



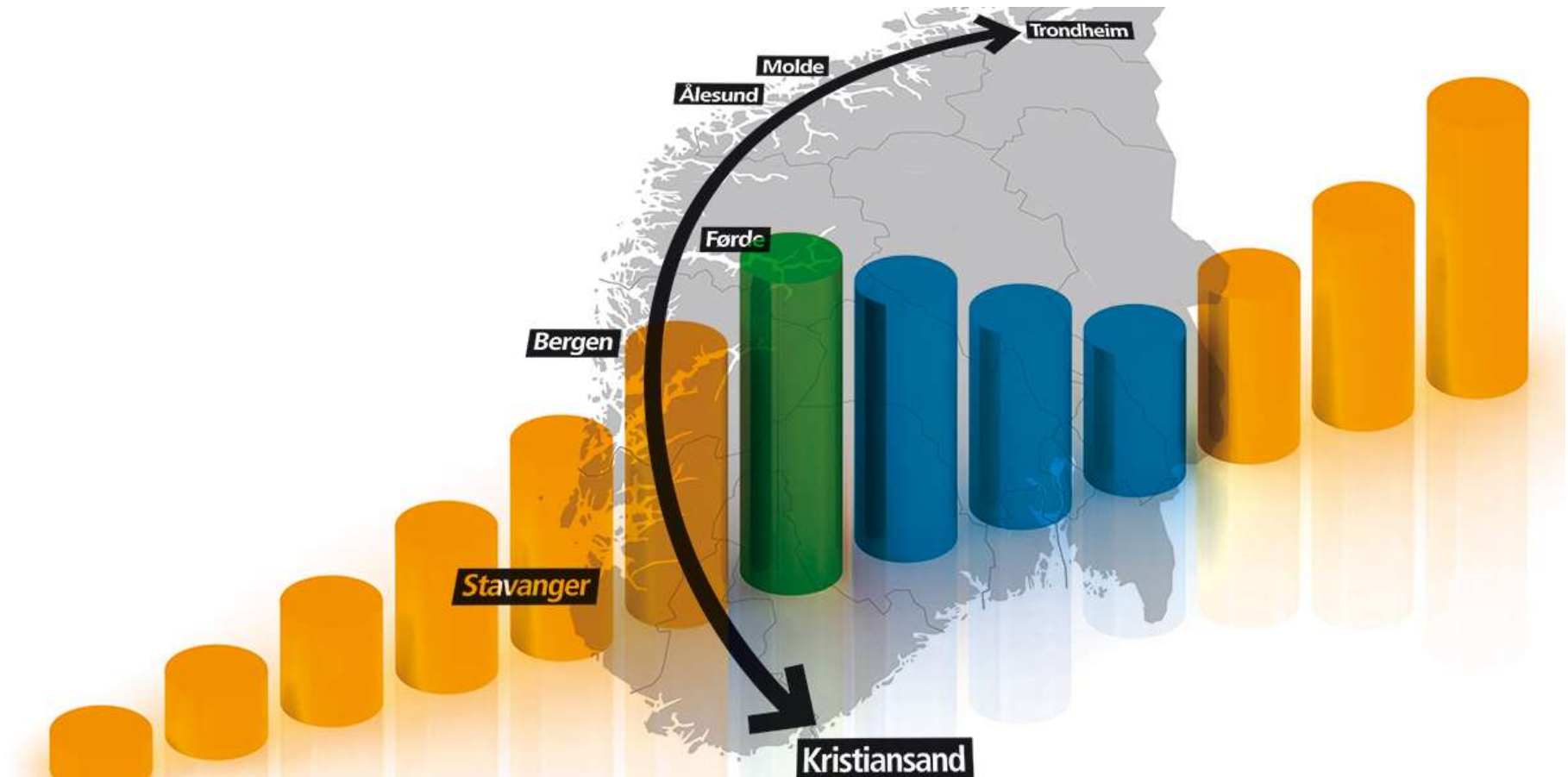
Statens vegvesen
Norwegian Public Roads
Administration

Kystvegkonferansen Fosnavåg 30. oktober 2014

Ferjefri E39 – industrien langs kysten fra båtbygging til brubygging?

04.11.2014

Prosjektleder Ferjefri E39 Olav Ellevset, Vegdirektoratet





Statens vegvesen
Norwegian Public Roads
Administration

Fjordkryssingene

Hovedkonseptene Sognefjorden 1300 m dyp



Bruseksjonen i Vegdirektoratet



Reinertsen Olav Olsen & Others Consortium

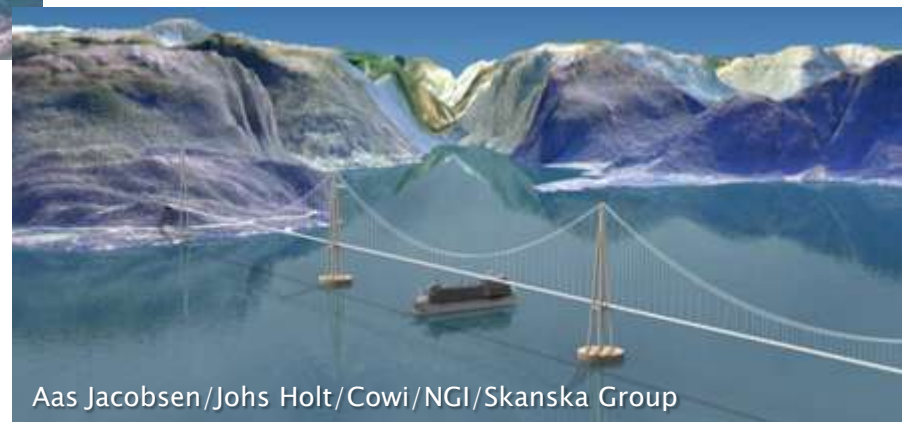
Linker til videoanimasjoner:

Norsk, kort (02:30) og lang (06:21)

<http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/ferjefriE39/Film>

Engelsk (06:20)

<http://www.vegvesen.no/Vegprosjekter/ferjefriE39/Engl ish/Film>



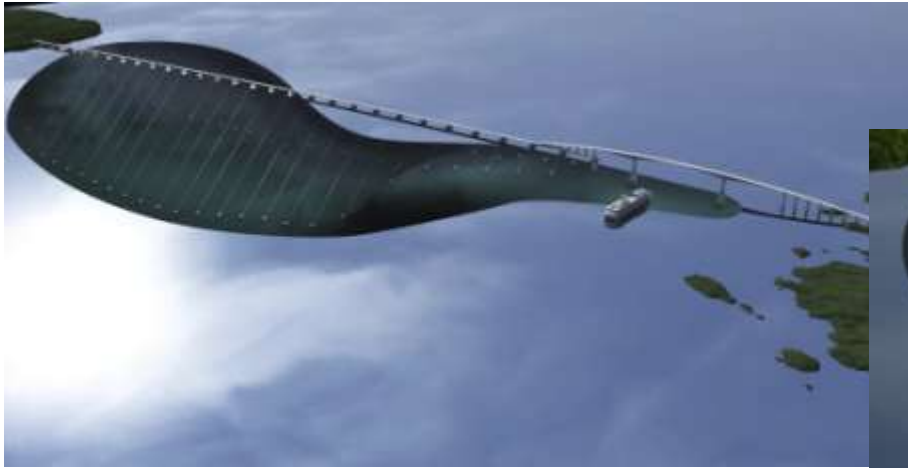
Aas Jacobsen/Johs Holt/Cowi/NGI/Skanska Group



