



Grønt batteri

Utfordringer i forhold til miljø og samfunn



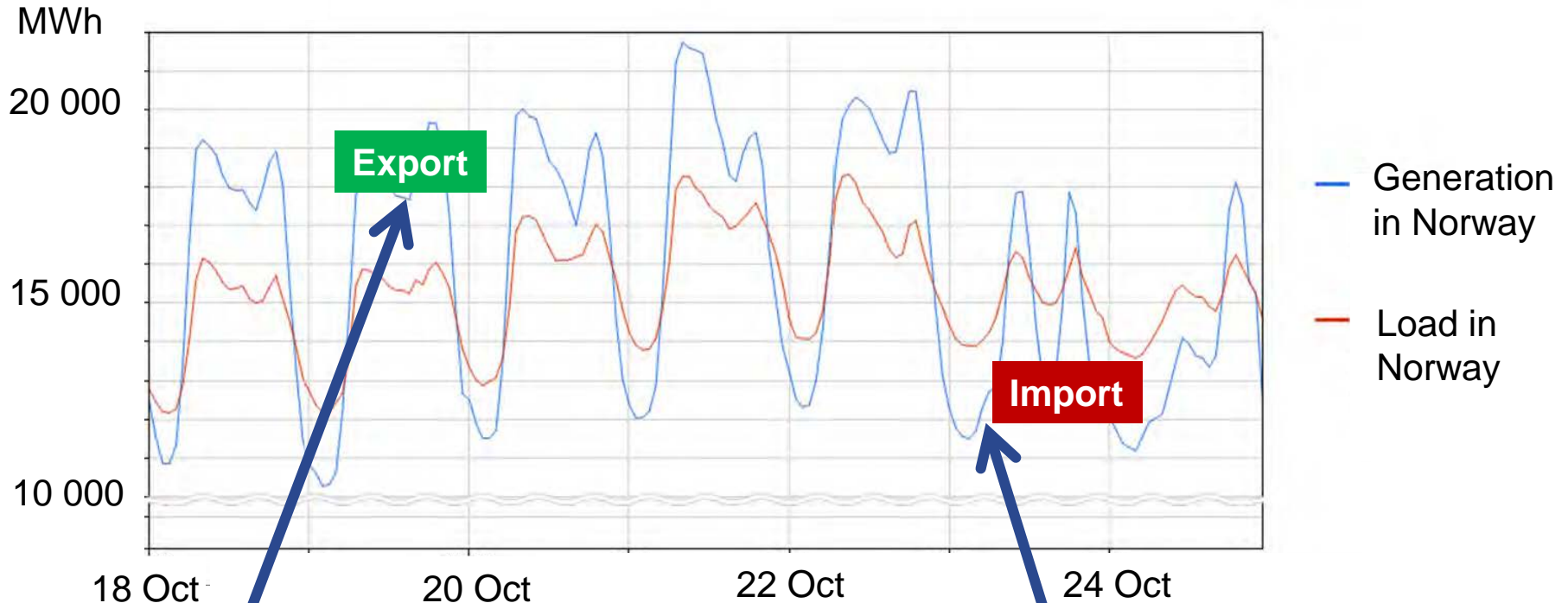
NATURHISTORISK MUSEUM
UNIVERSITETET I OSLO



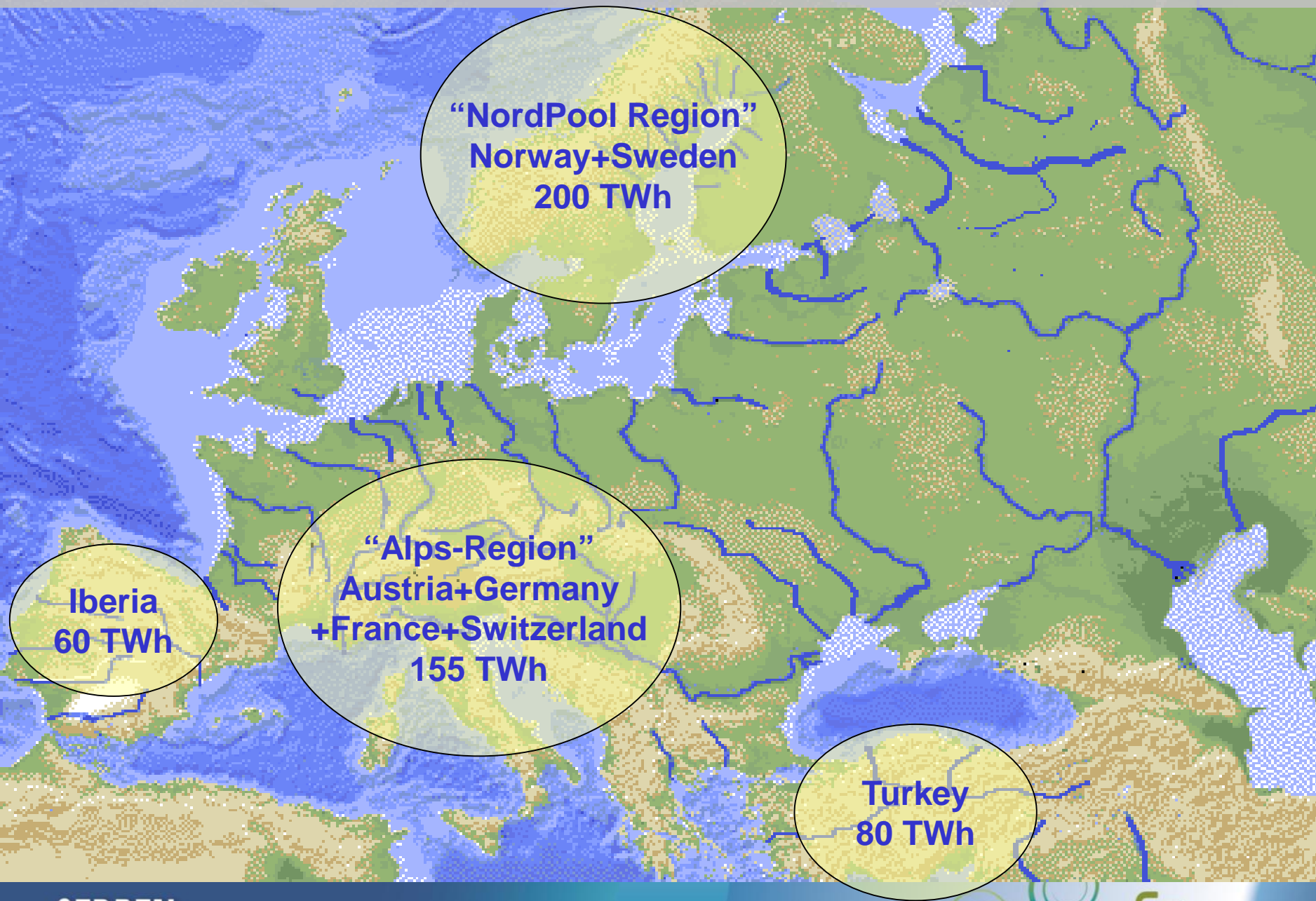
*Atle Harby, SINTEF Energi,
Centre for environmental design of renewable energy - CEDREN*



