



## Forskningscentre for miljøvennlig energi:

**ZEB** – Zero Emission Buildings. 2009-2016. [www.zeb.no](http://www.zeb.no)

**ZEN** – Zero Emission Neighbourhoods. 2017-2024. [fmezen.no](http://fmezen.no)

## Senter for forskningsdrevet innovasjon:

**Klima 2050**. 2015-2022. [www.klima2050.no](http://www.klima2050.no)

# Klimarisiko

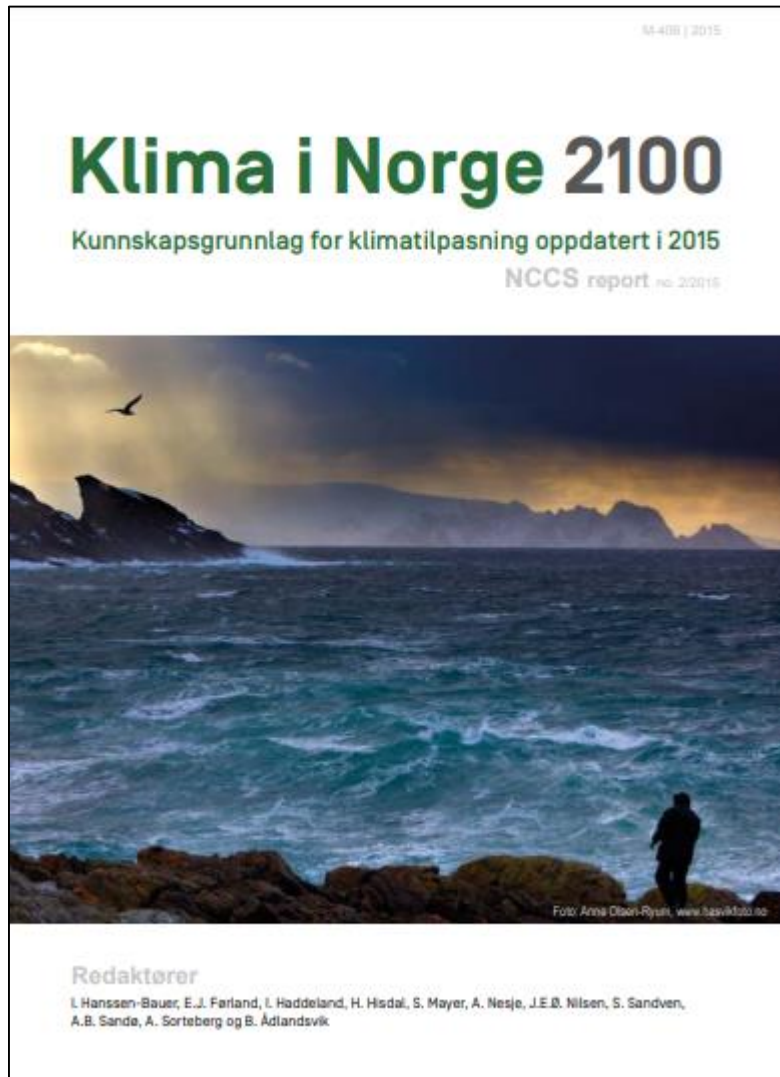


**Fysisk risiko:** Kostnader knyttet til fysisk skade som følge av klimaendringer.

**Overgangsrisiko:** Økonomisk risiko knyttet til overgangen til lavutslippssamfunnet.

- politikk og reguleringer