Statens vegvesen
Norwegian Public Roads
Administration

Fjordkryssingene

Grunnere fjorder som Bjørnafjorden
5–600 m dyp

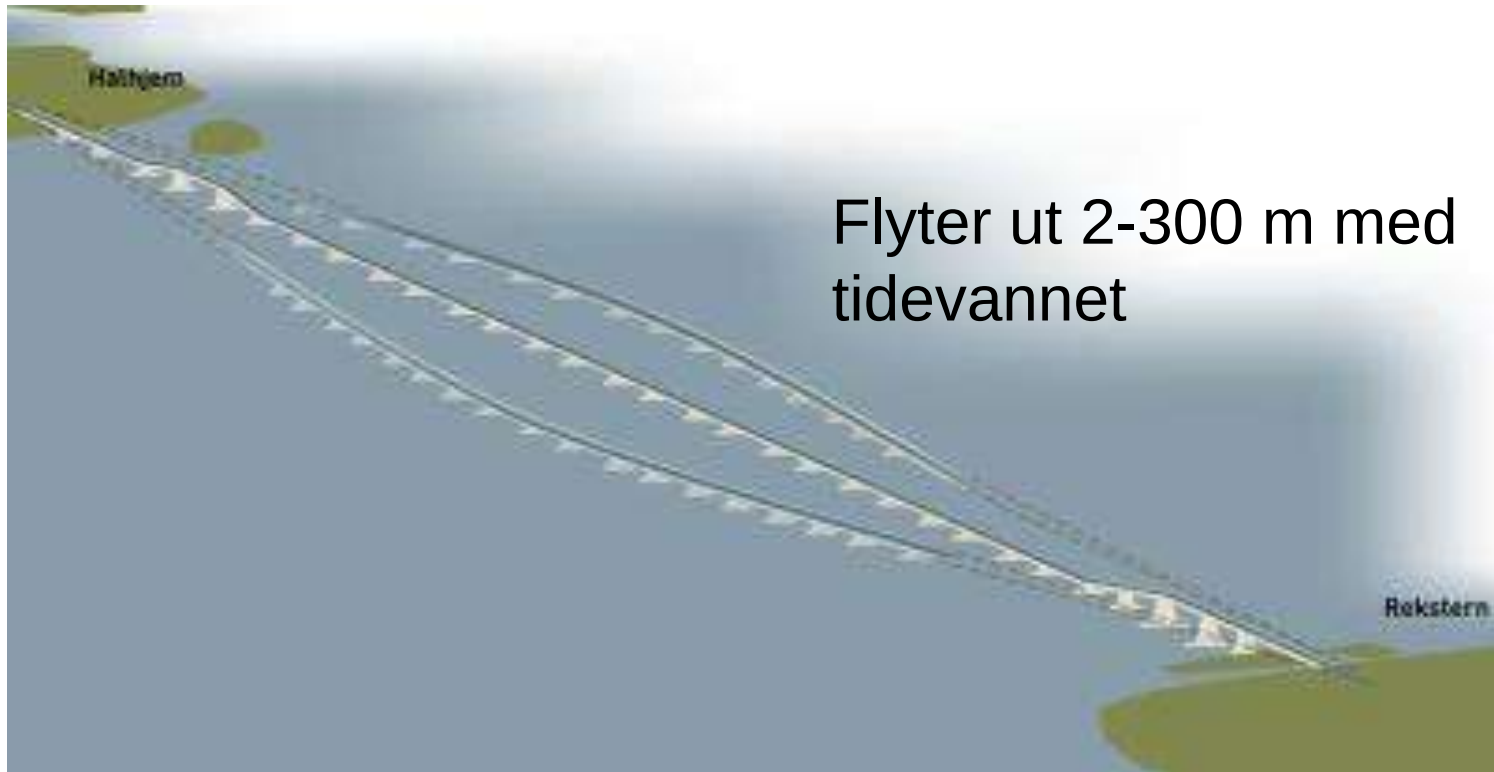




Statens vegvesen
Norwegian Public Roads
Administration

Fjordkryssinger

Kjeda flytebru over Bjørnafjorden Akvator/Multiconsult



Flyter ut 2-300 m med
tidevannet



Statens vegvesen
Norwegian Public Roads
Administration

LMG Marin's forslag for Halsafjorden, Todalsfjorden og Oslofjorden





Statens vegvesen
Norwegian Public Roads
Administration

Fjordkryssinger

Kryssing Sognefjorden med rørbru Sweco

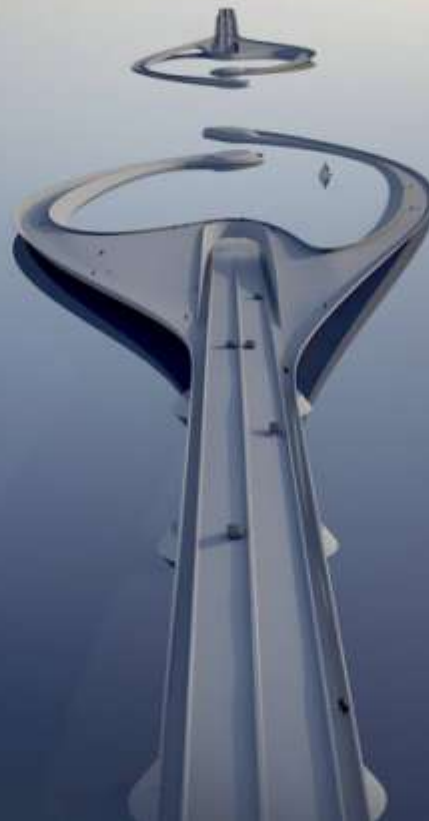




Statens vegvesen
Norwegian Public Roads
Administration

Fjordkryssingene

Med å kombinere teknologi kan vi teknisk sett krysse fjordlandskapene hvor som helst



Kombinasjon av
flytebru og rørbru
forankret i kunstig
sjøbunn

REINERTSEN

Cooperating partners:

