



CEDREN-seminar hos NVE 19.01.2016



NATURHISTORISK MUSEUM
UNIVERSITETET I OSLO



Michael Belsnes, Atle Harby, Ingeborg Palm Helland, Ånund Killingtveit, Ulrich Pulg, Audun Ruud, Line Sundt-Hansen
SINTEF Energi, NINA, NTNU, UNI Research



Agenda

- 1000 Velkommen
- 1010 Oversikt over CEDREN og noen høydepunkter *Atle Harby*
- 1040 Tekniske utfordringer for mer fleksibel vannkraft. Noen resultater fra prosjektet HydroPEAK *Ånund Killingtveit*
- 1110 HydroBalance: Forretningsmodell, markeder, priser og økonomi for utvikling av balansekraft fra norsk vannkraft *Michael Belsnes*
- 1130 HydroBalance: Miljøvirkninger i magasin: Foreløpige resultater og planer for videre arbeid *Ingeborg P. Helland*
- 1150 Lunsj
- 1230 Økologisk tilpasset vannføring og miljødesign i regulerte vassdrag. Eksempler på bruk av "Håndbok for miljødesign i regulerte laksevassdrag" *Line Sundt-Hansen*
- 1250 Løsninger for fiskevandring i regulerte vassdrag. Foreløpige resultater og planer for SafePass *Ulrich Pulg*

Agenda

- 1310 Virkninger av fleksibel kraftverksdrift og effektkjøring i kraftverk med utløp til elv. Hjelpemiddel for identifisering av påvirkning og løsninger fra prosjektet EnviPEAK *Atle Harby*
- 1330 Kaffepause
- 1350 Mer vann og mer uvær? Utfordringer for vannkraft innen hydrologi og klima *Ånund Killingtveit*
- 1410 SusWater – nytt prosjekt med fokus på regulatoriske forhold rundt Vannforskriften der også tema som brukerinteresser og metoder for å vurdere miljøvirkninger inngår *Audun Ruud*
- 1440 Arrangement og viktige aktiviteter i 2016 og veien videre *Atle Harby*
- 1450 Spørsmål, diskusjon og oppsummering *Torodd Jensen*
- 1530 Slutt



CEDREN - Centre for environmental design of renewable energy

- ▶ 9 store forskningsprosjekter
- ▶ 7 norske forskningspartnere
- ▶ 16 brukerpartnere fra industri og 2 fra forvaltningen
- ▶ Budsjett: ca 360 MNOK (40 MNOK in 2015)
- ▶ 25 PhD og 6 Post-doc studenter
- ▶ Kobler teknologi, økonomi, miljø og samfunnsfag

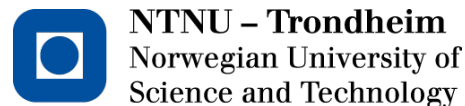


NATURHISTORISK MUSEUM
UNIVERSITETET I OSLO



Fornybar energi på lag med naturen

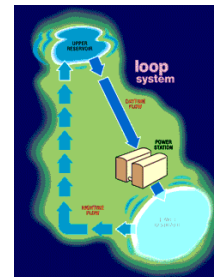




International
partners:



Vannkraftteknologi for framtida



Miljødesign av vannkraft



Miljøvirkninger av vindkraft og overføringslinjer



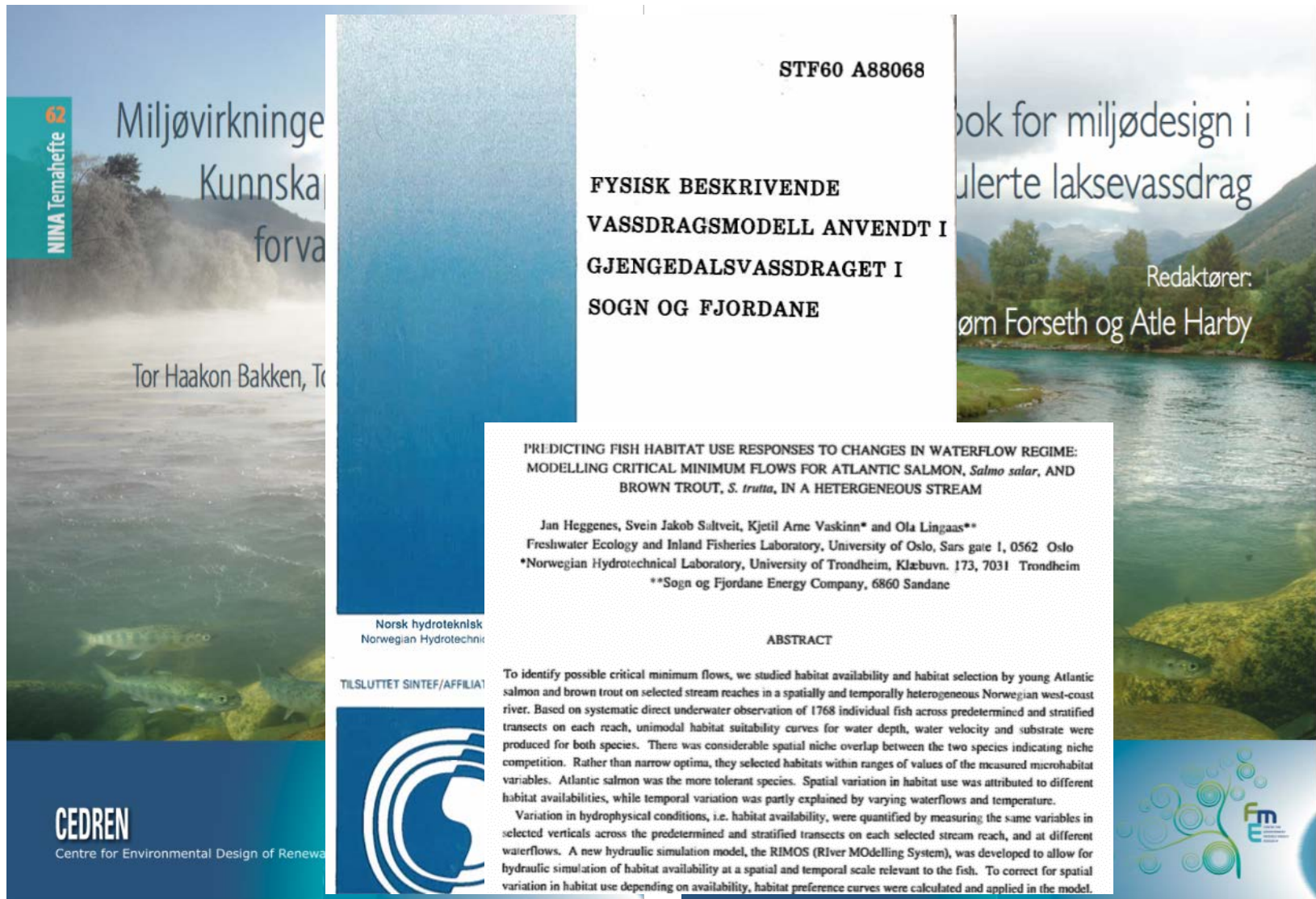
Hvordan forene miljø- og energipolitiske hensyn?