- teknologi, marked
- omdømme

**Ansvarsrisiko:** Erstatningskrav knyttet til beslutninger eller mangel på beslutninger.

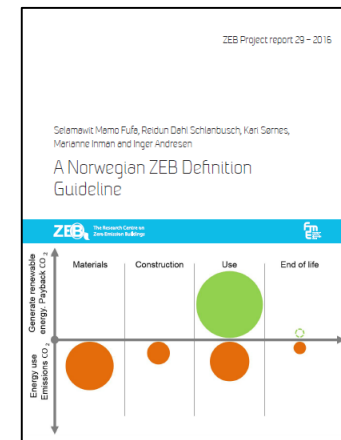
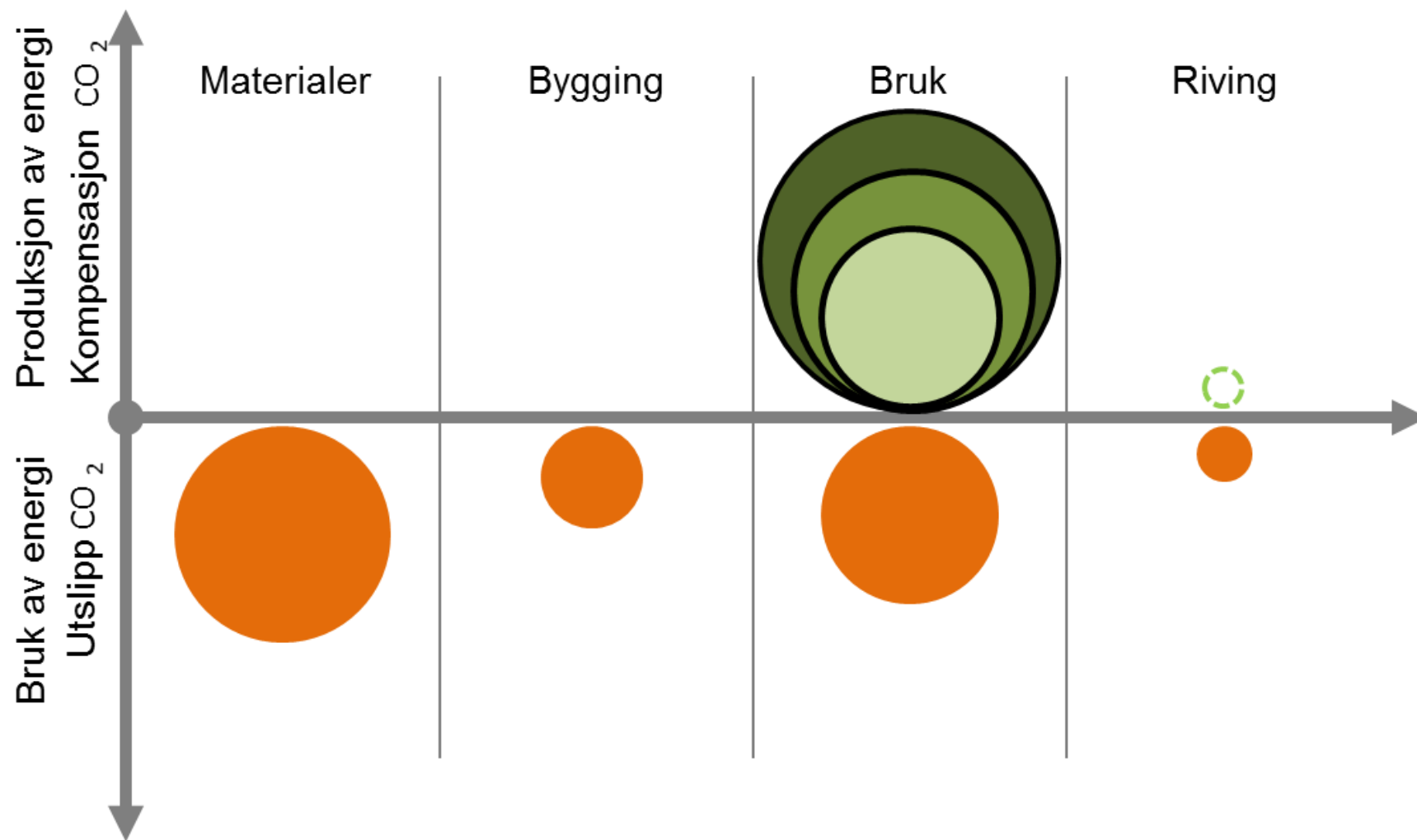


- Årstemperatur: Økning på ca. 4,5 °C
- Årsnedbør: Økning på ca. 18 %
- Styrregnepisodene blir kraftigere og vil forekomme hyppigere
- Regnflommene blir større og kommer oftere
- I lavtliggende områder vil snøen bli nesten borte i mange år
- Havnivået øker med mellom 15 og 55 cm avhengig av lokalitet