SNØHETTA

Dr. techn. Olav Olsen



The Research Council
of Norway



Fjordkryssingene

Teknisk optimalisering

- Vi er sikre på at det er teknisk mulig, men hvordan gjøre det smartest mulig?
 - Byggemetodene
 - Utnytte nye og «gamle» materialer best mulig
 - Automatisering og robotassistert framstilling



Ferjefri E39

Pågående arbeid

- Rørbru Bjørnafjorden:
 - Reinertsen, Olav Olsen, Norconsult, Aker Solutions, Snøhetta, Veritas, Marintek, m/underleverandører
- Flytebru Bjørnafjorden:
 - Aas Jacobsen, Cowi, Johs Holt
 - Skipsstøt, danske SSPA
- Innsamling data Bjørnafjorden
 - bunnforhold, vind, strøm og bølger
- Vindtunneltesting av store hengebruer
 - Julsundet og Halsafjorden
- TLP-utvikling (Tension Leg Platforms), TDA A/S



Forskningsutfordringene Fjordkryssingene

- Hittil hovedsakelig på «rene» konstruksjoner, dvs
 - Flytebruer
 - Rørbruer
 - Hengebruer
- Det neste er kombinasjonene
 - Overgangsmul fra flytebru til rørbru
 - Fra rørbru til undersjøisk fjelltunnel eller senketunnel
 - Fasthet i forankring og fortøyning ulike steder og elementer



Ferjefri E39

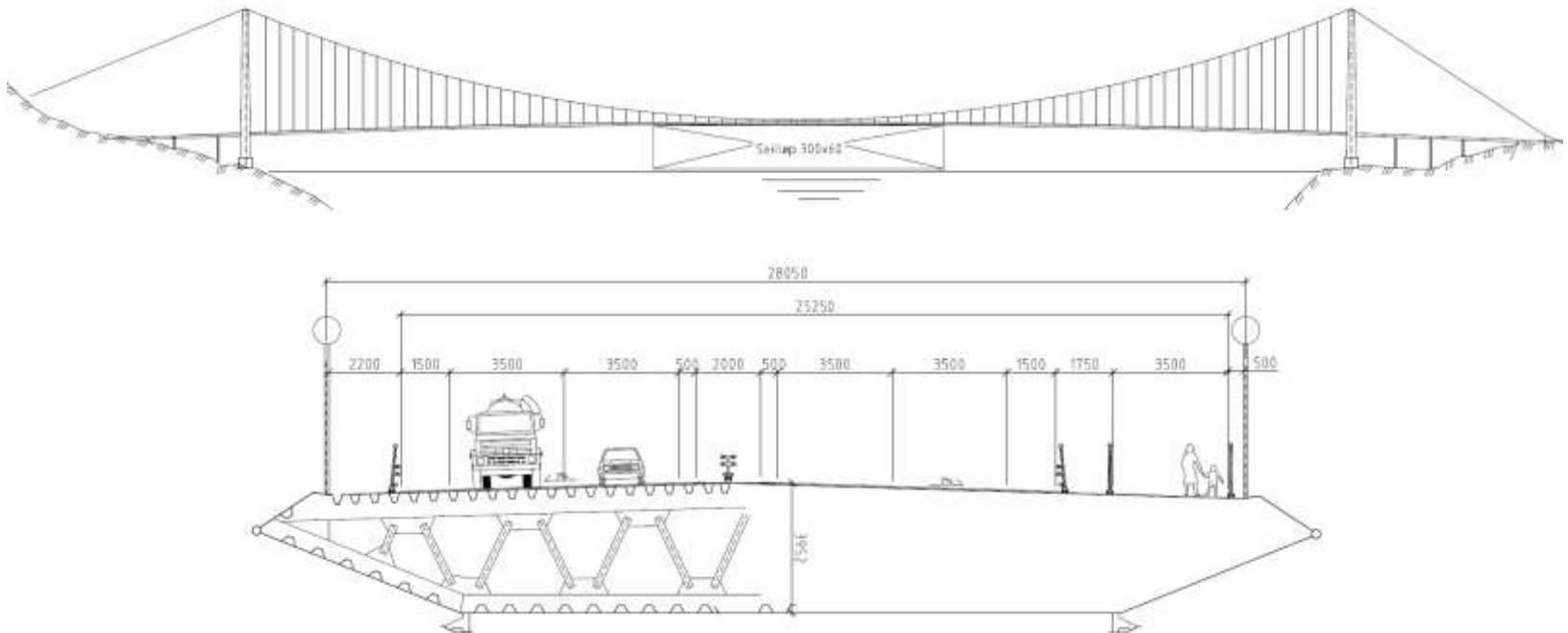
Kommende arbeid og oppdrag

- Sulafjorden:
 - Strøm, bølge, vind
 - Kryssingskonsepter
- Halsafjorden:
 - Strøm og bølge
- Langenuen:
 - Forprosjekt hengebru, spenn ca 1200 m

Route E39

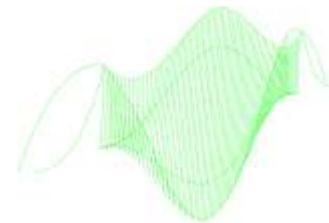
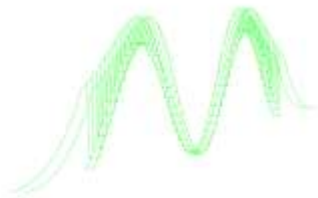
Julsundet Bridge

- Classic suspension bridge
 - 1600 m main span
 - Closed box girder

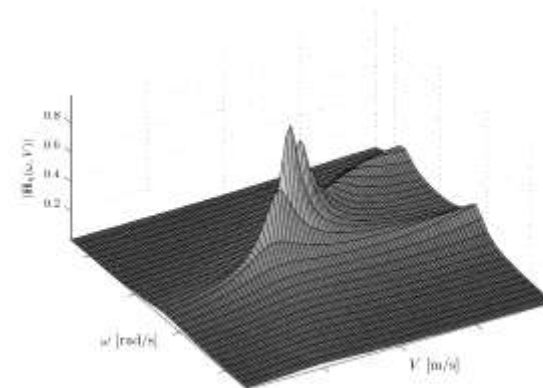


Route E39

Halsafjorden – Eigen-frequencies and flutter



Mode	Frequency [Hz]	Period [T]
HS1	0.039	25.67
HA1	0.074	13.46
VA1	0.084	11.91
VS1	0.103	9.74
HS2	0.115	8.66
VS2	0.138	7.25
TA1	0.156	6.40
VA2	0.157	6.37
TS1	0.158	6.32