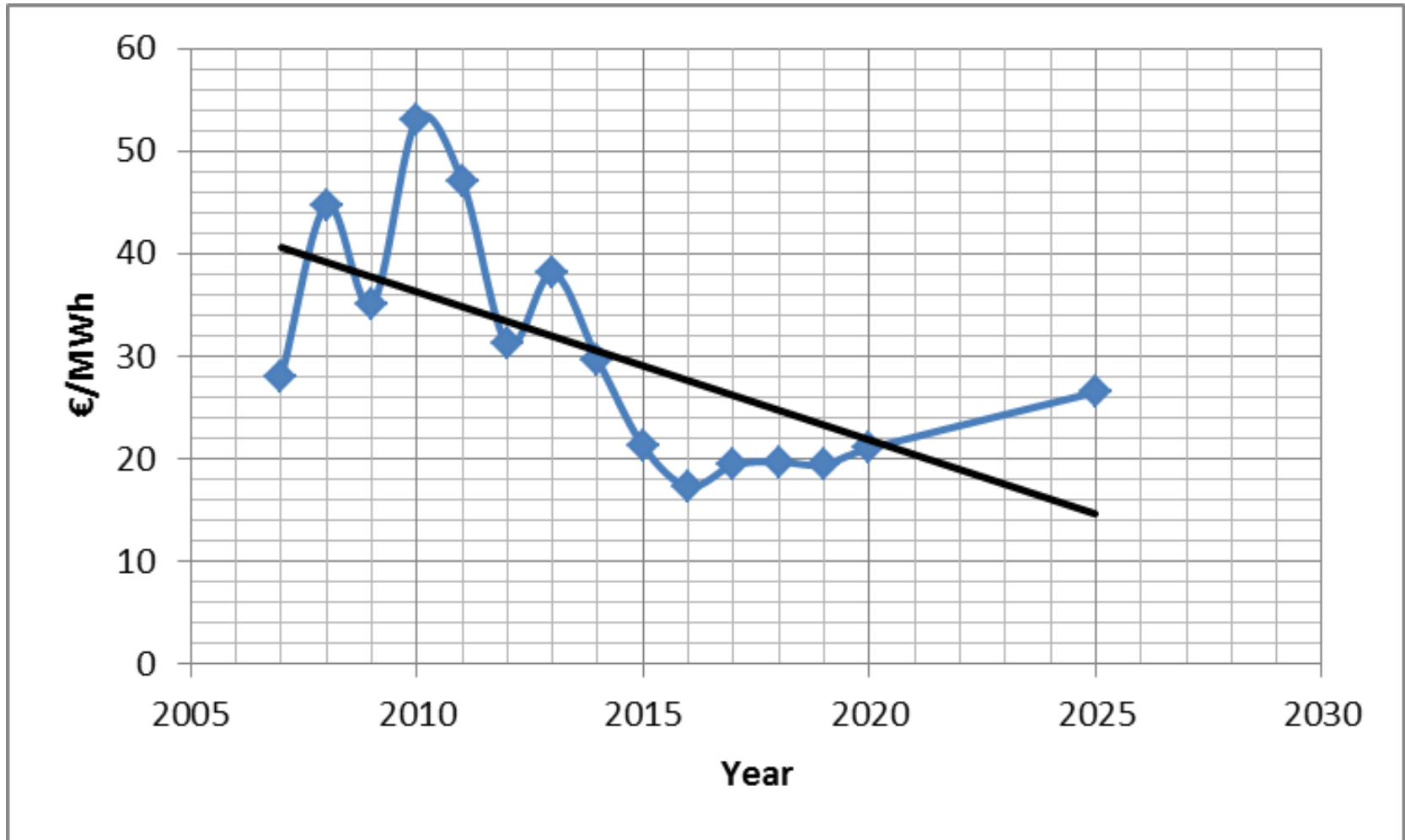
Norwegian hydro and Danish wind



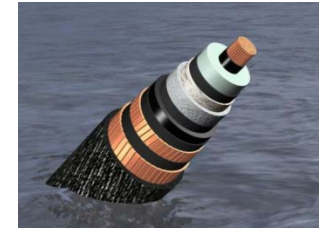
Large hydropower regions in Europe



Unweighted average prices at Nordpool



Transmission capacity



- **NO-Sweden**
 - North/Midle-Norway: 1 100 MW
 - South-Norway: 2 050 MW
 - **SouthWest-link: 1 200 MW (2019)**
- **NO-Denmark**
 - SK1-3: 950 MW
 - **SK4: 600 MW (2014)**
- **NO-Netherlands**
 - NorNed1 (NL): 700 MW
 - **NorNed2 (NL): 700 MW (2016)**
- **NO-Germany**
 - **NorGer: 1 400 MW (2018)**
 - **NORD.LINK: 1 400 MW (2018)**
- **NO-England**
 - **1 400 MW (2020)**

Possible interconnection capacity in 2020:

$$4\ 800 + 6\ 700 = 11\ 500\ \text{MW}$$



Hybrid systems – El Hierro island



Hybrid systems – El Hierro island



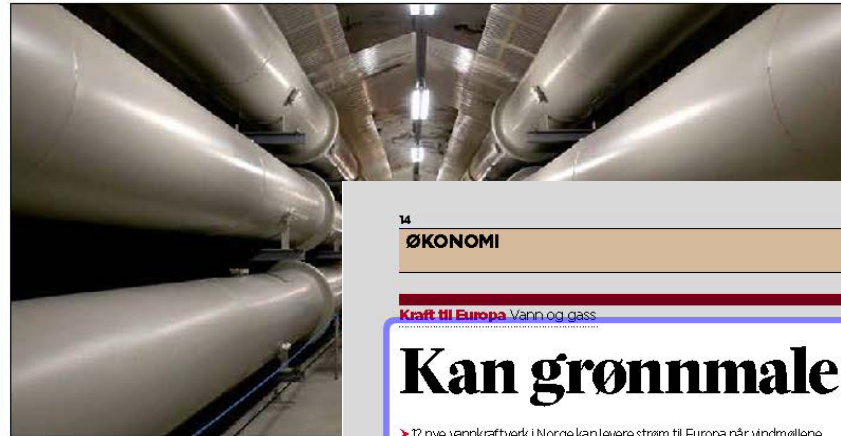
interesse for balansekraft

SR

FLEXI
BACK



ny viten tips oss om saker som kan passe inn på ny vitensiden: nyhet@k2.no



GIGA NET SK: Det er store dimensjoner på kabelgaten til fra generatorene i Kinnvoll, Mon

Kan bli Europ

Nå er det bevist i en ny rapport: Det er teknisk mulig å bruke norske vannkraftmagasinene til å lagre europeisk fornybar energi.

CARILLA LARSEN
@CARILLALARSEN

Men det krever 12 nye vannkraftverk, nye stremninger og nye utenlandskabler. De nye kraftverkene kan bygges sammen med eksisterende kraftverk, de fleste av dem på Sør-Vestlandet.

«Vi har valgt ut de kraftverkene som ser mest egnet ut. De er store og har god lagringskapasitet, ny utbygging vil gi små miljøvirkninger og de befinner seg nært utenlandsforbindelser», sier Atle Harby, leder for Cedren, som er ett av sentrene for fremragende forskning innen energi. Cedren står bak rapporten som viser at det er stor kapasitet for

balansekraft i norske vannmagasinene. Poenget er at land som Tyskland og England vil få vannkraft fra Norge når det ikke blåser i vindparkerne. Overskudds vindenergi kan også brukes til å pumpes vannet tilbake i reservoarene og lagres der. Først av de 12 nye kraftverkene er dermed tenkt som pumpekraftverk, som kan pumpes vannet tilbake.

Ånd ha nye utdeler

Men nye på plass for første spede kan settes i jorden. «Vi må ha en ny avtale mellom norske og europeiske kraftverkere og myndighetene om at hvis vindproduksjonen blir for liten, kan vi bidra med norsk vannkraft», sier Harby.

I tillegg må det være en avtale om gjensidighet når det blir for mye vindkraft.

«Målet er at vi kan hente overskuddskraften til Norge og pumpes vann fra lavere magasiner opp til fjellet og lagre til

14 ØKONOMI

TIRSDAG 6. DESEMBER 2011 STAVANGER AFTENBLAD

Kraft til Europa Vann og gass

Kan grønnmale Europa

12 nye vannkraftverk i Norge kan levere strøm til Europa når vindmøllene på kontinentet står stille. Det viser en ny rapport fra Sintef, NTNU og NINA.

STAVANGER

Når det er vindstille i Europa og vindturbinene står, kan norsk vann produsere strøm til stansene på kontinentet når vinden blåser og sola skiner, kan Norge bruke soler og vindkraft til å utnytte vannkraftens

«Dette er en mulighet som vi bør se på politisk», deklarer Det er mulig å sette på gasskraft er

Mer ligger en vanskelig knute i norsk maljeindustri. Folk har nemlig ikke tatt fullt innover seg at økt bruk av fornybar energi skaper behov for kraftlinjer. Utan ledninger går det ikke an å frakte overlevert fossil

Cedren

Hva: Et nasjonalt forskningsenter som Sintef, NTNU og NINA (norsk institutt for naturforskning) driver i fellesskap

Måke ambisjonene

I en ny rapport har Sintef, NTNU og NINA funnet de rike løsningsene som skal bli gjenstende til Europa gnet baltet. «Vi mener vannet må være en del av løsningen. Europas ambisjoner om å sin fornybare kraftproduksjon sier Atle Harby, sentrale i Cedren.

det er mer effektivt og billigere å lagre energi i norsk vannkraft enn alle andre alternativer, sier Harby.

Ett av alternativene er å bruke gasskraft som regulerkraft. Men da vil CO₂-utslippene øke, ikke minke.



CEDREN

Centre for Environmental Design of Renewable Energy



'I don't believe in the expression "green battery" because it creates the image of Norway supplying Europe with energy', Tord Lien, the energy minister, said. 'I would call it 'capacity companion.'



Oil-rich Norway could become Europe's 'green battery'

Its hydro power could help ease Europe's transition to renewables. By [Anca Gurzu](#)

Miljøvirkninger

Anleggsfasen

- Erosjon og sedimenttransport
- Deponering av masse
- Inngrep i inngrepsfri natur



Driftsfasen

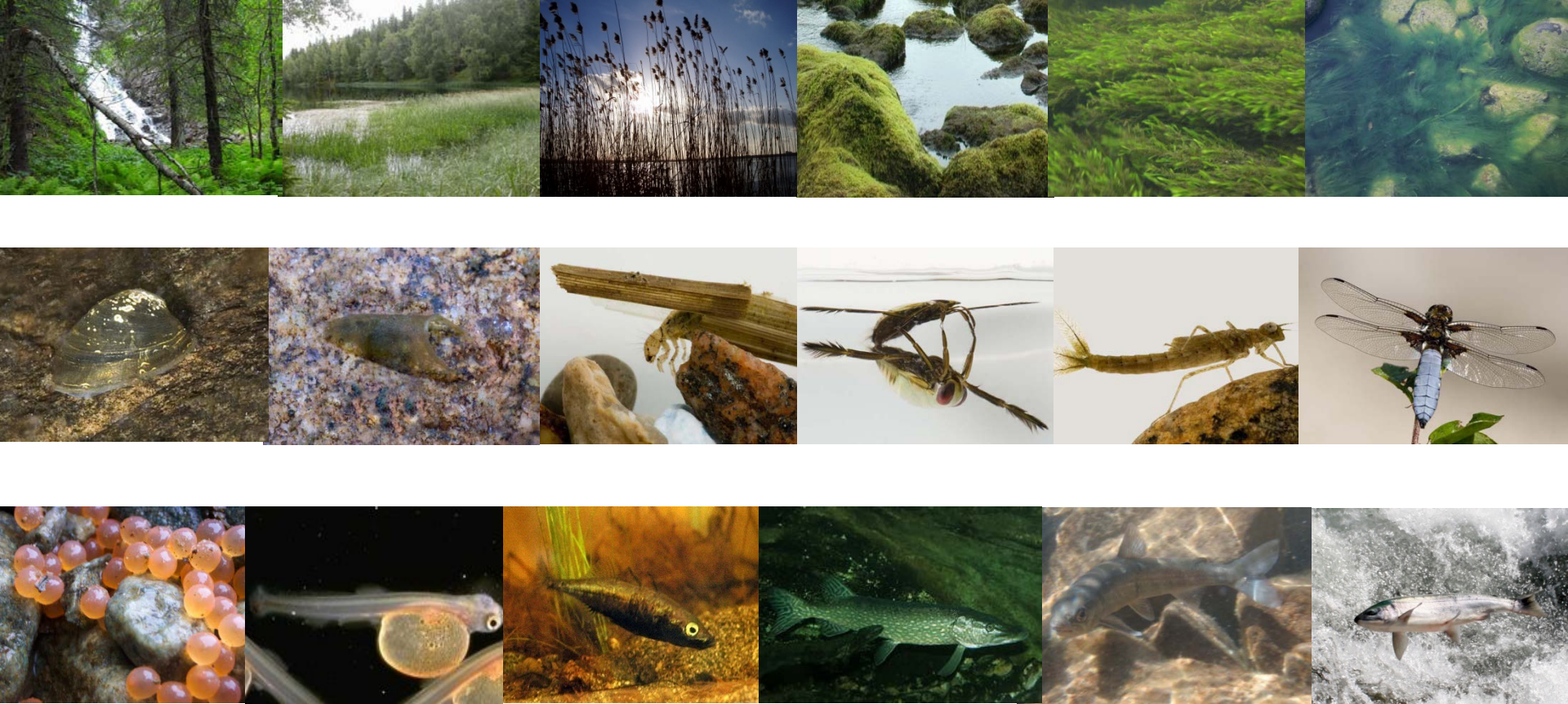
- Erosjon og sedimenter
- Andre fysiske forhold
- Fisk og andre biologiske forhold
- Positiv og negativ retning