Kva har vi oppnådd så langt?

Knut Alfredsen
NTNU og CEDREN

Samarbeid



Infrastruktur for forskning



Foto: Thor Nielsen

Infrastruktur for forskning



Infrastruktur for forskning



Utdanning

Doctoral Thesis

Doctoral theses at NTNU, 2014:319

Stephan Mark Spiller

Physical effects of load fluctuations
in rivers

Doctoral thesis

Doctoral theses at NTNU, 2015:280

Kari Bråtteit

Effects of load fluctuation
on hydropower tunnels

Doctoral thesis

Doctoral theses at NTNU, 2015:6

Teklu T. Hailegeorgis

Identification of spatially
distributed Precipitation-
Runoff response routines for
hourly simulation in gauged
and ungauged basins

Master's thesis

Siv Heggen

Ice breakup in small Norwegian
streams

Trondheim, June 2013

Master's thesis

Christian Almestad

Modelling of water allocation and
availability in Devoll River Basin,
Albania

Trondheim, June 2015

Masteroppgåve

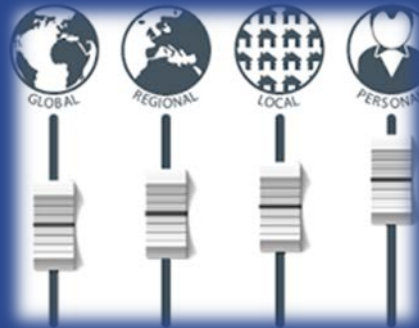
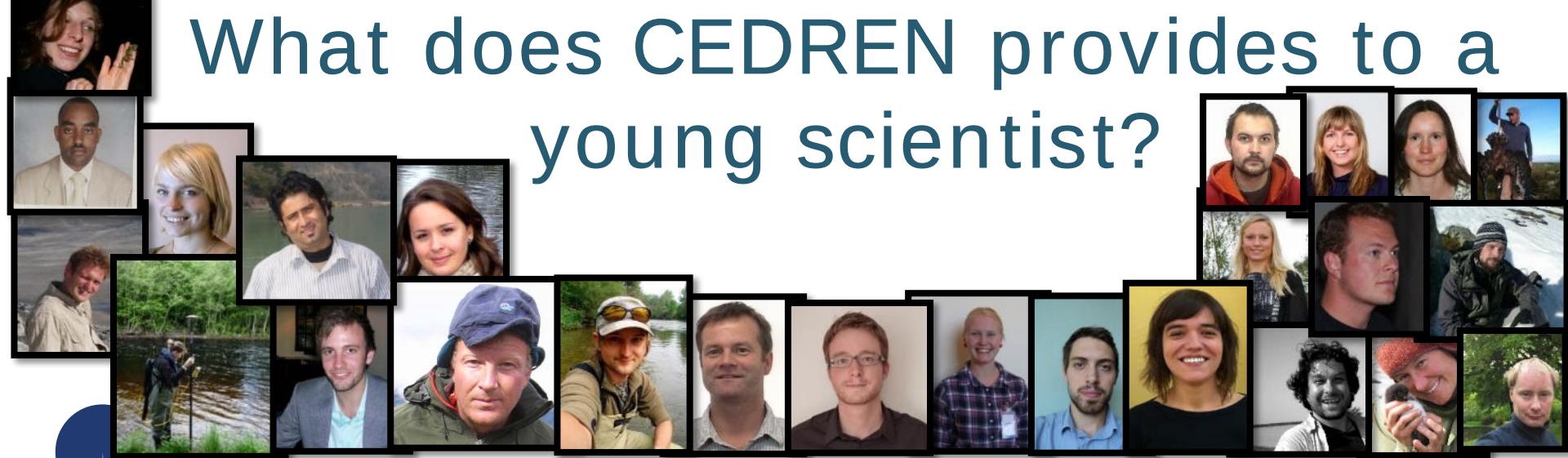
Sigri Scott Bale

Nedbørfelt som enkle, dynamiske
system

Bruk av Kirchner (2009) si responsrutine i ein
fordelt hydrologisk modell

Trondheim, Juni 2012

What does CEDREN provides to a young scientist?