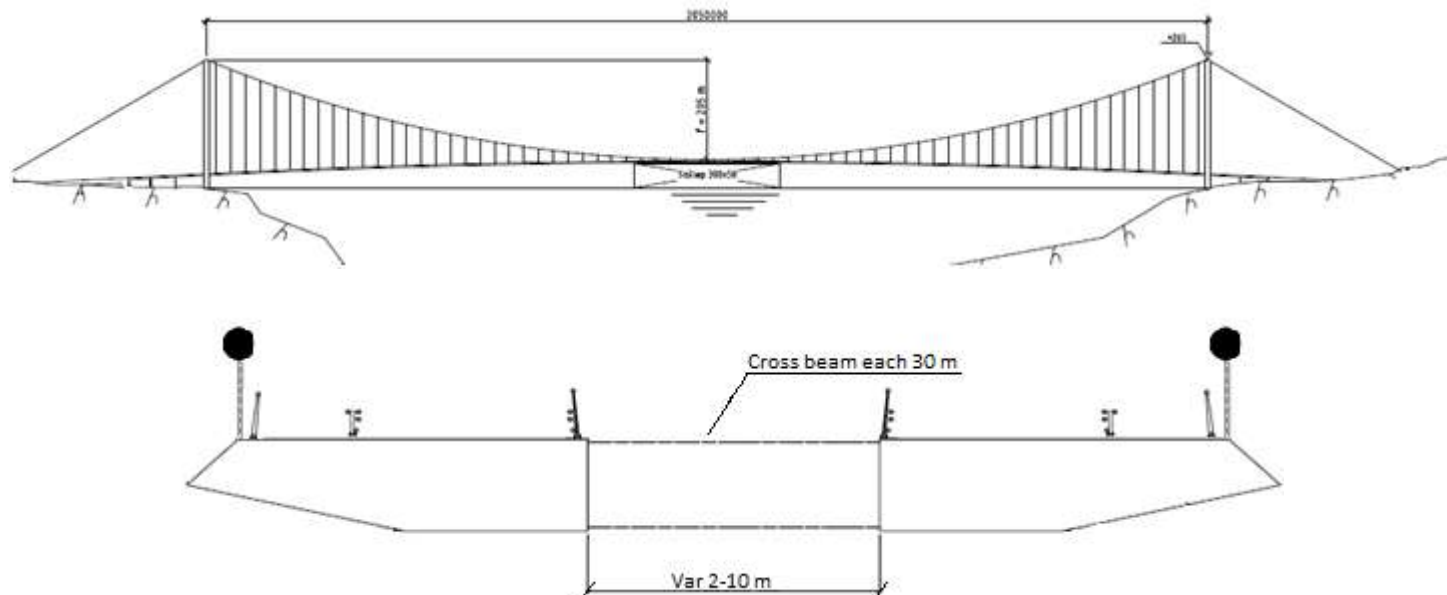


$$\hat{E}_\eta(\omega, V) = \left\{ 1 - \kappa_{ae} - \left(\omega \cdot \text{diag} \left[\frac{1}{\omega_i} \right] \right)^2 + 2i\omega \cdot \text{diag} \left[\frac{1}{\omega_i} \right] \cdot (\zeta - \zeta_{ae}) \right\} \quad \left| \det(\hat{E}_\eta(\omega, V)) \right| = 0$$

Route E39

Halsafjorden Bridge – outline

- Classic suspension bridge
 - Main span 2050 m
 - Twin box girder
 - 30 m between hangers and cross-beams





Forskning og utvikling

Investeringer i teknologisk utvikling

- Ekofisktanken:
70 m dybde (1973)
- Troll platformen:
303 m dybde (1995)
- Flytende plattformer
forankret på dybder
av mer enn 1500 m





Statens vegvesen
Norwegian Public Roads
Administration

Forskning og utvikling

Har krevd meget stor forskningsinnsats

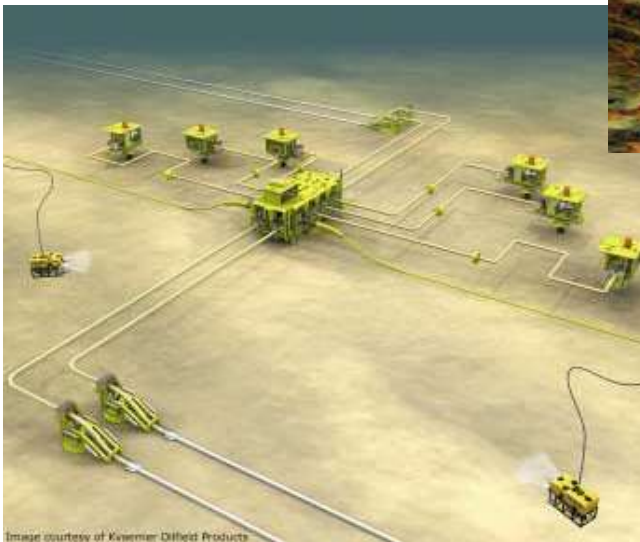
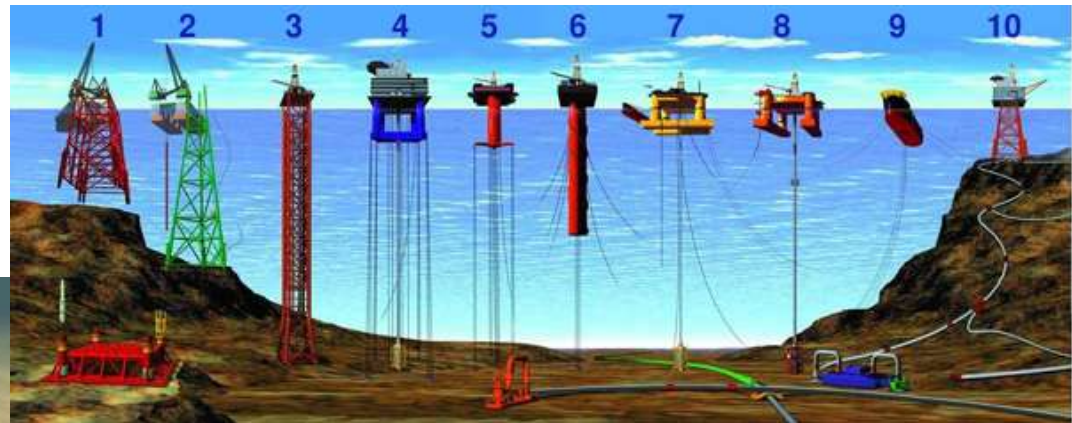