Abiotiske effekter



Biotiske effekter



Mulige effekter av raske vannstandsendringer i magasiner

- Abiotiske endringer
 - Strandlinja, vannkvalitet, temperatur, isdekt periode...
- Biotiske endringer
 - Biologisk produktivitet, artssammensetning, fiskens diett, vekst og produksjon...

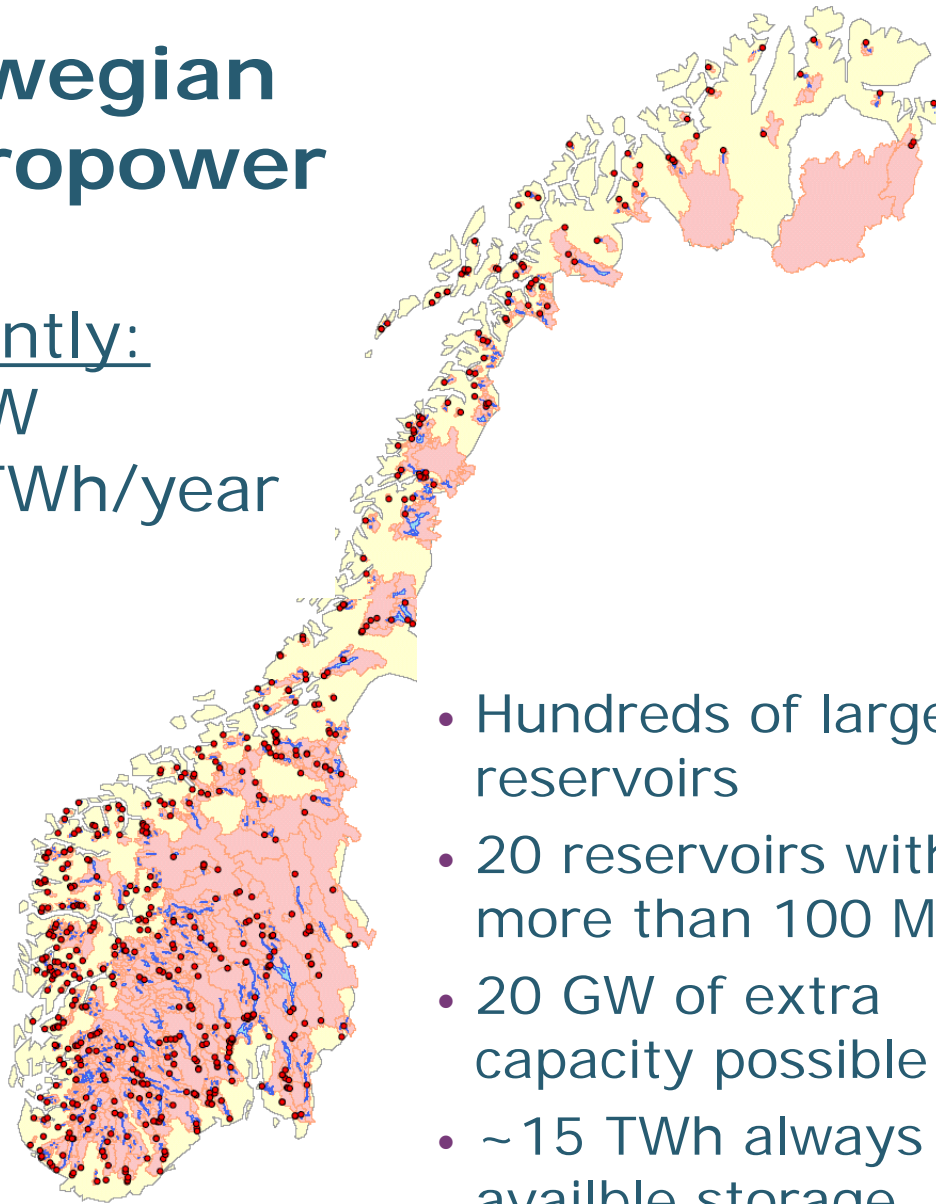


Naturlig variasjon i fiskevekst



Norwegian hydropower

Currently:
32 GW
130 TWh/year



- Hundreds of large reservoirs
- 20 reservoirs with more than 100 Mm³
- 20 GW of extra capacity possible
- ~15 TWh always available storage



Case 1: Botsvatn - Vatnedalsvatn

Average Head 200 m

Max storage: 296 Mm³

Potential storage 150 GWh

Upper reservoir:

Vatnedalsvatn

700 - 840 m.a.s.l

Volume: 1150 Mill m³



Distance: 13 km
 $dH/dL = 15.4 \text{ m/km}$



Lower reservoir:

