



## Hvordan gjøre effektkjøring mulig?

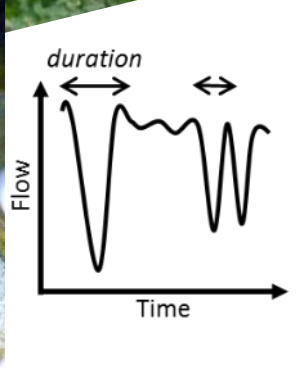


NATURHISTORISK MUSEUM  
UNIVERSITETET I OSLO



*Atle Harby, Torbjørn Forseth, Ola Ugedal,  
Tor Haakon Bakken, Julian Sauterleute, Julie Charmasson  
Centre for Environmental Design of Renewable Energy (CEDREN)*







# Samfunnsnytte

- Alle nett må balansere produksjon og forbruk
- Fleksibel kraftproduksjon nødvendig
- Balansering på svært korte tidsintervall nødvendig
- Strømkvalitet
- Forsyningssikkerhet



# Vurdering langs to akser

## Utgangspunkt: En tradisjonelt regulert elv

Sårbarhet



- Hvor sårbar er bestanden for ytterligere påvirkning fra effektkjøring?

- Hvor kraftig er den ekstra påvirkning på fysiske forhold som effektkjøring gir?



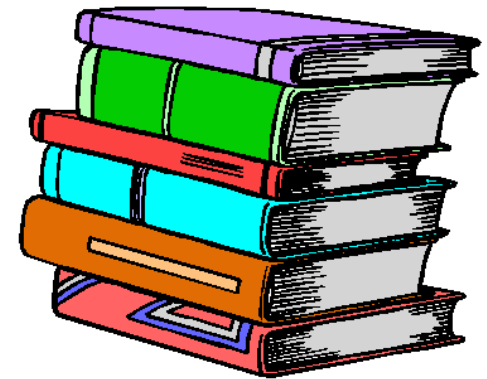
Påvirkning

*Andre forhold som viktighet av effektkjøring for strømnettet, naturverdier og verdi av bestand er ikke vurdert*



# Metodikk for påvirkning

1. Definere påvirkningsfaktorer
2. Hvilken indikator beskriver denne faktoren?
3. Grenseverdier for liten, middels, stor og svært stor påvirkning



# Påvirkningsfaktorer:

4

3

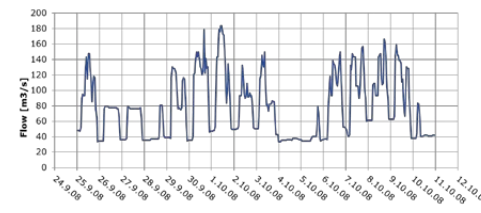
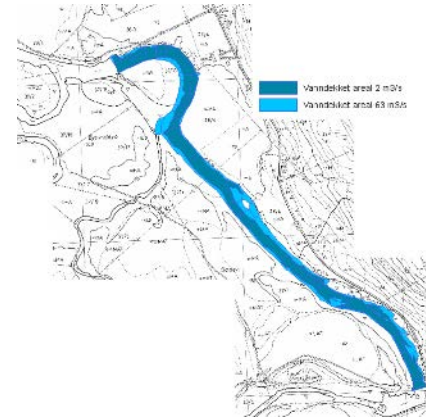
2

1

Faktor	Indikator	Kriterie			
		Svært stor	Stor	Moderat	Liten
P1: Senknings-hastighet	Vannstands- endring [cm/t]	> 20	13-20	5-13	< 5
P2: Tørrlagt areal	Prosentvis endret vanndekt areal [%]	> 20	10-20	5-10	< 5
P3: Størrelse på vannførings- svingningene	Forholdet Qmax / Qmin	> 5	3-5	1.5-3	< 1.5
P4: Frekvens	Antall dager i året med effektkjøring	> 40 % > 146 d	25-40 % 92-146 d	10-25 % 37-91 d	< 10 % < 37 d
P5: Fordeling	Semi-kvantitativ vurdering	Irregulært hele året	Irregulært i perioder	Døgn- regulering i flere perioder	Døgn- regulering i inntil to perioder
P6: Tidspunkt	Vannstands- reduksjon i kritiske perioder	I dagslys om vinteren	I mørke om vinteren	Sommer og høst	Vår og for- sommer

