse og kunnskapsforvaltning

Utfordringer ledelse

- **Inkludere lokal kunnskap**
 - Kontinuerlige interne prosesser er nødvendige
 - Må settes av tid og ressurser til dette
- **Motivasjon**
 - Hvordan motivere ansatte til å forstå nye mål?
 - Inkludering nødvendig og andre argumenter enn krav til fortjeneste må fremskaffes
- **Risikostyring**
 - Sørge for at det blir en omforent forståelse av hvilket syn som gjelder
- **Innføring av IKT**
 - Sett av nok tid over en lengre tidsperiode, ikke bare til innføring
- **Synlighet**
 - Ledelsen må være godt synlig, spesielt når endringsprosesser skal gjennomføres. Engasjement i teknologiske konsekvenser av endringene!



*Nature
at work*



Statkraft

16.03.03 p. 12

TR A5645 Kartlegging av utfordringer innen ledelse og kunnskapsforvaltning

Utfordringer kunnskap

- **Taus kunnskap**
 - Hvilken rolle spiller den?
 - Hvordan formalisere den?
- **Konsekvenser av nytt kjøremønster**
 - Noen sier at antall feil er økende
 - Er konsekvensene akseptable?
 - Kortsiktige vs. langsiktige hensyn
- **Effekt av redusert vedlikehold**
- **Rolledeling bestiller og utfører**
 - Hvordan få dette til å fungere?