Better policies

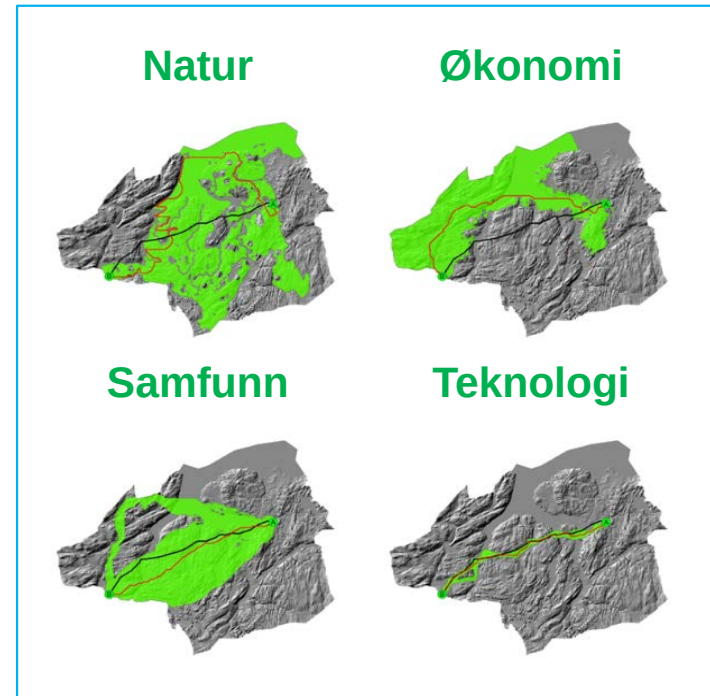


and solutions

Ny kunnskap og bedre metoder for lokalisering av vindkraft og nett



Konflikter med fugl er veldig avhengig av plassering og hvilke arter som er berørt – på detaljnivå ned til hver enkelt turbin



Best trasé for nettutvikling finnes med tidlig involvering av alle berørte parter på moderne form og vekting av interesser

Hvor mye vann er nok?



for vannkraft og
økosystemet



The background of the slide is a composite image. The top half features a river with white-water rapids flowing over dark rocks, surrounded by green vegetation. The bottom half shows a large concrete dam situated in a valley, with snow-capped mountains in the background and a calm lake in the foreground.

Øko Hydrologi

- Med god kunnskap og tverrfaglig samarbeid er det mulig å finne gode løsninger
- Bruk kunnskapen til å skape god miljødesign

Vannkraft

Tyssedal og Odda oktober 2014

Odda ved vernede Opo



780 m³/s tilsig i Opo. Ingen mulighet til flomdemping og store skader i Odda sentrum