Botsvatn

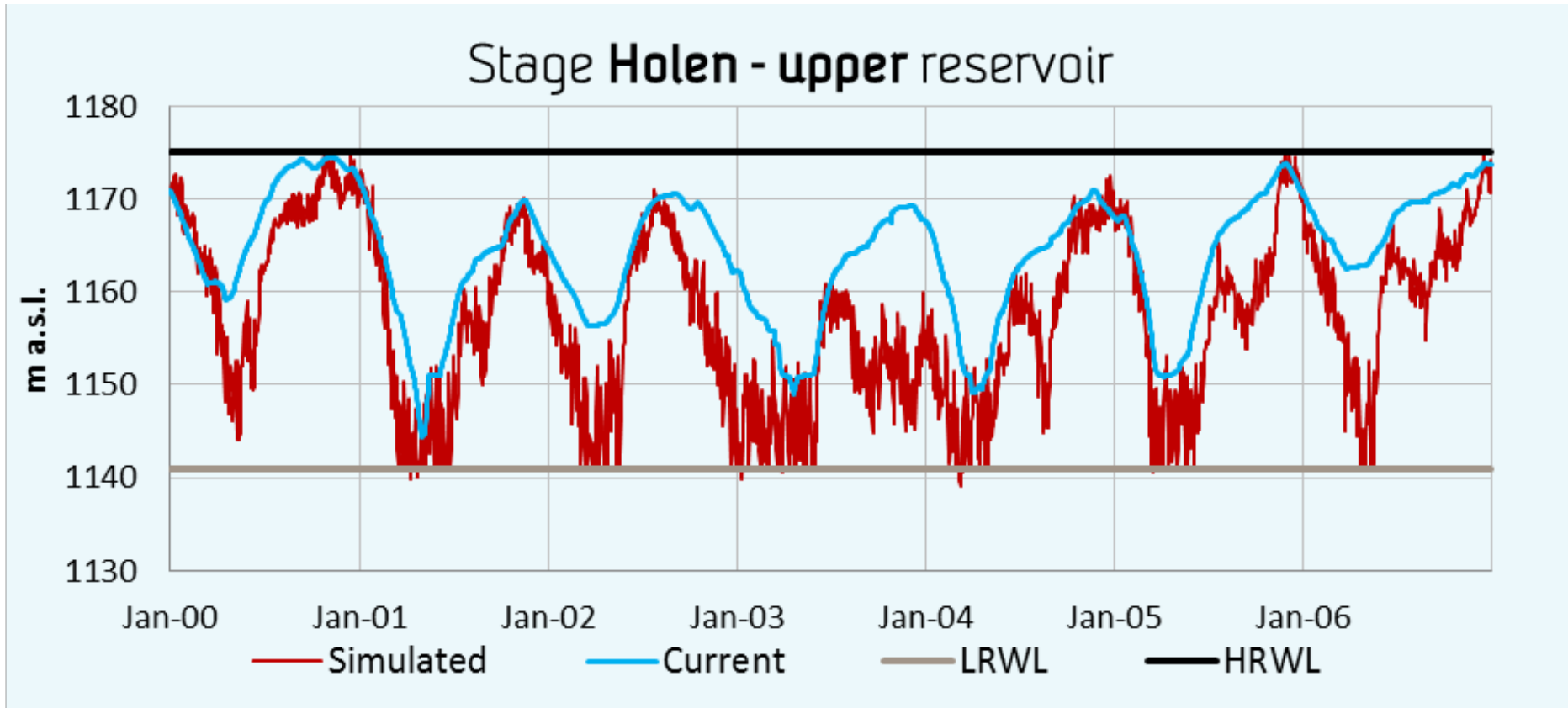
495 - 551 m.a.s.l

Volume: 296 Mill m³

Google earth

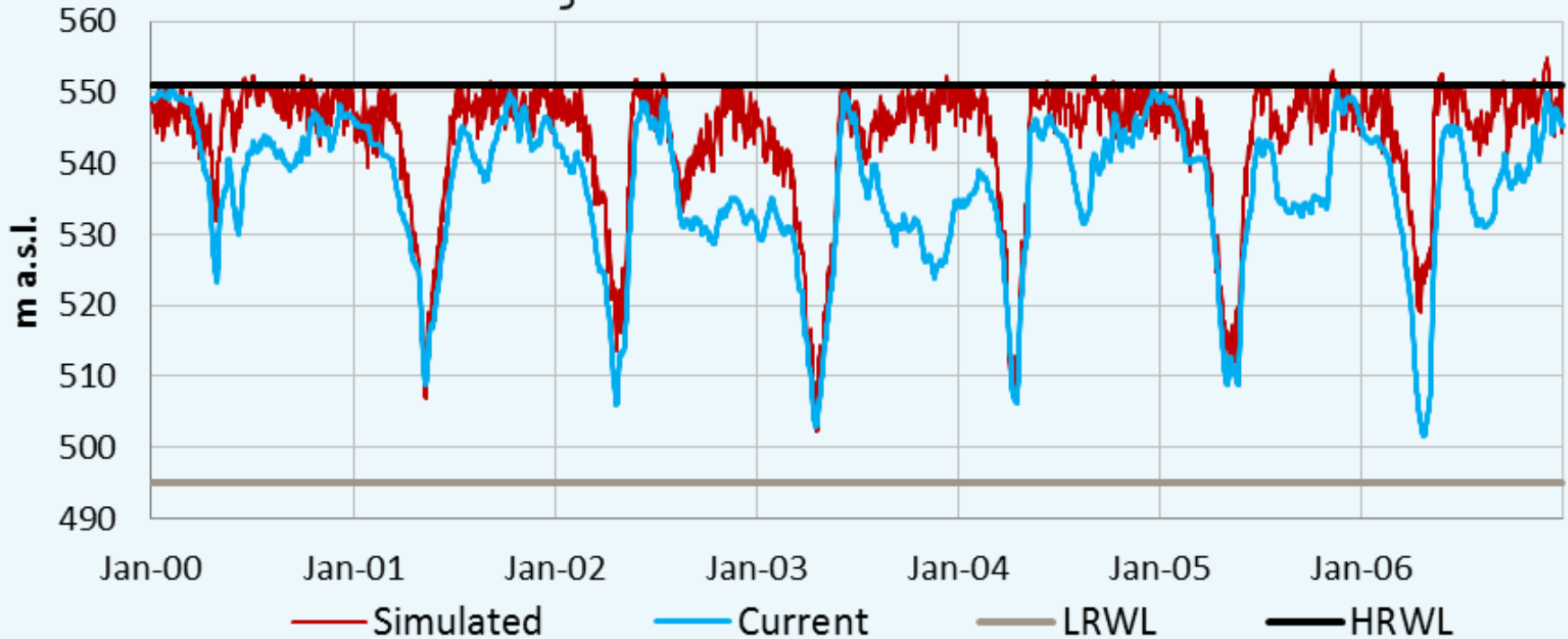
Øyehøyde: 7.05 km

Water level variations

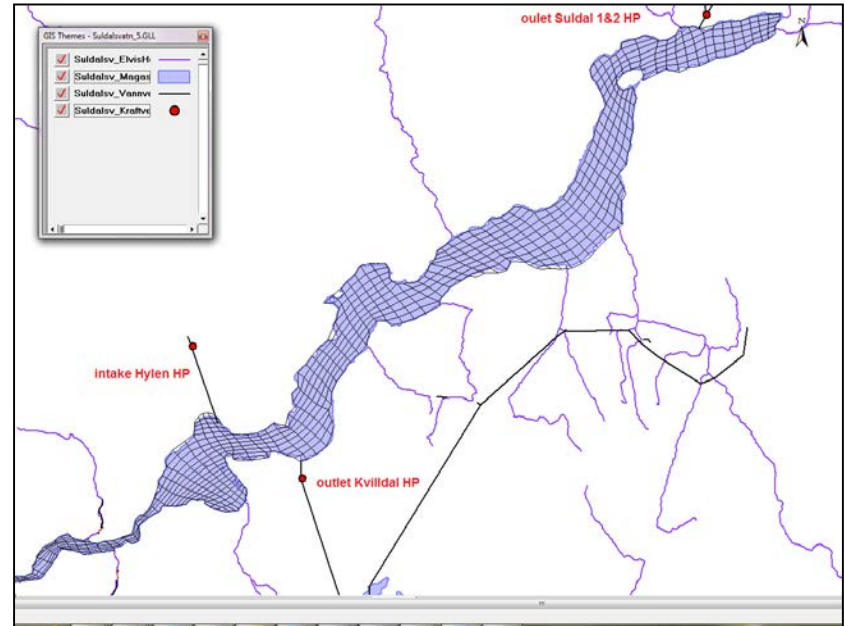


Water level variations

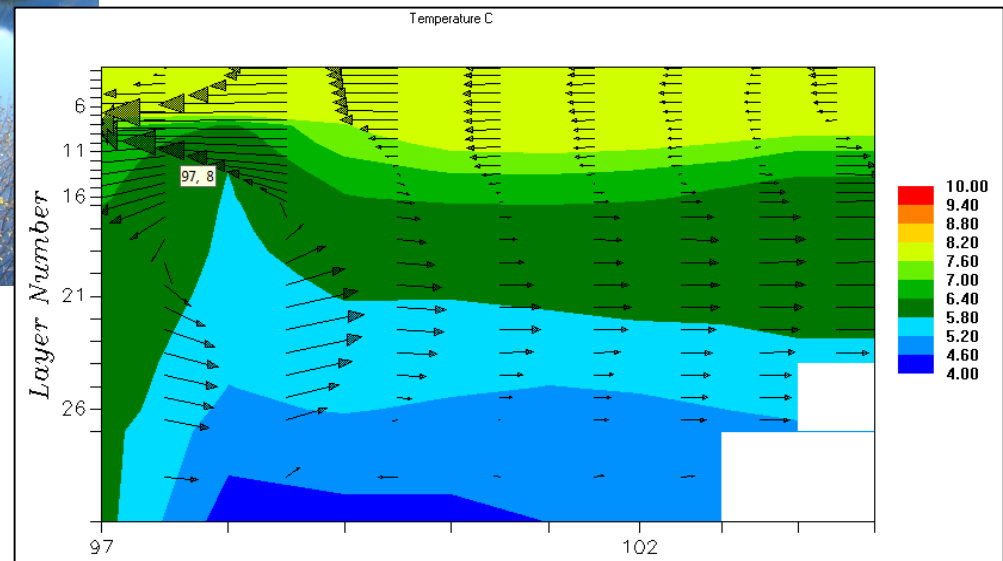
Stage **Holen - lower** reservoir



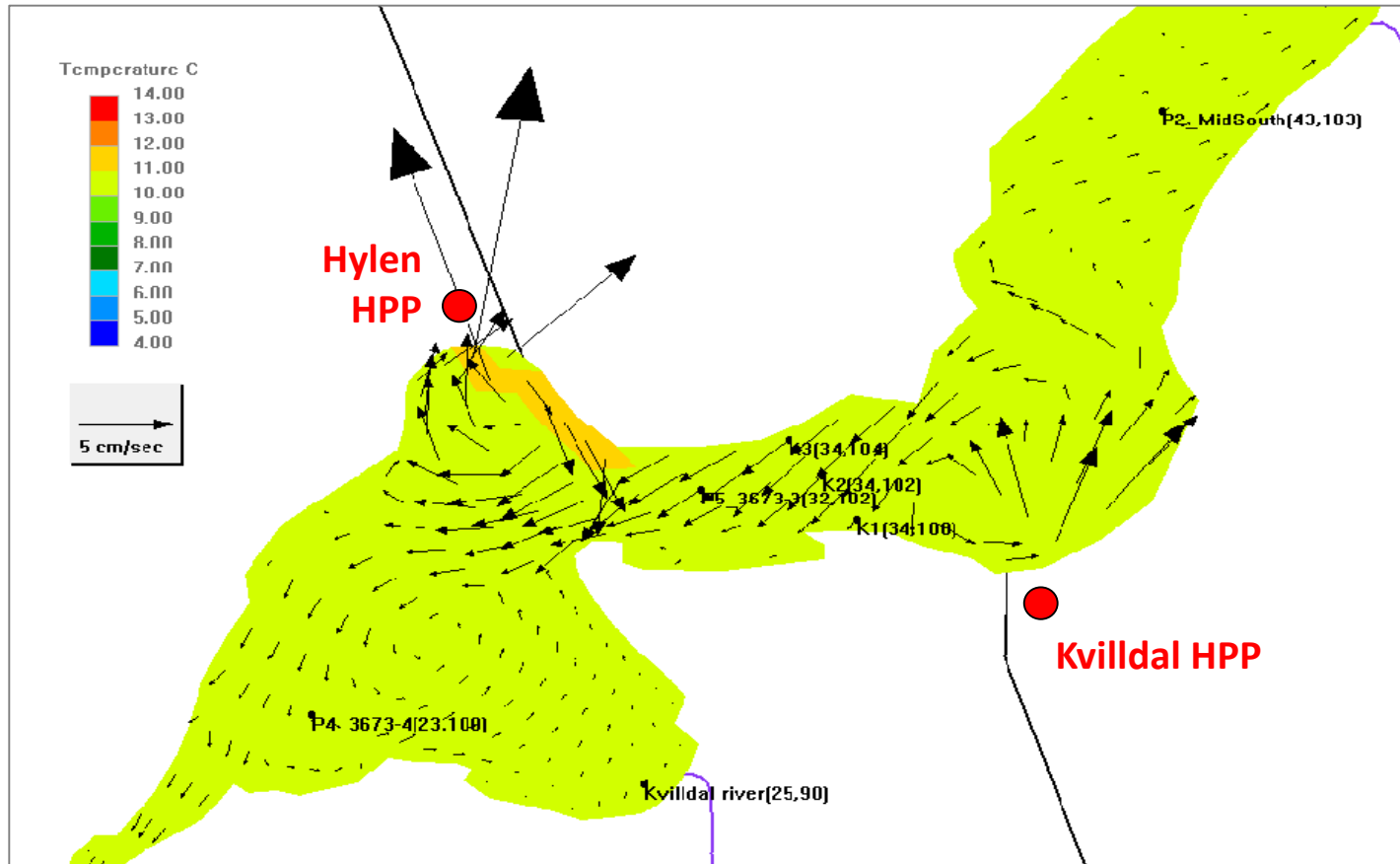
Detailed simulations of PSP with outlet into Suldalsvatn