# Grenseverdier for kriterier

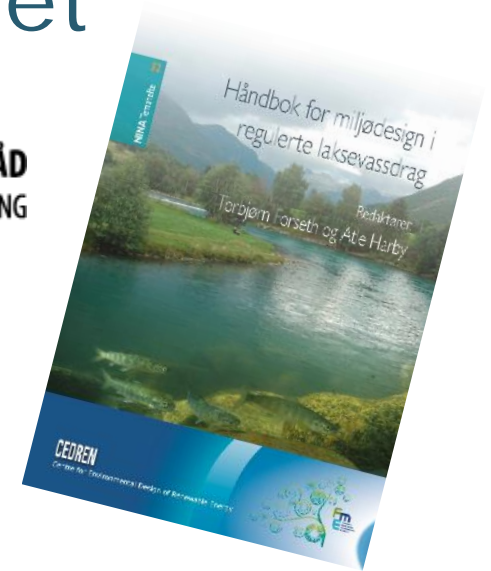
- Studier i EnviPEAK
- EFFEKT-prosjektet
  - Senkingshastighet
  - Tørrlagt areal
  - Fordeling
  - Tidspunkt
- Erfaring fra vassdrag med effektkjøring, utfall og fleksibel drift
  - Tørrlagt areal
  - Tidspunkt
- Internasjonal litteratur
  - Alle faktorer
  - Spesielt fra land i Alpene og Canada/USA



Faglig grunnlag er beskrevet i boka

# Metodikk for sårbarhet

1. Bestandsforhold for fisk  
– *kvalitetsnormer for laks*
2. Reguleringsvirkninger på  
produksjonsforhold i  
vassdraget  
- *fra Håndboka*
3. Andre påvirkninger enn  
regulering
4. Berørt strekning i forhold  
til total strekning
5. Grenseverdier for lav,  
moderat og høy  
sårbarhet





# Påvirkningsfaktorer: Samlet vurdering

- En verdi fra 1 til 4 tilegnes hver faktor
- P1 (senkningshastighet) og P2 (tørrelagt areal) ganges sammen, resterende faktorer legges sammen

$$\text{Total score} = [P1 \times P2] + P3 + P4 + P5 + P6$$

- Hvis første nedtapping etter en periode med stabil vannføring begrenses til 5 cm/t → påvirkningen nedskrives med 1 poeng
- Score mellom 4 og 32



Kombinert effekt	Score
Svært stor	21-32
Stor	15-20
Moderat	10-14
Liten	4-9

# Sårbarhet:

3

2

1

Faktor	Indikator	Kriterie		
		Høy	Moderat	Lav
S1: Effektiv bestandsstørrelse	Gj. snittlig antall hunner siste 5 år	< 25	35-350	> 250
S2: Rekrutteringsbegrensing	Mengde og fordeling av gyteareas	Lite	Moderat	Mye
S3: Lavvannsperioder	Endring i laveste ukemiddel vannføring	Sterk flaskehals	Moderat flaskehals	Ingen/svak flaskehals
S4: Habitatdegradering	Endring i flomstørrelse og frekvens, sannsynlighet degradering	Høy sannsynlighet eller dokumentert	Moderat sannsynlighet	Lav sannsynlighet
S5: Redusert vanntemperatur	Reduksjon i sommertemperatur	> 3°C	1-3°C	< 1°C
S6: Andre påvirkninger	Forsuring, sykdom, forurensning, osv	Sterk reduksjon i bestandsstr.	Moderat reduksjon i bestandsstr.	Ingen/liten reduksjon i bestandsstr.
S7: % berørt strekning av total	Lengde på strekning berørt av effektkjøring i % av totalstrekning	> 40 %	10-40 %	< 10 %

# Hjelpeverktøy fra "Håndboka"

**Tabell 5.4.** System for vurdering av gytehabitat som funksjon av gytearealets størrelse (innenfor hvert segment) og spredning (gjennomsnittlig avstand mellom gytehabitat). Fra Tabell 1 i Forseth & Harby (2013), med sårbarhetsverdi tillagt i parentes.