Regulerte Tyssø

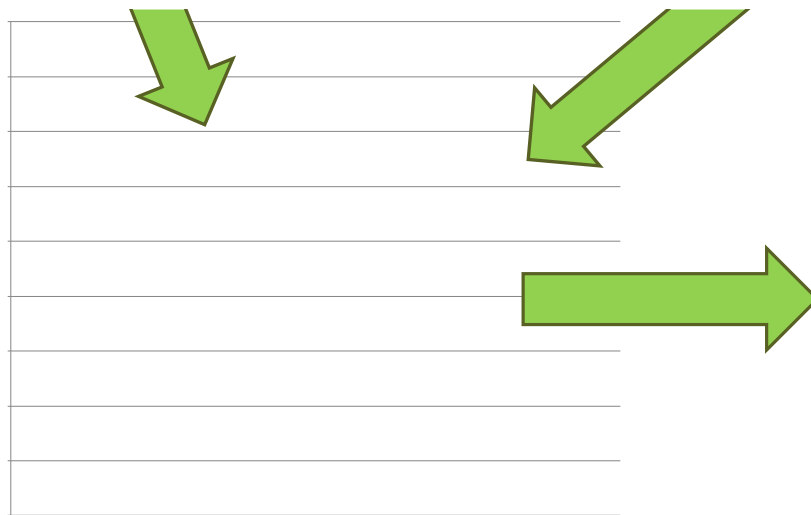


Ca. 500 m³/s tilsig redusert til ca 10 m³/s gjennom Tyssedal sentrum

fra Jan Alne  Statkraft



Mer ikke-
regulerbar
fornybar kraft



Variabel produksjon



Sterkt og
smart nett

+



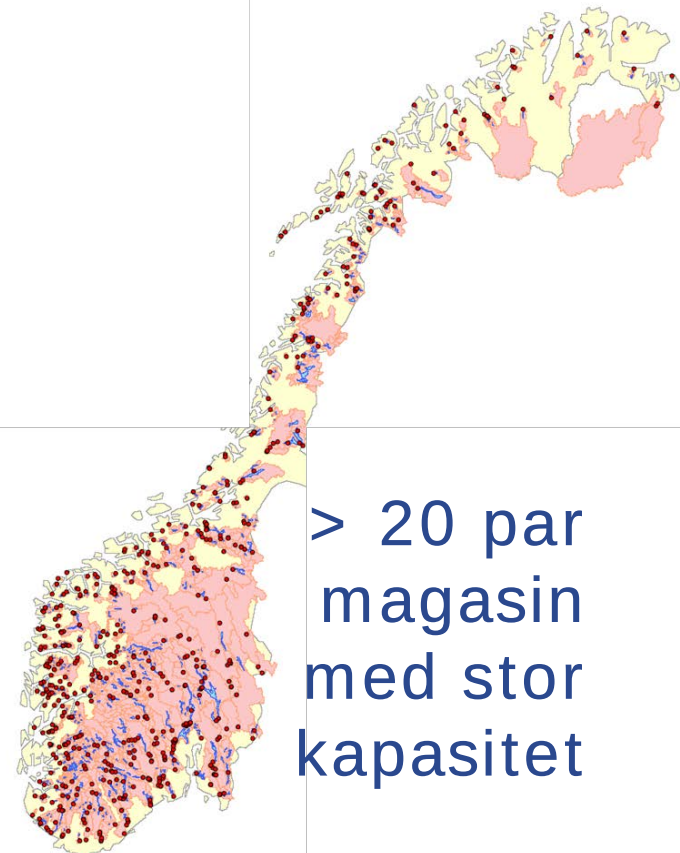
Tom Sauk PSP - USA

Lagring
av energi

Norske vannmagasiner – et enormt mulighetsrom



**85 TWh
lagringsvolum**



**> 20 per
magasin
med stor
kapasitet**

Oppsummering

Vi kan i dag designe vannkraftanlegg slik at vi oppnår “mye miljø og mye kraft” – viktig for revidering av vilkår, oppgraderinger og utvidelser

Ny kunnskap om fugl og vindkraft og nye metoder for valg av trasé for kraftnett er klar til bruk

Balansekraft fra norsk vannkraft innebærer et enormt mulighetsrom for Norge – bør undersøkes

Bruk kunnskap til helhetlige beslutninger



Prosjekt

Innovasjon –ny løsning

BirdWind	Fugleradar som verktøy for økt kvalitet på miljøkonsekvensutredninger i tilknytning til vindkraftverk
EnviDORR	Mer laks og mer kraft med miljødesignet vassdragsdrift – case Kvina Modellbasert styring av utvandrende laksesmolt forbi kraftverksinntak Strobelys for å skremme laksesmolt vekk fra kraftverksinntak i regulerte elver
EnviPEAK	Computational tool to characterise rapid fluctuations of flow and stage in rivers caused by hydropeaking
EnviPEAK	Kartlegging av elvetopografi ved bruk av drone
EcoManage	Verktøy for vurdering av energieffektivitet (Energy Payback Ratio) tilpasset norske forhold
GOVREP	Miljøvirkninger av stor og liten vannkraft
HydroBalance	Muligheter og utfordringer knyttet til bruk av norsk vannkraft til storskala balansekraft for Europa
HydroPEAK	Dokumentering av geometri av eksisterende kraftverksstunneler
OPTIPOL	Sittepinne for hubro på kraftledningstravers OPTIPOL Least Cost Path toolbox

Prosjekt

Innovasjon –ny løsning

EnviDORR

IB Salmon modell
Håndboka på norsk, engelsk og kinesisk
Gytestudio i Daleelva

EnviPEAK

Klassifiseringssystem for vassdrag med effektkjøring

EcoManage

Allokering av vannforbruk fra flerbruksmagasin
MCA for vannkraft

CEDREN

Environmental flow assessment by "Handbook for environmental design in regulated salmon rivers" used in Georgia
Varmegjenvinning fra avløpsvann

HydroPEAK

Computational tool for dynamic simulations of hydropower plants in the time domain
3D avtrykk av en elvebunn
ACUR; HE- Air Cushion Underground Reservoir; High Energy
ACUR; LE- Air Cushion Underground Reservoir; Low Energy
Luftputekammer
ENKI for reconstructing historical flow data for rivers
Bråtveits method

CEDREN Tools

Wind Power Conflict Zoning Tool
CEDREN 's models Integration Tool
Environmental Design Support Tools

HydroPEAK - 3D avtrykk av en elvebunn

- **Støpeform** av forskjellige ruhetselementer med **silikon**
- 3D avtrykk av **elvebunn**
- Undersøke **strømningsmønsteret** i elven.
- Avtrykk av noe som er naturlig dannet
- Ta seg det med inn i laboratoriet **uten å ødelegge** den.

Stephan Spiller (NTNU), Nils Rüther (NTNU)



Photo:© Stephan Spiller

HydroPEAK - Luftputekammer

- Metode for **fysisk modellering** av vannkraftverk med luftputekammer
- **Atmosfærisk lufttrykk** skalert for fysiske skalamodeller av vannkraftverk med luftputekammer
- **Stedshøyden** endret for luftputekammeret
 - forholdet mellom vannstand, trykk og volum i kammeret stemmer med skalerte verdier.
 - Stedshøyden feilskalert i forhold til prototype, men neglisjerbar effekt på systemet.