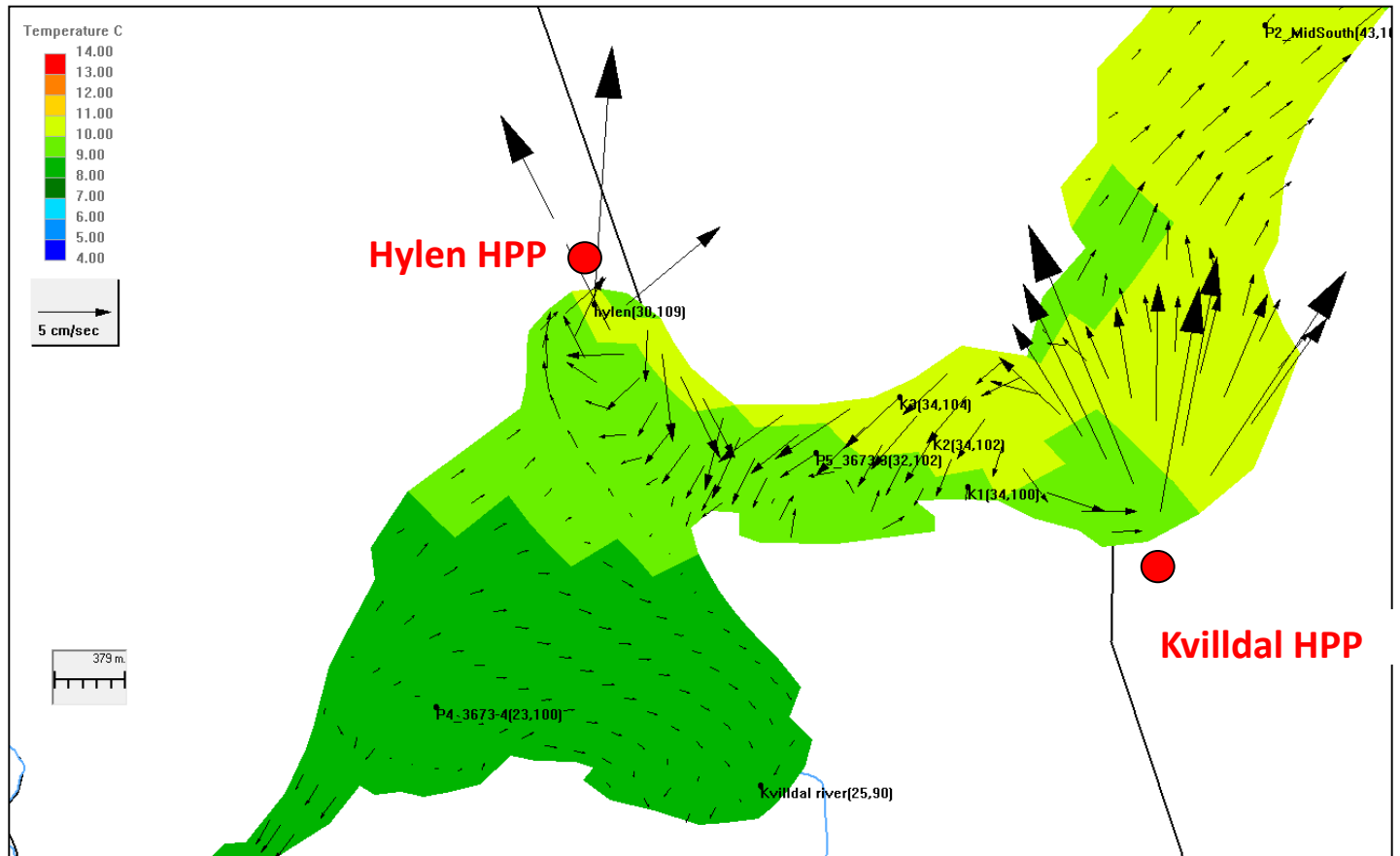
Simulations with GEMSS



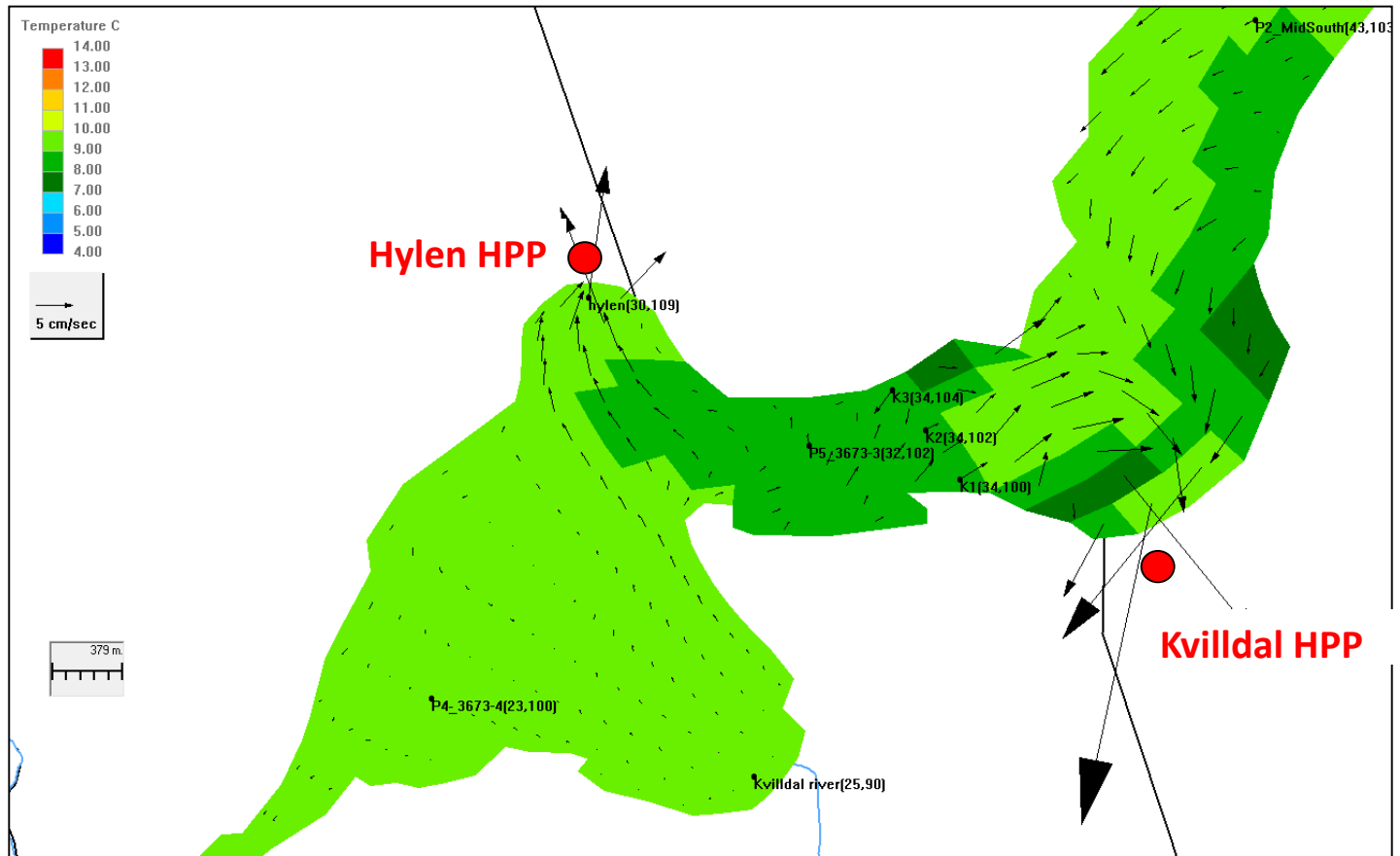
10 m depth in summer - today



10 m depth in summer – with PSP Production phase



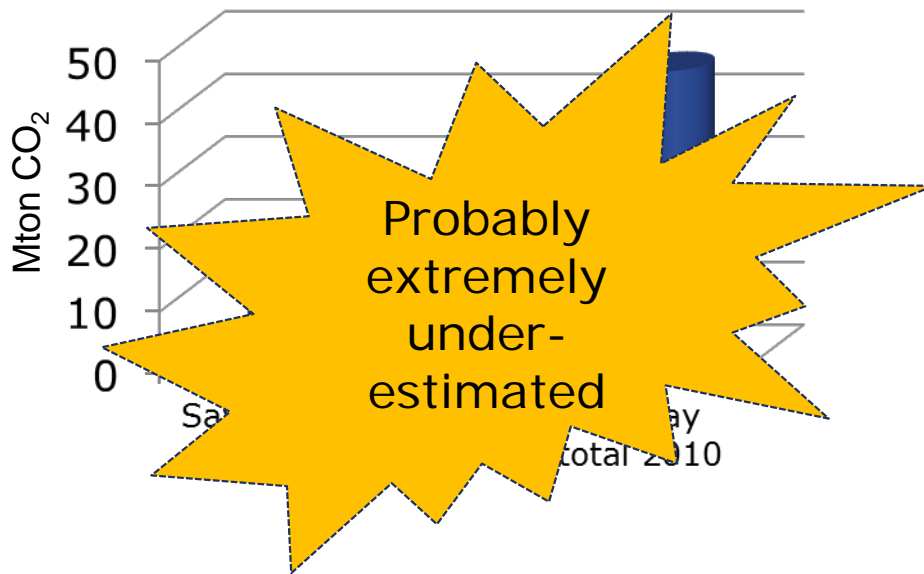
10 m depth in summer – with PSP Pumping phase