		Menge av gytehabitat som % av elveareal		
		Lite (<1 %)	Moderat (1-10 %)	Mye (>10 %)
Avstand mellom gytehabitat	Stor (>500 m)	Lite (3)	Lite (3)	Moderat (2)
	Moderat (200-500 m)	Lite (3)	Moderat (2)	Mye (1)
	Liten (<200 m)	Moderat (2)	Mye (1)	Mye (1)

**Tabell 5.5.** Et system for å vurdere (ut fra prosentvis endring i median ukemiddel minste vannføring) om og i hvilken grad endring i laveste ukemiddel vannføring fra uregulert til regulert tilstand om sommeren og vinteren representerer en flaskehals for laksebestanden. Dersom reguleringen har økt minstevannføringene er dette antatt å ha positiv effekt på laksebestanden. Fra Tabell 7 i Forseth & Harby (2013) med sårbarhetsverdi lagt til.

Sesong	Endring i laveste ukemiddel	Bestandseffekt	Sårbarhetsverdi
Sommer	Redusert < 20 %	Ingen flaskehals	1
	Redusert 20-40 %	Svak flaskehals	1
	Redusert 41-60 %	Moderat flaskehals	2
	Redusert > 60 %	Sterk flaskehals	3
Vinter	Redusert < 10 %	Ingen flaskehals	1
	Redusert 10-30 %	Svak flaskehals	1
	Redusert 31-50 %	Moderat flaskehals	2
	Redusert > 50 %	Sterk flaskehals	3

**Tabell 5.6.** System for å vurdere om det er sannsynlig at endringer i flomforhold etter regulering bidrar til forringelse av habitatet, basert på endringer i flomfrekvens og størrelse (fra før til etter regulering). Fra Tabell 11 i Forseth & Harby (2013) med sårbarhetsverdi i parentes.

Reduksjon i flomstørrelse	Reduksjon i flomfrekvens			
		Liten	Middels	Stor
	Liten	Lav (1)	Moderat (2)	Moderat (2)
Middels	Lav (1)	Moderat (2)	Høy (3)	
Stor	Moderat (2)	Høy (3)	Høy (3)	

**Tabell 5.7.** System for å vurdere om og i hvilken grad redusert vanntemperatur på grunn av reguleringen er en flaskehals for bestanden, basert på om det har skjedd en endring i vekst eller ikke (basert på vekstmodellering) og ut fra størrelsen på årsunger om høsten (målt i felt). Fra Tabell 13 i Forseth & Harby (2013).

Endring i vekst	0+ størrelse om høsten (mm)		
	>45 mm	40-45 mm	<40 mm
	Ingen endring	Ingen flaskehals	Ingen flaskehals
Redusert	Ingen flaskehals	Moderat flaskehals	Sterk

**Tabell 5.8.** System for vurdering av bestandseffekter som skyldes redusert vanntemperatur etter regulering ut fra modellert økning i gjennomsnittlig smoltalder. Fra Tabell 14 i Forseth & Harby (2013).

Økning i smoltalder	Bestandseffekt
< 0,1 år	Ingen reduksjon
0,1-0,25 år	Liten reduksjon
0,25-0,75 år	Moderat reduksjon
>0,75 år	Stor reduksjon



# Samlet vurdering av sårbarhet

- En verdi mellom 1 og 3 for hver faktor
- Alle faktorer legges sammen
- Reduseres hvis:

Klasse	Score
Høy sårbarhet	16-21
Moderat sårbarhet	10-15
Lav sårbarhet	4-9

Laveste ukemiddel vannføring sommer og vinter økt > 50%

→ Nedskrives med 3 poeng

Laveste ukemiddel vannføring om vinteren økt > 50%

→ Nedskrives med 2 poeng

Laveste ukemiddel vannføring om sommeren økt > 50%

→ Nedskrives med 1 poeng

# Samlet vurdering av påvirkning og sårbarhet

		Påvirkning			
		Svært stor 21-32	Stor 15-20	Moderat 10-14	Liten 4-9
Sårbarhet	Høy 16-21				
	Moderat 10-15				
	Lav 4-9				