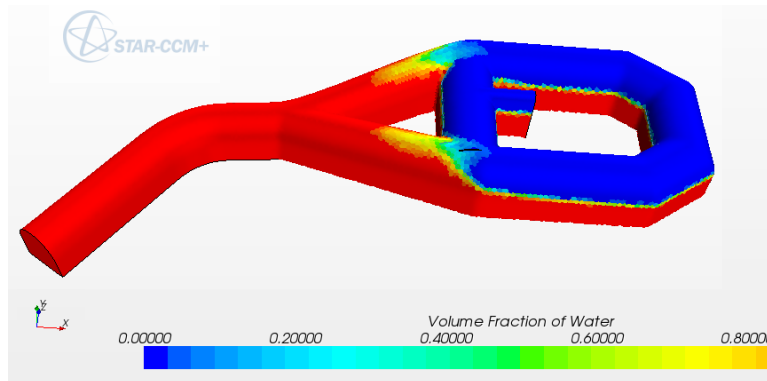


Photo:© K.Vereide

Kaspar Vereide(NTNU), Leif Lia (NTNU),Torbjørn Nielsen (NTNU)



Photo:© K.Vereide

Varmegjenvinning fra avløpsvann

- **gjenvinne varmt avløpsvann** før det når det kommunale avløpsnettet.
- **temperatursensor** skiller kaldt fra varmt avløpsvann et sted inne i huset
- det varme avløpsvannet tas vare på i en **separat sløyfe** med ledninger og **varmen overføres til kaldt vann som kommer** inn i huset gjennom en varmeveksler.
- Ideen vant Grønn fase sin energipris 2014, utdelt av Tord Lien, Adoptert av Enova og kvalifiserer pr januar 2015 til enøk-støtte.



Photo:© Marita Sætnan

Tor Haakon Bakken (SINTEF)

DAVEP-VLIT

(Sustainable Development of Wind Power in West Lithuania) Wind Power Conflict Zoning Tool

- **plan- og beslutningssystem** for konfliktkartlegging, konfliktsonering og lokalisering av vindkraft.
- **internasjonalt anerkjent metodikk** og teknologi
- **strukturere / analysere** komplekse problemstillinger i plan- og beslutningsprosess.
- **simulere** konfliktbilder og analysere effekter av ulike beslutningsscenarier.
- **etterprøve** vedtak.



Photo:© Espen Lie Dahl, NINA

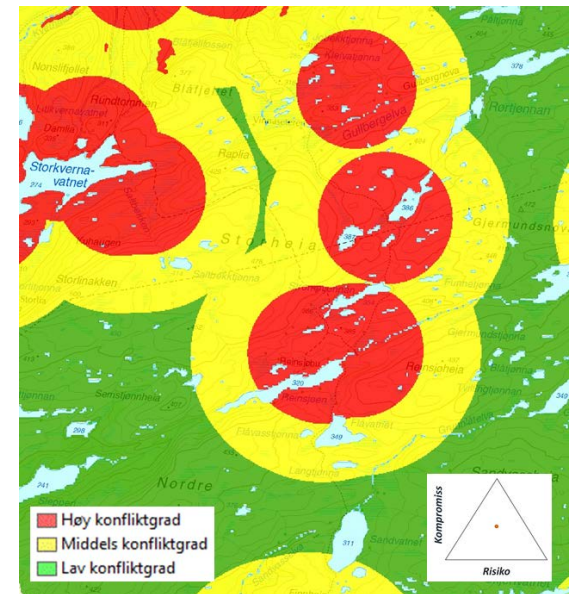


Photo:© NINA

Lithuanian Nature Research Centre, Centre of Sustainable Development, Lithuanian Wind Power Association, NINA.

EcoManage - Allokering av vannforbruk fra flerbruksmagasin

- metode for hvordan **vannforbruk fra flerbruksmagasin** (jordvanning, drikkevannsforsyning, navigasjon og vannkraft) bør gjøres
- **ressurstapet** (vanntapet) fordeles mellom ulike vannbrukere **basert på vannvolumet** de enkelte funksjoner forbruker
- Kan inkluderes i en ISO standard eller gjennom medfølgende retningslinjer/veiledningsdokumenter