Nature
at work



Statkraft

16.03.03 p. 13

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



Nature
at work

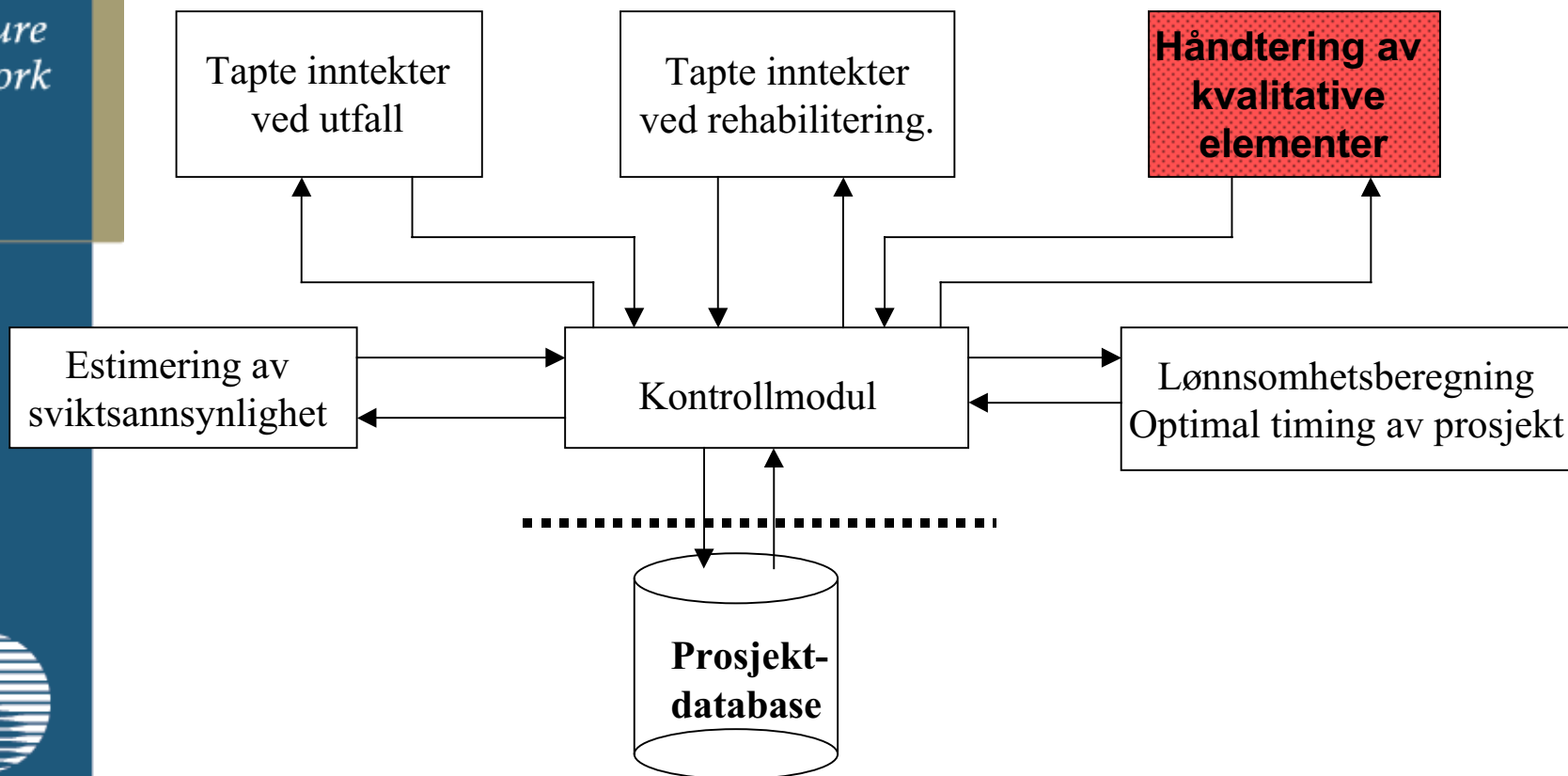


Statkraft

16.03.03 p. 14

Beslutningsstøtte...

Modellkonsept for prioritering av vedlikeholdsprosjekter





*Nature
at work*



Statkraft

16.03.03 p. 15

Beslutningsstøtte...

Håndtering av kvalitative elementer ved hjelp av **flermåls beslutningsanalyse (FMBA)**

- **Et hjelpemiddel for å ”kvantifisere det ukvantifiserbare”.**
- **For mange prosjekt vil man måtte ta hensyn til også andre aspekter enn økonomi.**
- **Flermåls beslutningsanalyse er et egnet verktøy for mer objektivt å ta hensyn til slike faktorer, og sikre en vurdering basert på de samme kriterier og med lik vektlegging for alle prosjekt.**



*Nature
at work*



Statkraft

16.03.03 p. 16

Beslutningsstøtte...

Flermåls beslutningsanalyse for vurdering av vedlikeholdstiltak

Metode for analyse og prioritering av tiltak basert på kvalitative kriterier (HMS, ytre miljø, PR, etc).
Supplement til økonomiske analyser.

- **Kriterier for valg skal reflektere strategier og verdisyn**
- **Systematisk identifikasjon og vekting av kriterier**
- **Enhetlig kvantifisering av beslutningsalternativer**
- **Aggregering og presentasjon av resultater**