# Bruk av systemet

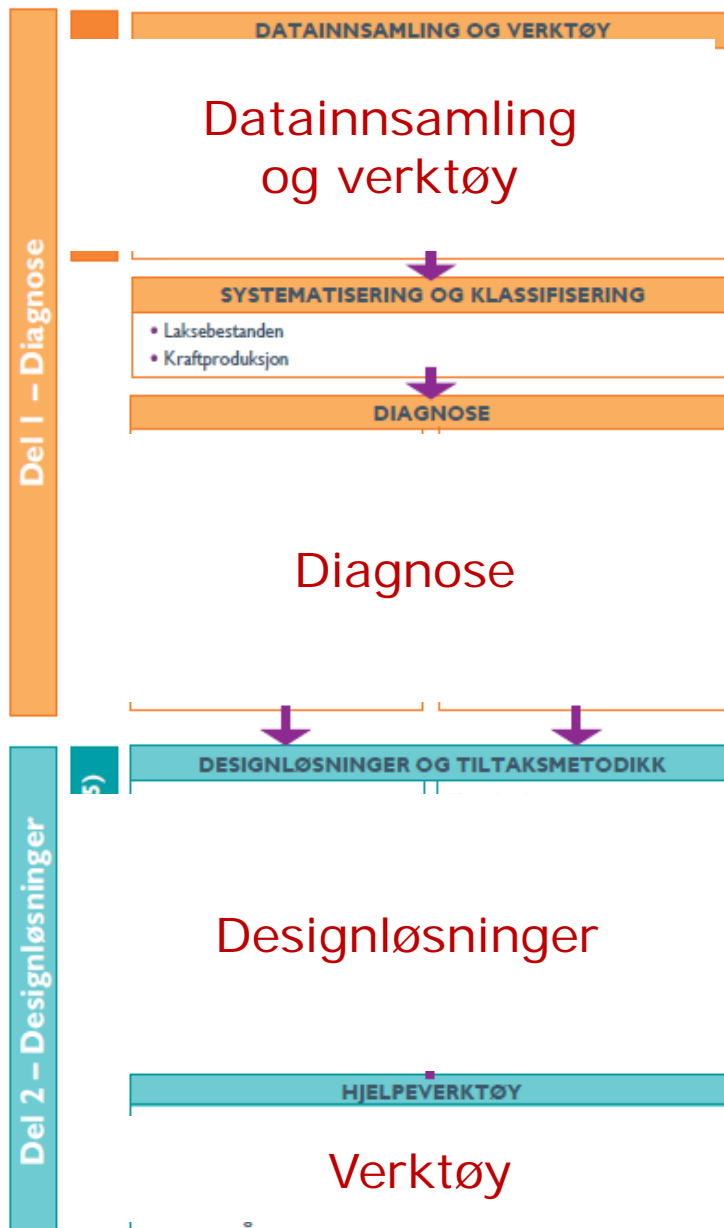
- Identifisere flaskehalsar



		Påvirkning			
		Svært stor 21-32	Stor 15-20	Moderat 10-14	Liten 4-9
Sårbarhet	Høy 16-21				
	Moderat 10-15				
	Lav 4-9				




...gå til doktoren med elva og reguleringen!



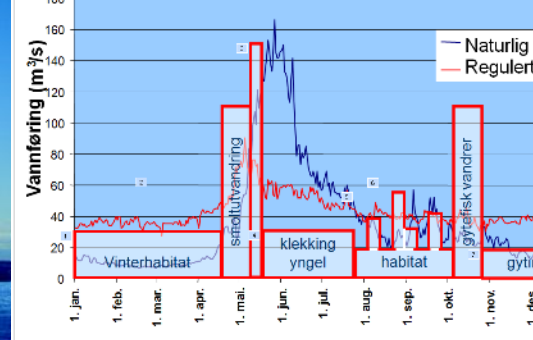
# Bruk av systemet

- Identifisere flaskehalsler
- Vurdere hvor tiltak bør settes inn
- Vurdere hva som kan oppnås med tiltak
- Koble til
  - Samfunnsnytte – stabilt nett
  - Kraftproduksjon
  - Naturverdier

		Påvirkning			
		Svært stor 21-32	Stor 15-20	Moderat 10-14	Liten 4-9
Sårbarhet	Høy 16-21	Orange	Orange	Orange	Yellow
	Moderat 10-15	Orange	Orange	Yellow	Green
	Lav 4-9	Orange	Yellow	Green	Green



Verktøy for å bevege  
vassdraget mot grønt hjørne  
- Hvis mulig og ønskelig



[www.cedren.no](http://www.cedren.no)

Contact: [atle.harby@sintef.no](mailto:atle.harby@sintef.no)



NATURHISTORISK MUSEUM  
UNIVERSITETET I OSLO