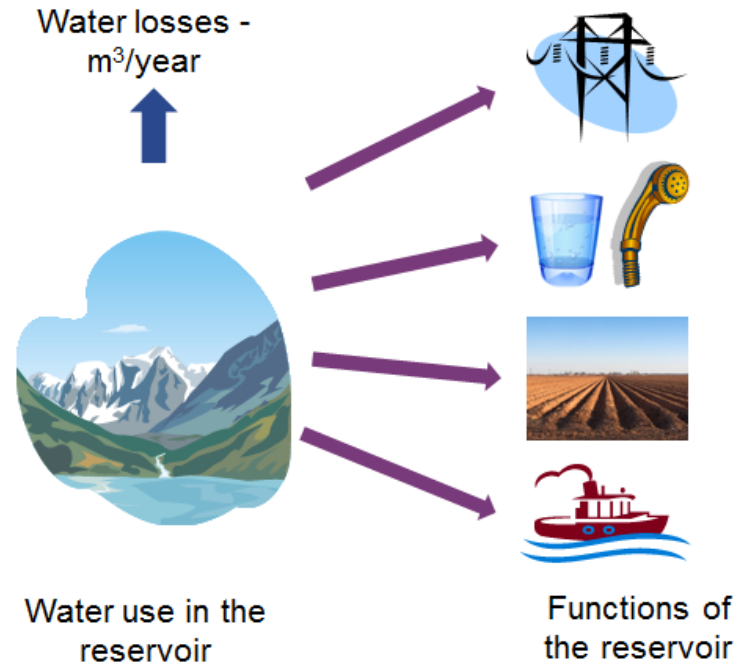


Photo:© SINTEF Energy Research

Tor Haakon Bakken (SINTEF-NTNU), Ingunn Saur Modahl (Østfoldforskning), Hanne Lerche Raadal (Østfoldforskning), Ana Adeva Bustos (NTNU)

EcoManage - Multi-kriterie analyse av miljøbasert vannføring med nettverksmodeller (MCDA-BN)

- Bayesianske nettverksmodeller
- Generisk modell plattform som fremmer **tverrfaglig konsekvensvurdering**
- Integrerer simulering av konsekvensene for vannføring, biologi, brukerinteresser og kraftproduksjon av miljøbasert vannføring og habitat restaureringstiltak.

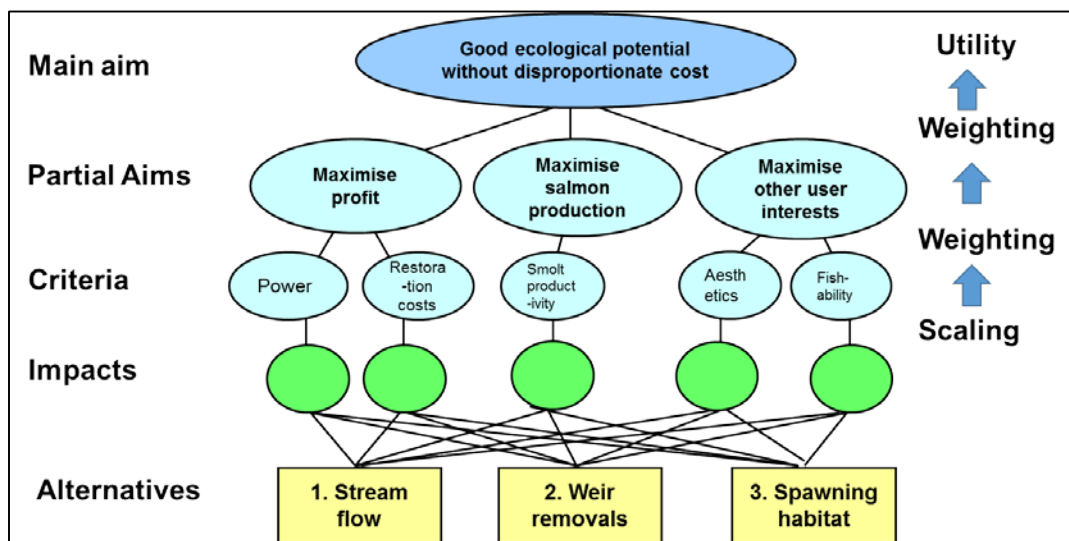


Photo: © NINA, SINTEF Energy Research

David N. Barton (NINA), Berit Köhler, Ana Adeva Bustos (NTNU), Richard Hedger (NINA), Hans-Petter Fjelstad (SINTEF), Knut Alfredsen (NTNU), Peggy Zinke (SINTEF)

Environmental flow assessment in Adjaristsqali - Environmental flow assessment by "Handbook for environmental design in regulated salmon rivers"

- Analyse av **mesohabitater**,
hydrologiske data
variasjonsanalyser
- Vurdering av **miljøbasert vannføring**
- Vannkraftprosjekter i Adjaristsqali
(Georgia)
- Metodikken fra *"Handbook for
environmental design in regulated
salmon rivers"*
- Anvendt for andre arter og generelle
miljøforhold og ikke atlantisk laks



Photo:© A.Harby

Alle forfattere av "Handbook"

A.Harby J.Charmasson, J.Sauterleute, L.Tøfte (alle fra SINTEF), for tilrettelegging av metodikk og opplæring av Mott-Macdonald.