Image courtesy of Kiewit Offshore Products





Forskning og utvikling

Norge bruker relativt lite på FOU

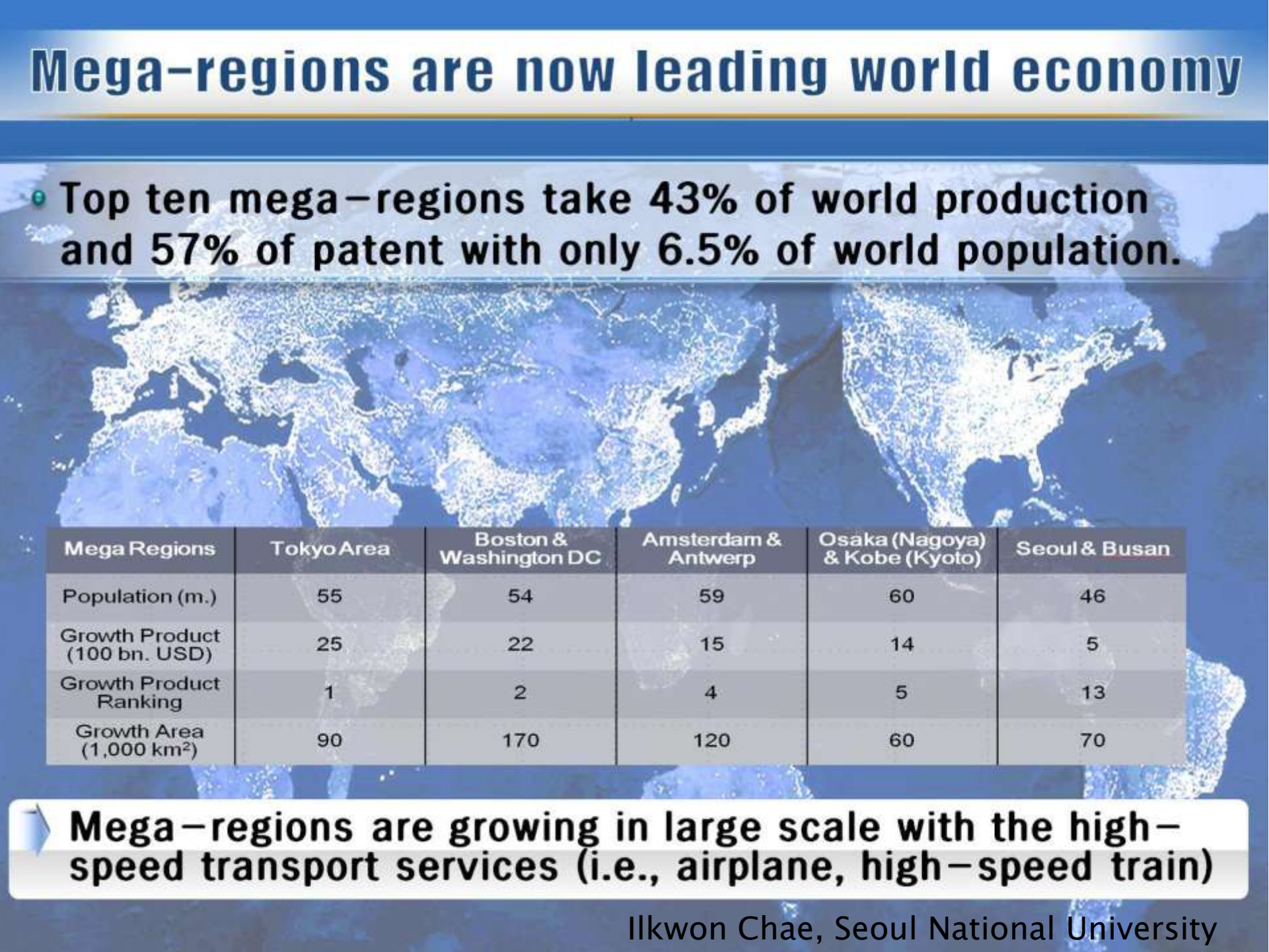
Andel til forskning og utvikling i 2011 (FOU) av Brutto nasjonalprodukt (BNP):

– Israel	4,39 %	
– Finland	3,78 %	
– Sverige	3,37 %	
– Danmark	3,09 %	
– Tyskland	2,84 %	
– USA	2,77 %	
– Østerrike	2,75 %	
– Slovenia	2,51 %	
– Gjennomsnitt	ca 2 %	av de ca 60 land med oppgitte data
– Norge	1,66 %	

Utdrag fra: United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization (UNESCO) Institute for Statistics, Catalog Sources World Development Indicators

Mega-regions are now leading world economy

- Top ten mega-regions take 43% of world production and 57% of patent with only 6.5% of world population.

A world map with a blue and white color scheme, showing the outlines of continents and major cities. The map is used as a background for the slide.

Mega Regions	Tokyo Area	Boston & Washington DC	Amsterdam & Antwerp	Osaka (Nagoya) & Kobe (Kyoto)	Seoul & Busan
Population (m.)	55	54	59	60	46
Growth Product (100 bn. USD)	25	22	15	14	5
Growth Product Ranking	1	2	4	5	13
Growth Area (1,000 km ²)	90	170	120	60	70

➤ **Mega-regions are growing in large scale with the high-speed transport services (i.e., airplane, high-speed train)**



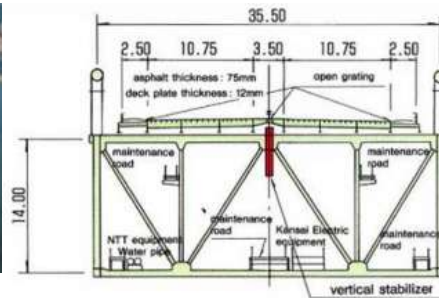
Forskning og utviklingsprogram NTNU

Utdrag fra programmet innenfor bruområdet

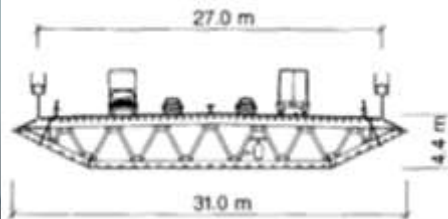
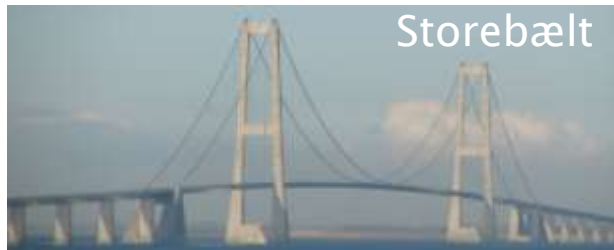
- 1.1 Numerisk simulering av koplede bevegelser for kjøretøy og bru under ekstreme miljølaster
- 1.2 Dynamisk respons av hengebruer/skråstagsbruer med flytende tårn
- 1.3 Kritiske last kombinasjoner med fokus på hengebruer/skråstagbruer med flytende tårn
- 1.4 Kombinert fluid struktur interaksjon (FSI) og vindtunnelstudie av brutversnitt for lange hengebruer
- 1.5 Hydroelastisk stabilitet av rørbruer
- 1.6 Forankrede flytebruer og neddykket flytende tunneler utsatt for parametrisk eksitasjon
- 1.7 Risikoevaluering for marine bruer med fokus på skipskollisjon og brann/eksplosjon
- 1.8 Virvelavløsningssvingninger av hengebruer/ skråstagsbruer
- 1.9 Modellering og analyse av demping i konstruksjoner
- 1.10 Pålitelighetsanalyse av marine bruer inkludert system- effekter
- 1.11 Forankring av fjordkryssinger langs E39
- 1.12 Innovativ design av kystkonstruksjoner ved tre-dimensjonal numerisk modellering
- 1.13 Interaksjon væske-konstruksjon for neddykkede flytende tunneler ved bruk av turbulensmodellering
- 1.14 Avansert Numerisk Modellering av Flytende Strukturer
- 1.15 Kraftidentifikasjon ved bruk av målt dynamisk respons
- 1.16 Eksperimentell undersøkelse av hydrodynamisk oppførsel av slanke neddykkede legemer
- 1.17 Skipskollisjon
- 1.18 Eksplosjonslaster og lasteffekter på rørbruer
- 1.19 Dype forankringer