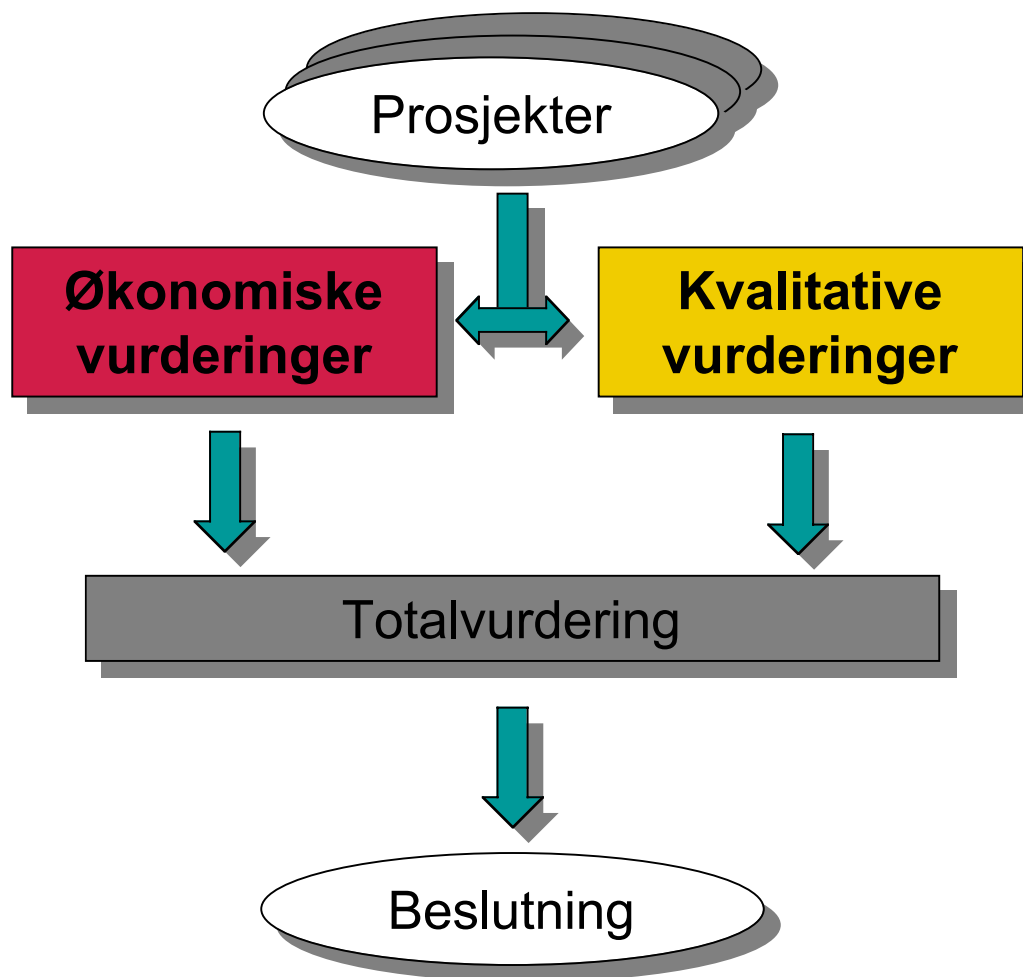
Nature
at work



Statkraft

16.03.03 p. 17

Beslutningsstøtte... Beslutningsstruktur FMBA





Nature
at work



Statkraft

Beslutningsstøtte...

Eksempel på skjermbilde fra prototyp

Microsoft Excel - Modelletablering versjon 2_2.xls

File Edit View Insert Format Tools Data Window Help

Arial 10 B I U

Timer Budsjett Help!

C28 =

1 Parvis sammenligning - bruk av AHP-metoden
(Analytic Hierarchy Process)

2

3

4 Hva er viktigst?

5 Miljø 3,00 Arbeidsmiljø 0,33 OK

6

7

8

9 Resulterende matrise

	Sikkerhet	Miljø	Arbeidsmiljø	0	0	0	0
1	1,00	5,00	7,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0,20	1,00	3,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,14	0,33	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

10

11 1 Sikkerhet 0,73

12 2 Miljø 0,19

13 3 Arbeidsmiljø 0,08

14 4 0 0,00

15 5 0 0,00

16 6 0 0,00

17 7 0 0,00

18

19

20

21

22

23

24

25

Forklaring til skala:

- 1: Likt
- 3: Litt foretrukket (slightly preferred)
- 5: Sterkt foretrukket (strongly preferred)
- 7: Svært sterkt foretrukket (very strongly preferred)
- 9: Ekstremt foretrukket (extremely preferred)

Tilbake

Relativ vekt mellom kriterier

Kriterium nr.	Relativ vekt
1	0,73
2	0,19
3	0,08
4	0,00
5	0,00
6	0,00
7	0,00

Eigenvektor

Consistency ratio, C.R.: 0,06 (bør være lavere enn 0,1)

Hoved / Kriterier / Vekting / Skala / Om FMBA P2 /

Draw AutoShapes

Ready NUM



*Nature
at work*



Statkraft

16.03.03 p. 19

Beslutningsstøtte.... Motivasjon

- **Gjennom bruk av Flermåls beslutningsanalyse oppnås:**
 - **Systematisering av informasjon**
 - **Standardiserte prosedyrer for prioritering av tiltak**
 - **Bevisstgjøring rundt selve beslutningsprosessen**
 - **Større grad av personuavhengighet og objektivitet i prioritering**
 - **Dokumentasjon av beslutninger**
 - **Konsistens over tid i prioriteringen mellom prosjekter**