Energy storage technologies



1) Electrochemical Storage

Batteries, Super Capacitors



2) Chemical Storage

Hydrogen, Methanol, Ammonia

3) Thermal and Geothermal Storage

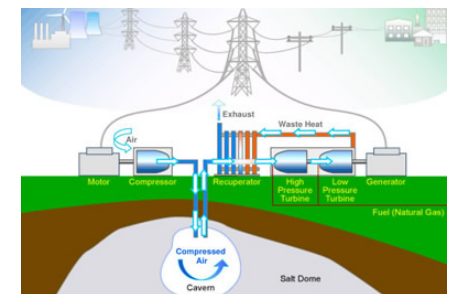
Heat, Advanced Fluids, PCM, Cold

4) Mechanical Storage

Hydro, Flywheels, Compressed Air

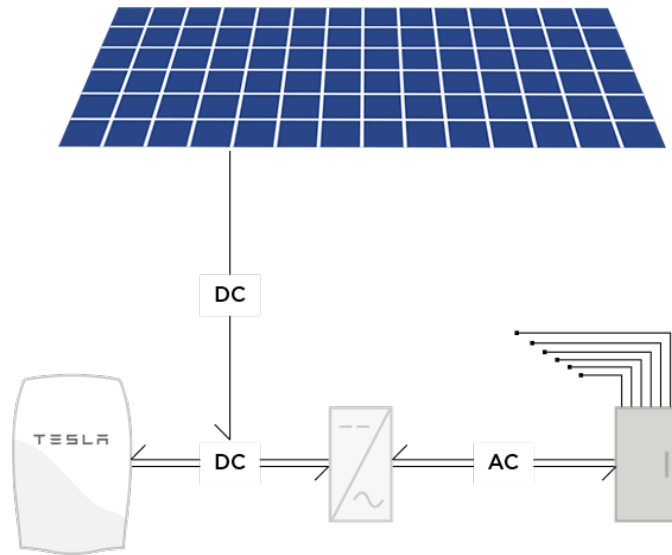
5) Superconducting Magnetic Energy Storage

99 %



Tesla PowerWall[®] - 10kWh units for homes

Roof-top solar panel or similar

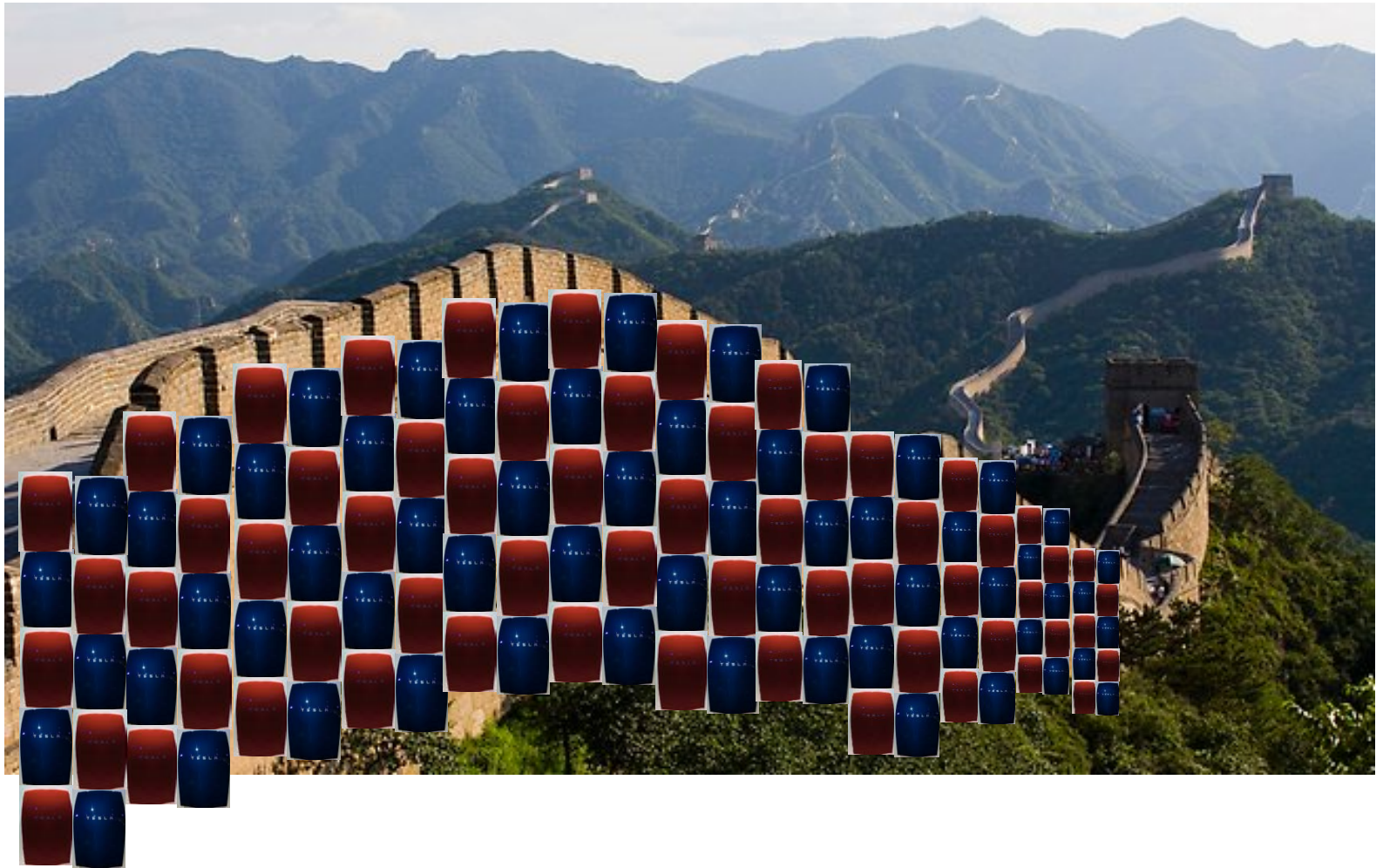


PowerWall[®]