Fjordkryssinger

Stålforbruk store hengebruer



- Hovedspenn: 1991m
- Vekt brukasse: $0,85 \text{ t/m}^2$
- Ferdig 1998



- Hovedspenn: 1624m
- Vekt brukasse: $0,32 \text{ t/m}^2$
- Ferdig 1998



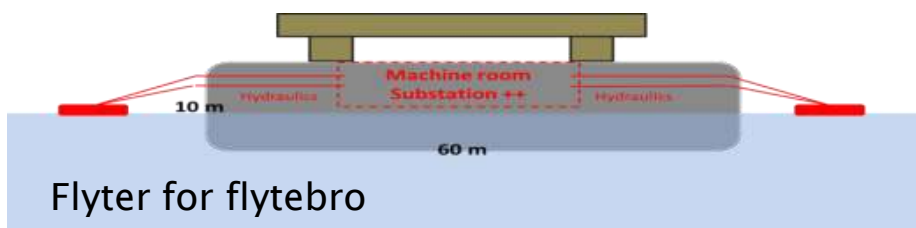
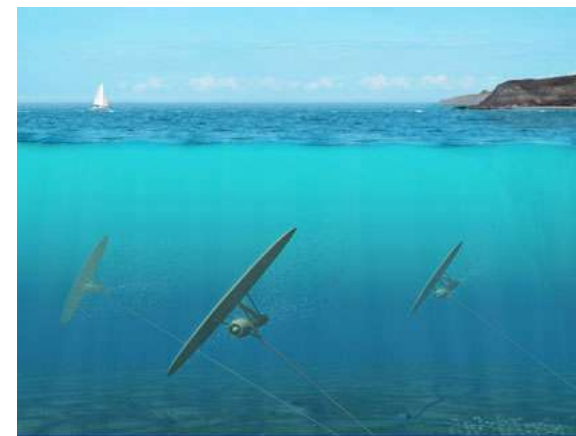
- Hovedspenn: 3300m
- Vekt brukasse: $0,35 \text{ t/m}^2$
- Var planlagt fullført i 2016



Statens vegvesen

Ferjefri E39-prosjektet

Bidrag til å nå **klimamålene?**



Potensialene ser større ut enn det vi har sett for oss !

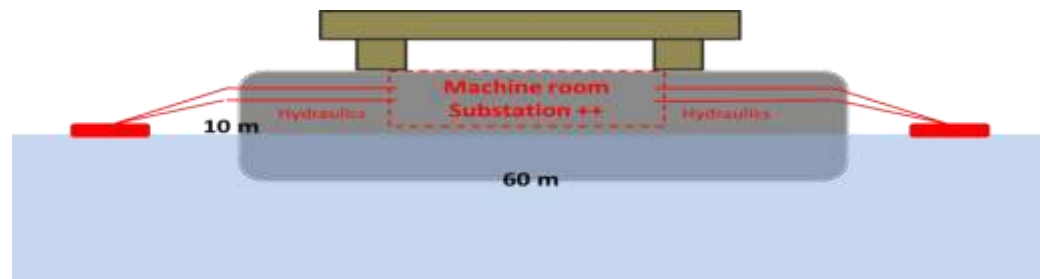




Energy Component

Utilizing Renewable Energy Sources

- Norwegian electrical power consumption around 115 TWh/Year
- Out of which NPRA consume about 1% for tunnel ventilators, water pumps in subsea tunnels, and street and road lighting
- Indications are that floating bridge installations may produce 2–300 GWh/km/year if production equipment is optimal to wave characteristics.
- If so, 3–5 km of installations can produce NPRA's annual consumption



AoA Energy - profiles

BIOBASED ECONOMY



ENERGY FOR TRANSPORTATION NEEDS



ELECTRICITY FOR SOCIETAL DEVELOPMENT



ENERGY IN URBAN DEVELOPMENT



ENERGY TECHNOLOGY ASSESSMENT



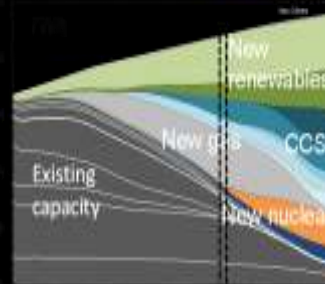
MATERIALS FOR ENERGY APPLICATIONS



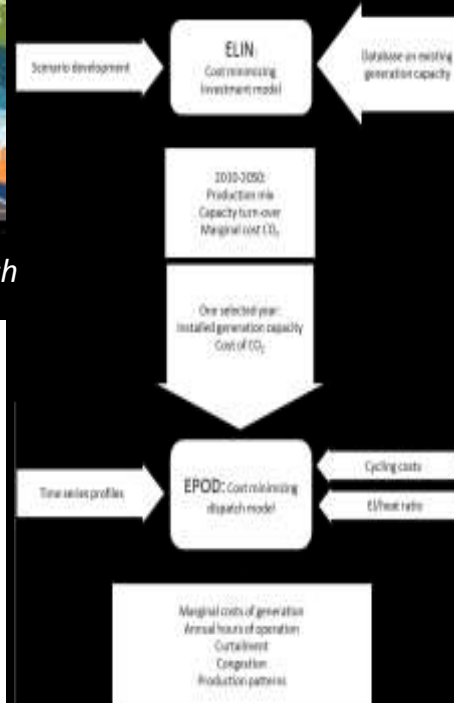
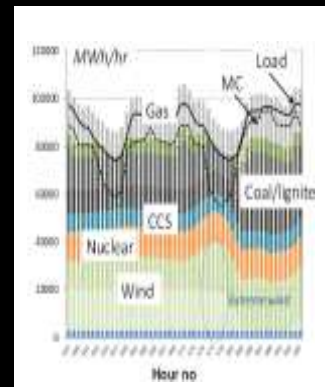
Project 11 The E39 as a renewable European electricity hub



ELIN – long-term investments



EPOD – hourly dispatch



Research into Concrete Technology

Current design methods and requirements are not verified for large scale structures or long service life, and data are lacking for binder types used today.