Samfunnsaksept



CO₂ emissions – preliminary results



20 000 MW new capacity may save
26 Mtons CO₂ in 2050

Samfunnsaksept

- Intervju med norske interessenter
 - Energiselskap, miljøorganisasjoner, friluftsliv, vertskommuner, myndigheter
- Alle interessenter mener vi kan spille en rolle for klima
- Norges bidrag blir trolig lite pga miljøkrav, finansiering og risiko
- Usikkerhet rundt kommersielle muligheter
- Største barriere: Nett og inntektsfordeling → behov for politisk avklaring
- Velge magasin ut fra miljøkrav – balansere klima – naturmiljø
- Vertskommuner og lokale interesser må få sin del av verdiskapning

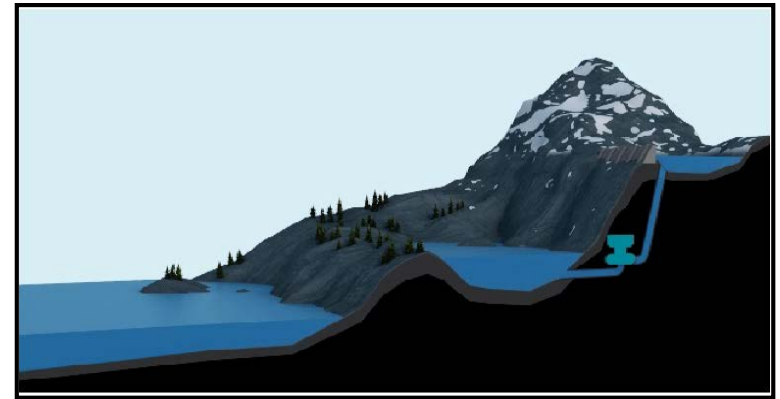


Næringsutvikling

- For produsenten
- Anleggsdrift (tunneldrift)
- Utstørsleverandører
- Konsulenttenester
- Handel
- Støttetjenester

Utbygging av 20 000 MW effekt over 15 år vil gi store muligheter for næringsutvikling:

- Større utbygging enn i “storhetstida”
- 30 000 årsverk
- Milliardsinvesteringer





Alternativer: Pumpekraft (Limberg II, Østerrike)



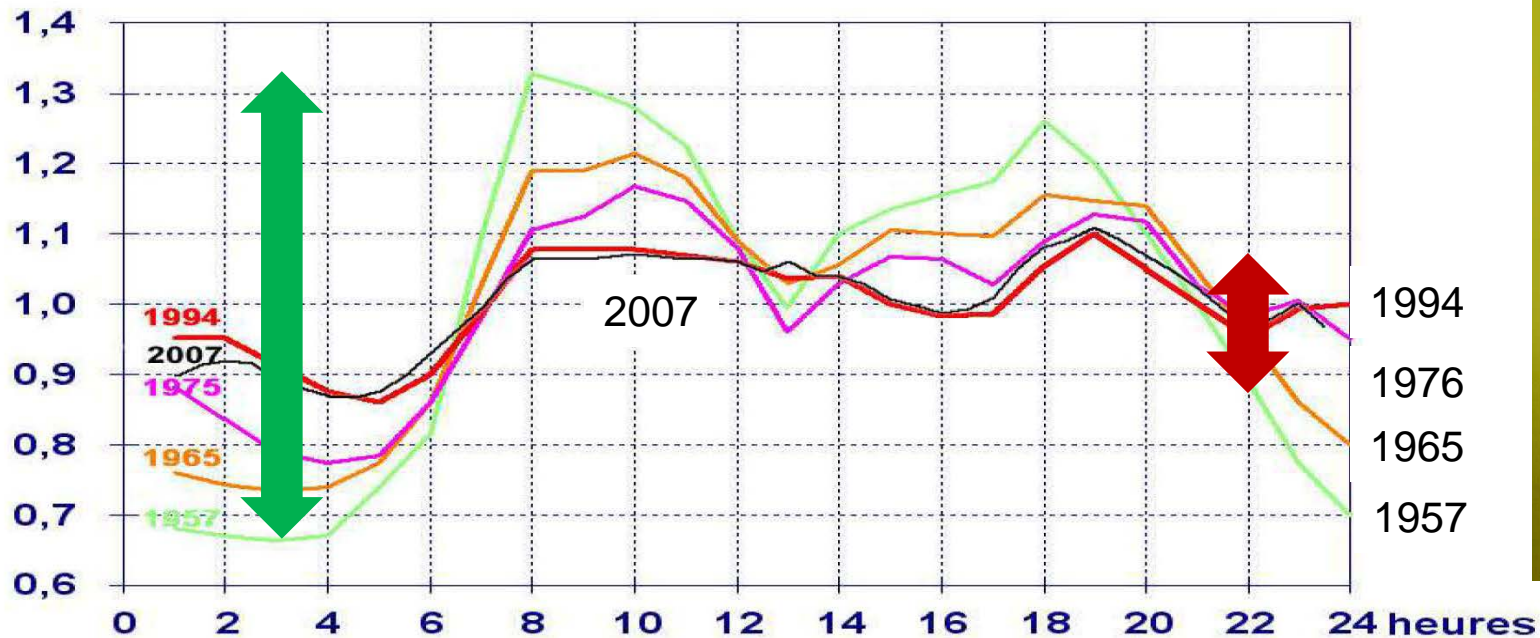
Trykkluft og flytende luft

- Bruk av gruver og fjellhaller for lagring
- Bruker i dag gasskraft
- FoU for å lage luftturbiner
- FoU for bedre effektivitet og lavere varmetap