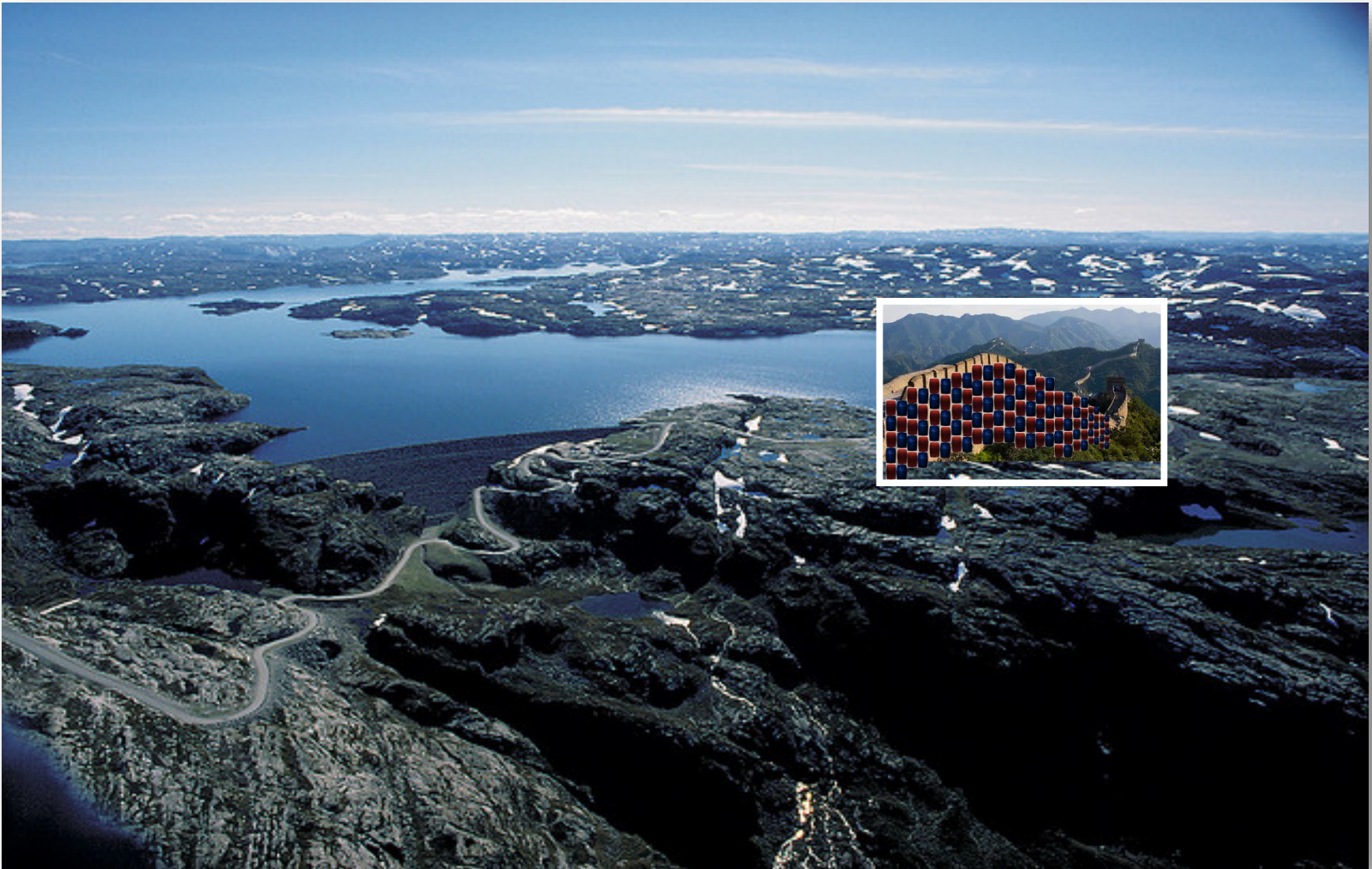
- Balancing solar energy
- Energy security
- Off-grid solutions

The Great Wall

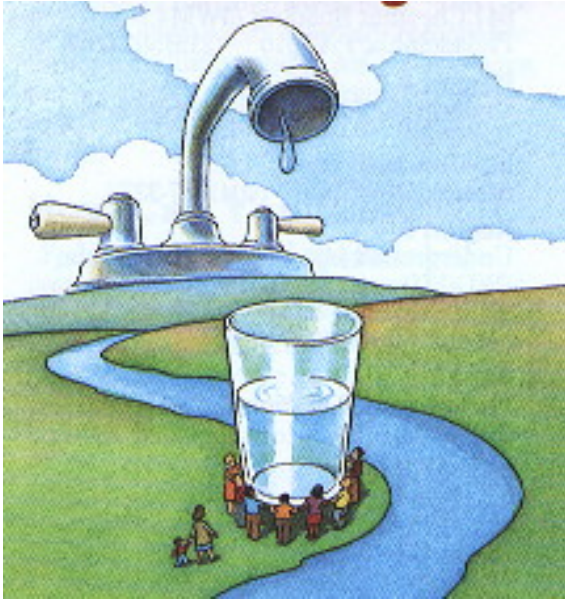


Cover with Tesla PowerWall®

1,23 TWh = 15 % of Blåsjø



Hydropower



Domestic use

Available
water



Irrigation



Environmental flow for
downstream use

<https://www.youtube.com/watch?v=6A5cn8TyH0I>