Three work packages to meet the needs for an improved design basis for large scale reinforced concrete structures.

Kan «kortreiste» materialer tilføres verdi ?

- Store overskudd av masser med ulik kvalitet
- Hvordan kan de gjøres gode nok for ulike formål?
- Metoder for å kunne forutse langtidsegenskaper
- Kan redusere utslipp og skåne miljøet

Project 13 Graphene feasibility and foresight study for road infrastructure

Roadmap for how graphene can be utilized for Statens Vegvesen and the E39 Coastal Highway Route initiative

Graphene-based composites

Reinforcement of concrete to increase tensile strength and ductility

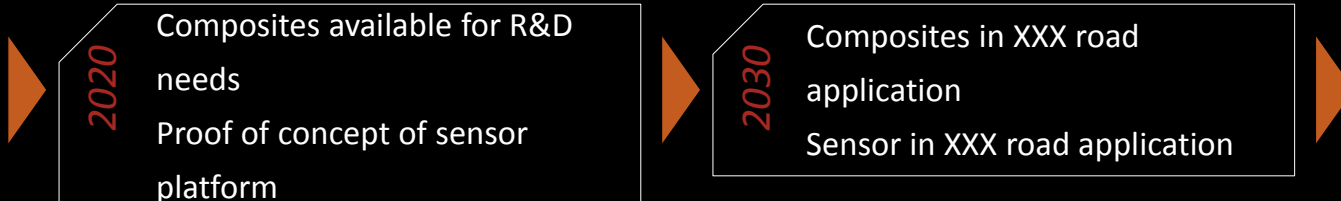
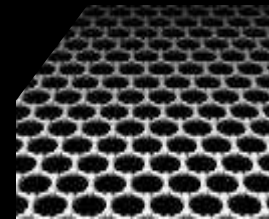
New and revolutionary structural engineering paradigms

Super capacitor based systems for inductive charging of electric vehicles

Graphene-based solar panels for production of electricity

New sensor systems and new electronics concepts

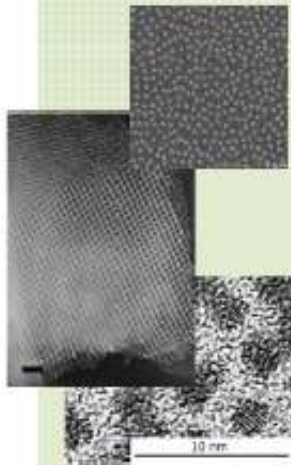
Roadmaps for ICT, and electronics exists, but for road infrastructure this will be the first



AoA Materials Science

EXPERIMENTAL METHODS

Advanced material synthesis and characterisation methods are crucial for groundbreaking materials research.



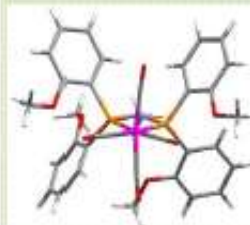
MATERIALS FOR HEALTH

Chalmers and GU provide the critical mass needed in order to be a major player in Europe for the development of the next generation of materials for medical devices.



SUSTAINABLE MATERIALS

The profile focuses on development from renewable resources, recycling and long term of materials and reduction of environmental impact through materials research.



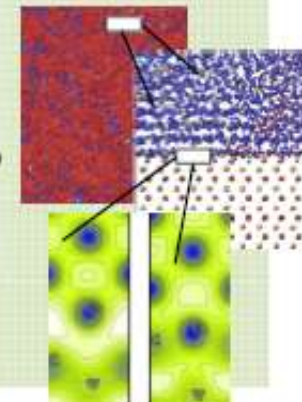
MATERIALS FOR ENERGY APPLICATIONS

Covers all aspects from material synthesis and characterization to integration of these materials into devices and targets global energy challenges



THEORY AND MODELLING

Theory is used to develop concepts and computational tools. Today these tools are highly developed, and with high-performing computers even complex materials can be accurately modelled.





Statens vegvesen
Norwegian Public Roads
Administration

3D-printing

Hvorfor skal vi frakte gods rundt om i verden når det kan printes lokalt?

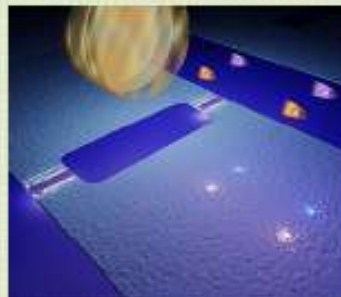


TU.no – Foto: ORV

AoA Nanoscience and Nanotechnology

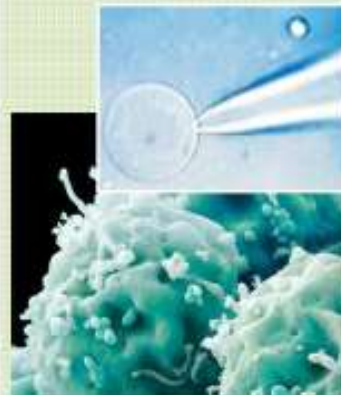
NANO FOR KNOWLEDGE

Major new discoveries and inventions are often the results of curiosity driven research where the only goal is to increase our understanding. We perform basic research in several areas, ranging from quantum devices to biomolecules.



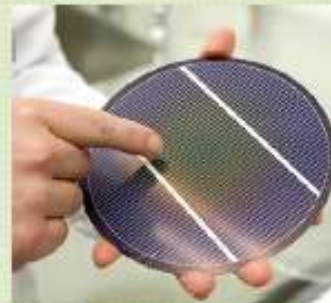
NANO FOR HEALTH

In increasing sensitivity and resolution of new analytical methods we pave the way for discoveries in pharma industry and in the health sector. We also bring fundamental molecular understanding and design as well as materials knowledge in life sciences.



NANO FOR ENERGY

Control of the nanoscale is inevitable for the systematic development of energy related materials and forms the basis for our approach to energy research.



NANO FOR ICT

Nano is already present in today's ICT solutions in increased-density and high-speed driven development (cf. Moore's law). Additionally, in Nano for ICT, new phenomena and functionalities - present only at the nanoscale - are investigated.



Project 5 Infrastructure performance viewer

Eco-design support in early design stages and for existing structures

Environmental Performance visibility

Decision support tool

State of the art environmental life cycle inventory for infrastructure materials

Basis for an economic life cycle cost assessment (LCCA)





Tid for nye begreper?