Nature
at work



Statkraft

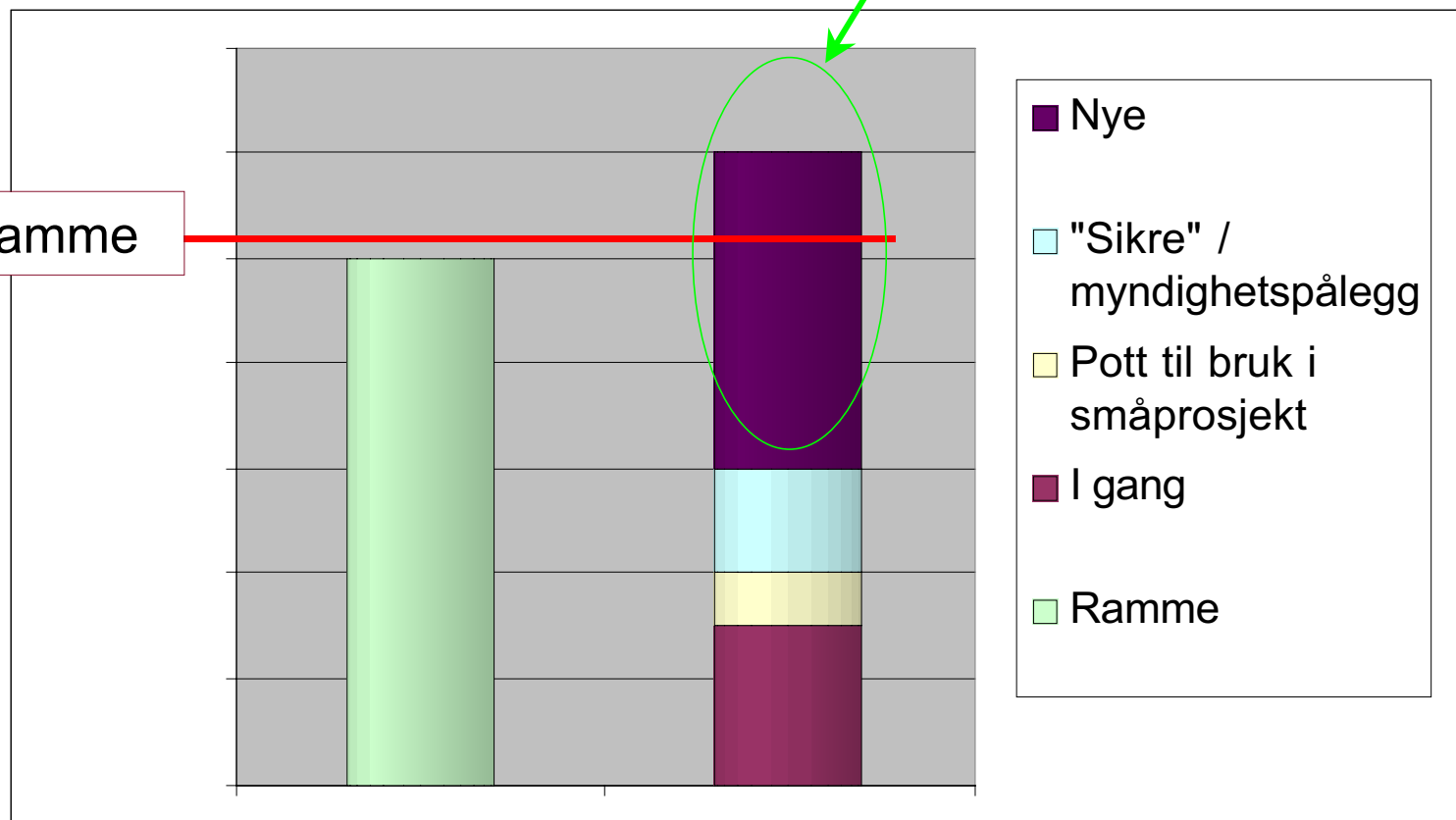
16.03.03 p. 20

Beslutningsstøtte... Anvendelse

- **Prinsippskisse Statkraft:**

Øk. ramme

Prioritering blant disse





Nature
at work



Statkraft

16.03.03 p. 21

Oppdaterte nettsider:

<http://www.energy.sintef.no/prosjekt/<prosjekttittel>>

Integrasjon av IKT-systemer for vedlikehold i et kraftselskap - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

← Back → → Stop → Home → Search → Favorites → Media →

Address http://www.energy.sintef.no/prosjekt/Integrasjon_av_IKT/index.asp Go Links >>


 **SINTEF**

[SINTEF-gruppen](#)
[SINTEF Energiforskning](#)
[Energisystemer](#)

Integrasjon av IKT-systemer for vedlikehold i et kraftselskap

- [Hovedside](#)
- [Organisering](#)
- [Styringsgruppe](#)
- [Publisering](#)

Prosjektet gjennomføres for



Ansvarlig:
[Arnt Ove Eggen](#)
SINTEF Energiforskning AS

Oppdatert 2002-12-06

[Webmaster](#)

Målsetningen med prosjektet er å analysere og evaluere tekniske, økonomiske og organisatoriske konsekvenser ved installasjon og integrasjon av moderne IKT-systemer for tilstandsovervåking og vedlikehold av vannkraftverk (f.o.m. vannvei t.o.m. krafttransformator).

Prosjektet omfatter følgende syv delprosjekter:

1. Prosjektledelse
2. Forprosjekt
3. Integrasjon av IKT-systemer for tilstandskontroll og vedlikehold av vannkraftverk
4. [Evaluering av metoder og systemer for tilstandskontroll og diagnose av vannkraftverk](#)
5. Ledelse og kunnskapsforvaltning i kraftbransjen med fokus på drift og vedlikehold
6. Strategi for innføring og effektiv utnyttelse av IKT-systemer for vedlikehold
7. Resultatspredning

Varighet: 2001-2004
Totalbudsjett: 10 mill kr

Ytterligere informasjon om delprosjekter, budsjett osv finnes i [prosjektplanen](#).

Kontaktperson: [Arnt Ove Eggen](#), SINTEF Energiforskning AS

Statusrapporter: [2/2002](#) - [1/2002](#) - [3/2001](#) - [2/2001](#) - [1/2001](#)

Internet