12 million French water heaters of ~20 TWh

Load factor

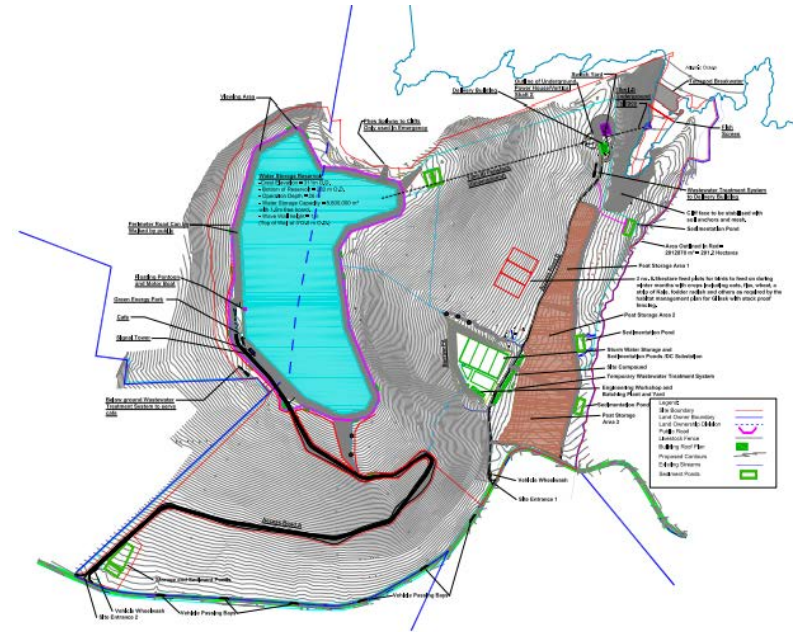


- Before heaters: +/- 33 %
- After heaters: +/- 12 %

New technologies – Sea water pumped storage



Okinawa PSP - Japan



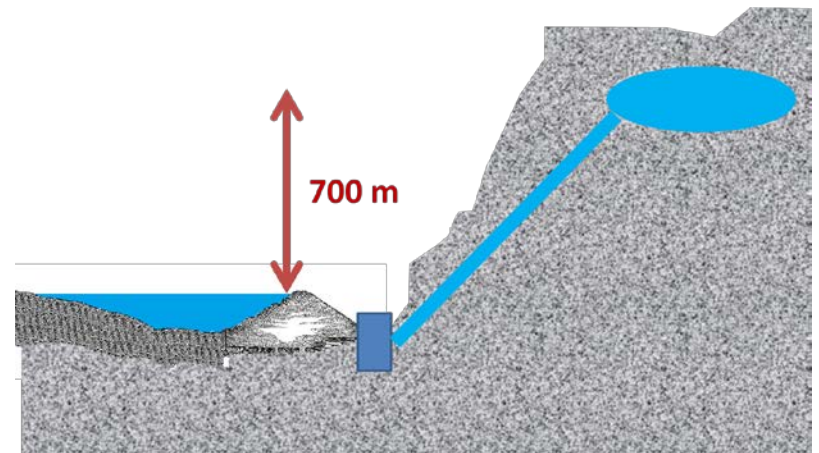
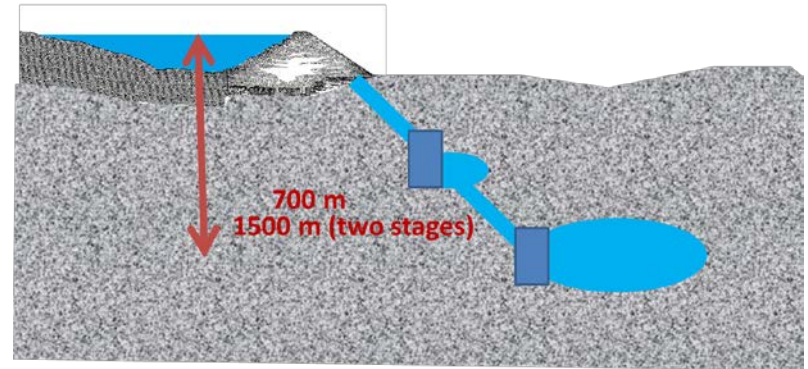
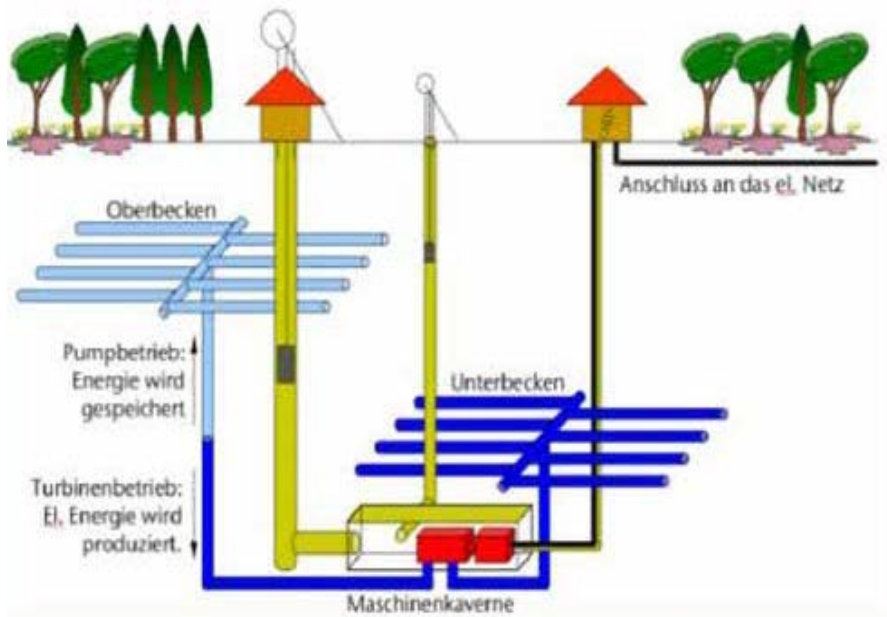
Proposed in Sardinia, Italy

- No access to lakes
- Scarce water resources
- Isolated grids (islands)
- Extra maintenance (salt water)

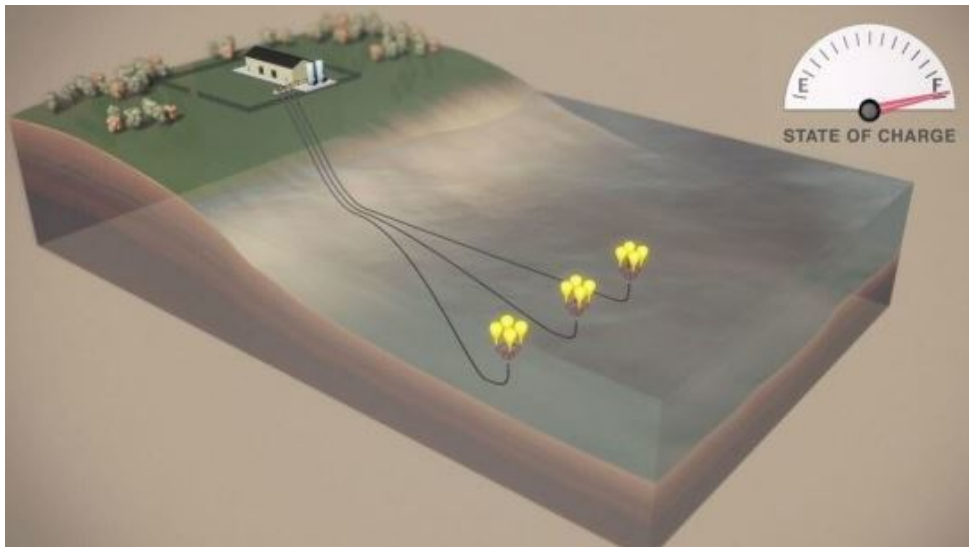
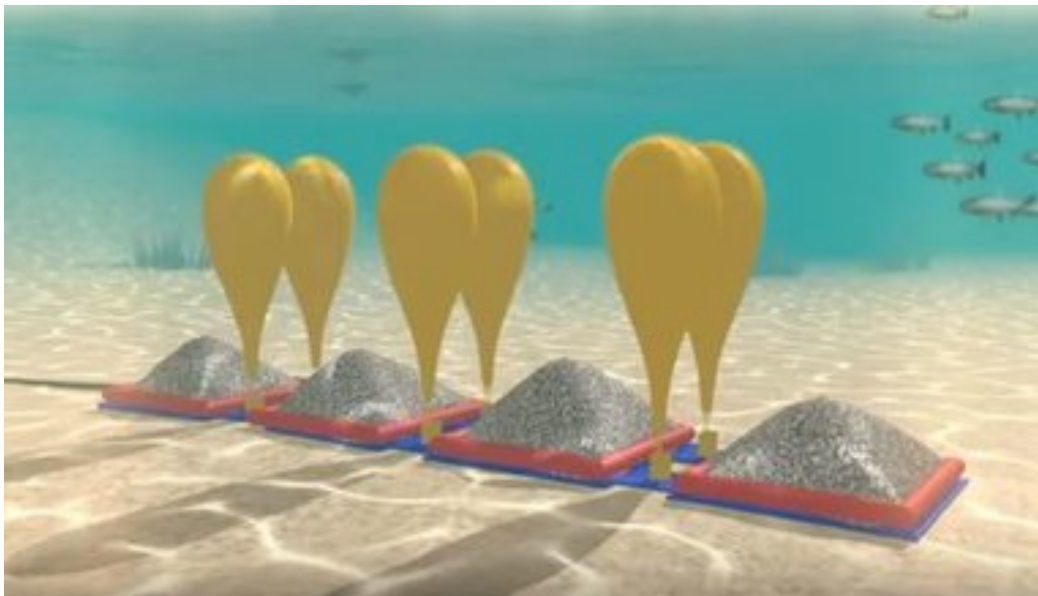
- Proposed in several sites
- R&D required for equipment
- The potential is very large

New technologies

- Underground pumped storage



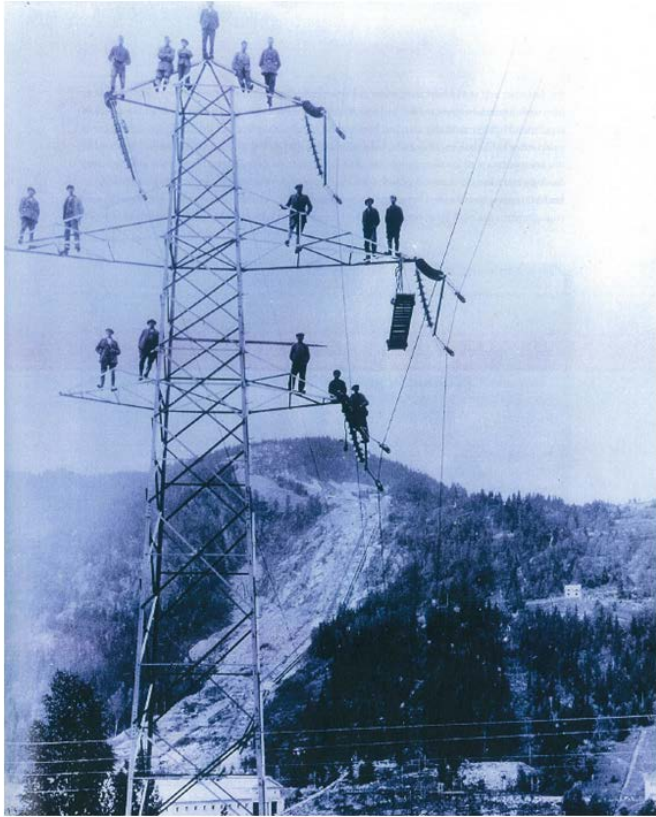
- Using existing mines
- Artificial caverns
- Conventional PSP technology



Miljøvirkninger



Flere overføringslinjer



Kollisjonsrisiko og virkninger
på vilt og friluftsliv

Mye stein



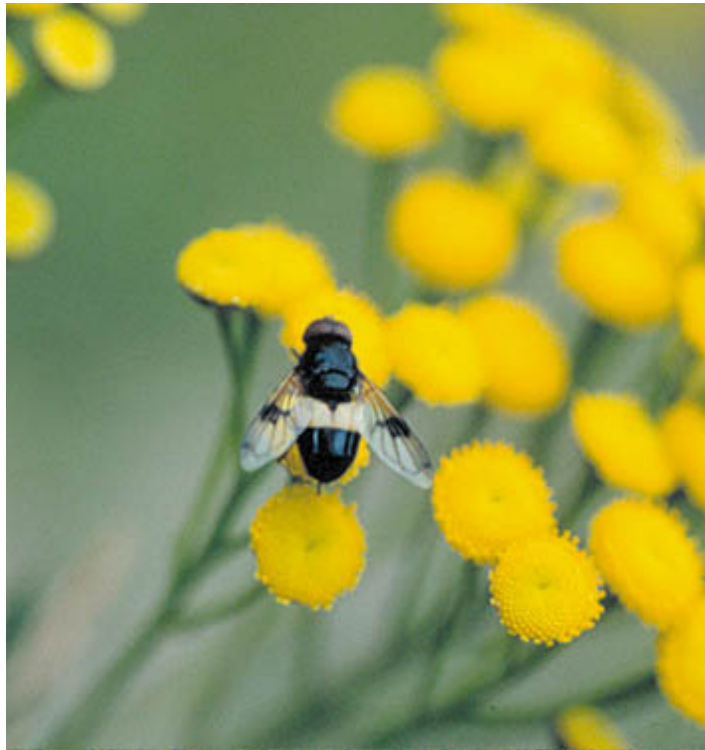
Påvirkning på fisk?