Passivveger eller Plussveger?

- «Passivveger» ?
 - Veger hvor det totale energibehovet til en veg er ca. 25 % av energibehovet av en vanlig veg. Betegnelsen passivveg kan brukes når man tar i bruk mest mulig passive tiltak for å redusere energibehovet
- «Plussveger»?
 - Veger som produserer like mye eller mer energi enn det de forbruker. Primært menes veger som er energipositive i hele sin totale levetid – fra produksjon av materialene, drift og vedlikehold gjennom hele brukstiden, til riving og resirkulering.
 - Spørsmålet er om det energibruket som vegens funksjon, dvs trafikkens energibehov over levetiden også skal dekkes inn.



Coastal Highway Route E39

Energi og CO₂-utslipp

- 1 TWt er Statens vegvesens totale strømforbruk/år
- 115 TWt er Norges totale strømforbruk/år
- E39's gjennomsnittlige årlige utslipp av CO₂ de neste 40 år vil være i størrelsesorden 1 mill CO₂ pr år
- Forventet totaltrafikk i 2040 vil kreve energimengde på 1 – 1,5 TWh/år, dersom elektrisitet eller hydrogen er drivmidlene
- Energimessig nøytralitet i et livssyklusperspektiv vil kunne være mulig



Fjordkryssinger

Stålmengder på de store E39-bruene

Dersom vi antar:

- 20 000 m – 20 km
- 10 tonn stål/m
- 200 000 tonn stål
- 10 mrd kroner ved 50 kr/kg
bearbeidet stål



Standardisering og automatisering

- Har Kina bedre granitt enn oss?
- Bedre stål enn oss?
- Vi må ta det igjen ved å være smarte, med kompetanse
- BIM bidrar (Building Information Modeling)
- Hva kreves for å kunne utvikle og forenkle byggemetodene videre?



Ferjefri E39

Et par hovedspørsmål

- Er det mulig å ta noe av produksjonen av stål tilbake til Norge ?
- Er det noe vi bidra kan bidra med ?
 - Automatisering
 - Robotisering
 - Standardisering av tverrsnitt
 - Skreddersøm har alltid kostet



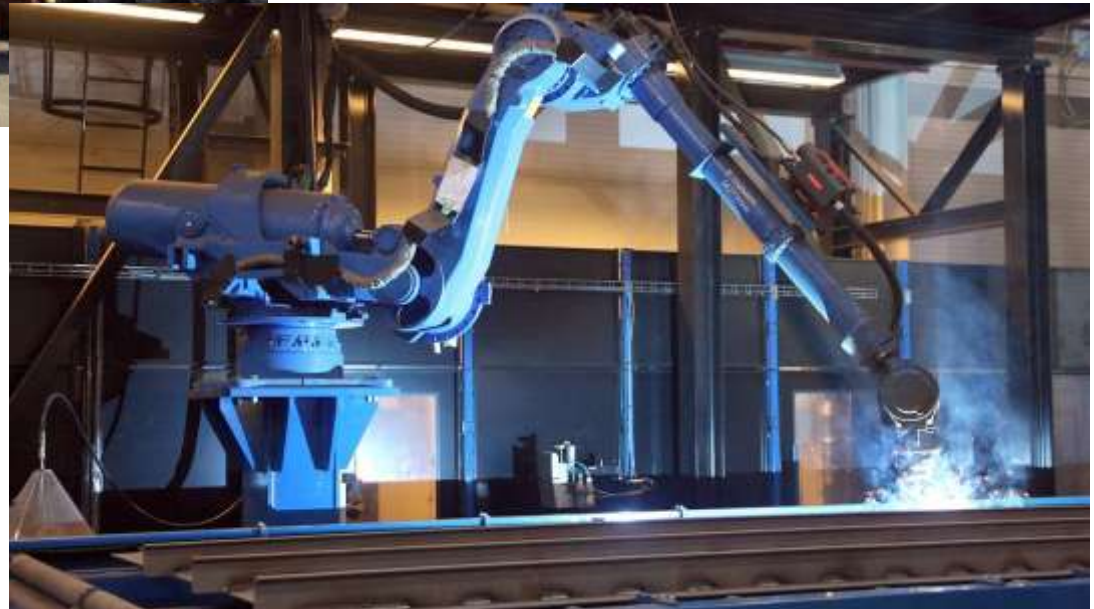
Statens vegvesen
Norwegian Public Roads
Administration

Kleven Maritime Ulsteinvik



Sveiseroboter

- Lavere kostnad
- Bedre og jevnere kvalitet
- Mindre kontrollapparat
- Mindre utslipp til frakt av ferdige konstruksjoner





Ferjefri E39

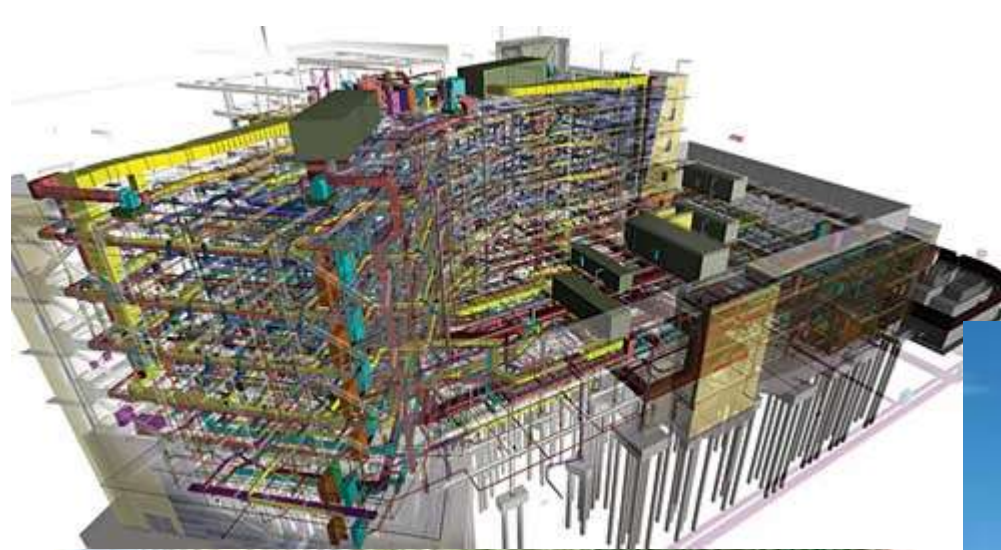
Automatisering – robotisering

- Egen gruppe vil definere innhold i mulige pilotprosjekt
 - NTNU
 - Chalmers
 - Industrikyndig
 - Statens vegvesen

Mulighetene er mange!



Statens vegvesen
Norwegian Public Roads
Administration



E6 Dovrebanen



04.11.2014

et,

PRA