Usikker is ?

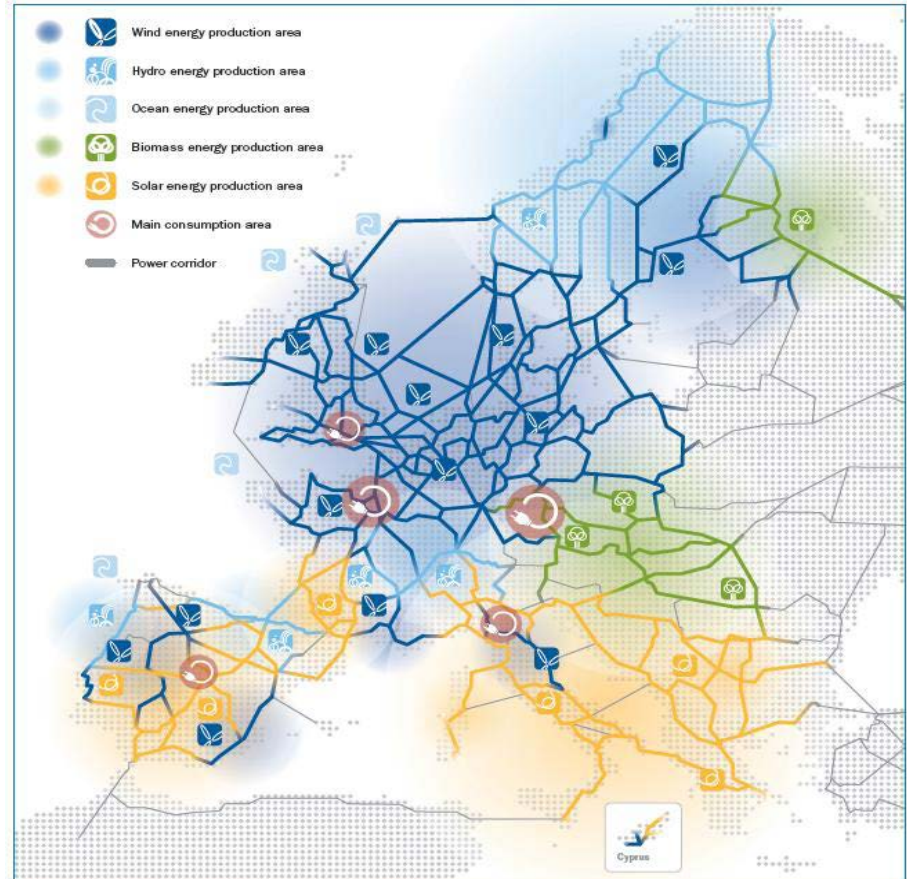
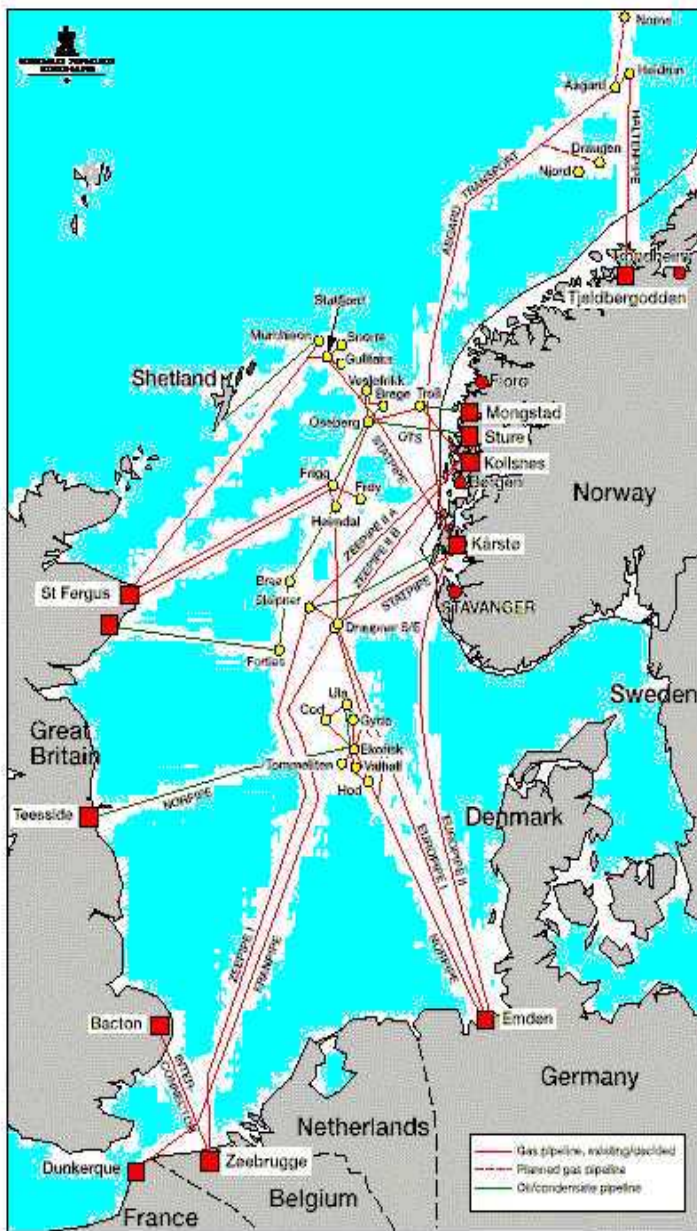


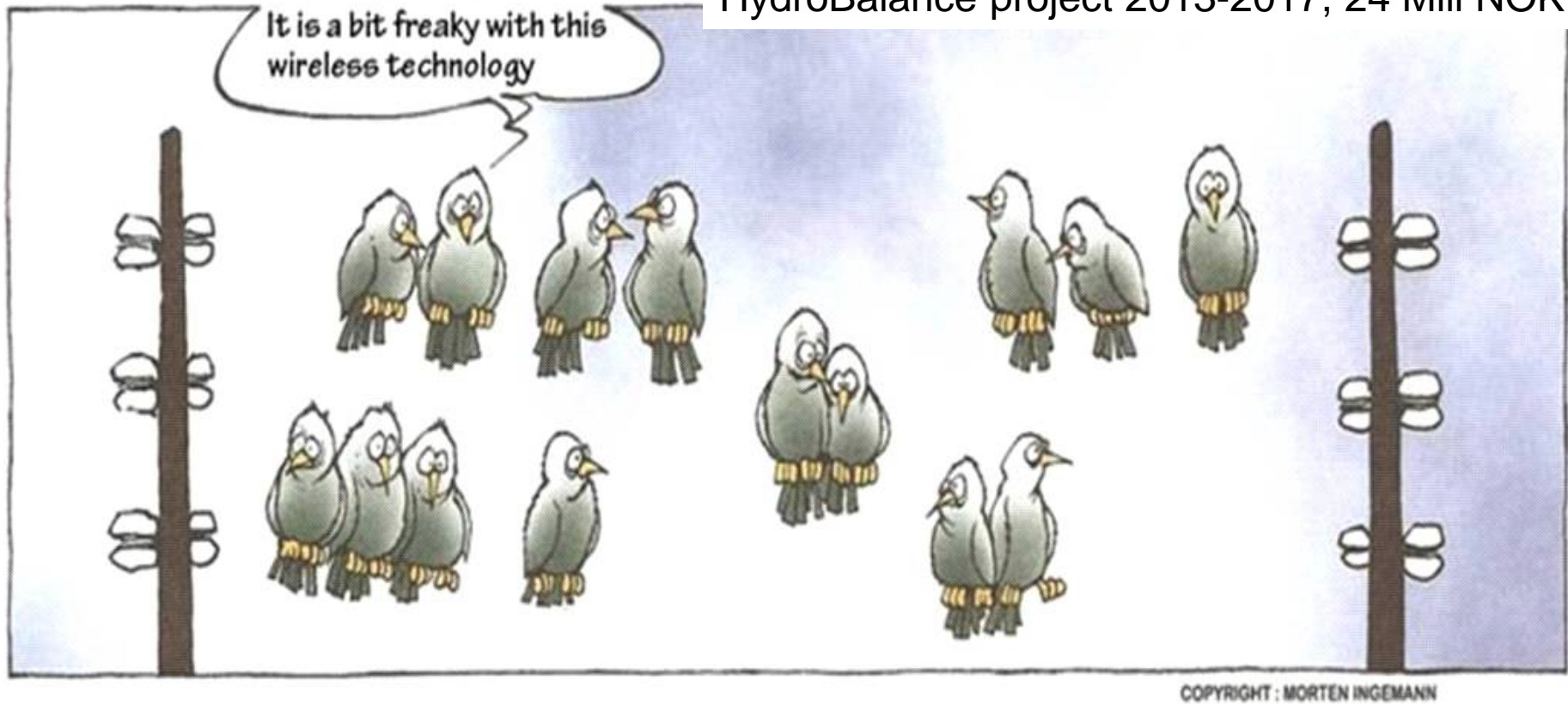
Biodiversitet truet?



← Nettverk for naturgass

Kan vi lage tilsvarende for elektrisitet?





- Usikker framtid – mange scenarier – nye teknologier ?
- Økt behov for energy, energilagring og lagring av vann
- Raske og uventede endringer kan komme (...Fukushima)
- Vannmagasin – alltid en meget god måte å lagre energi på
- Alle tjenester fra vannkraft må få riktig betaling