# Hva er et nullutslippsbygg?

Et nullutslippsbygg er et bygg som gjennom sin levetid kompensere for alle klimagassutslipp knyttet til produksjon, oppføring og drift

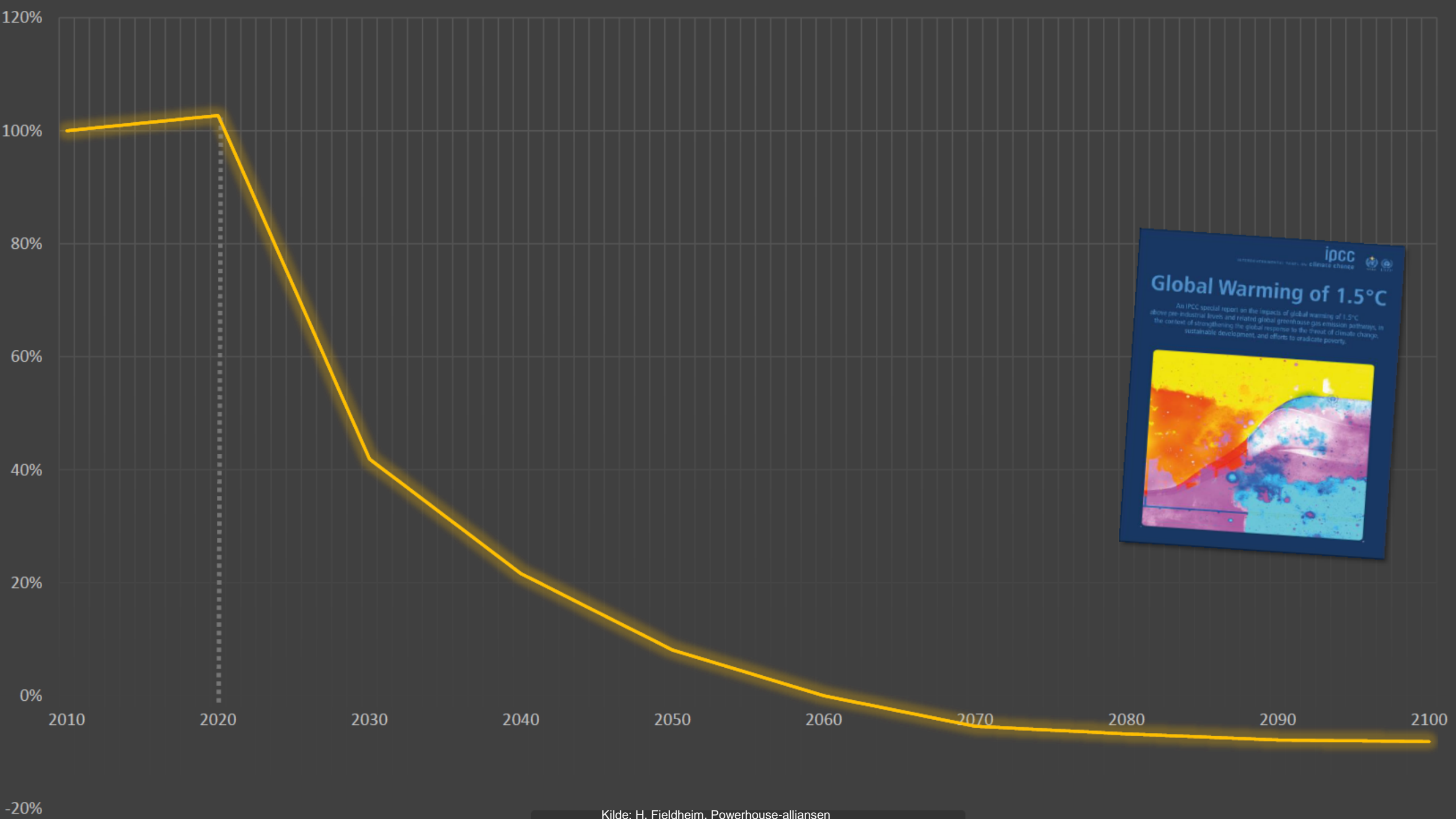


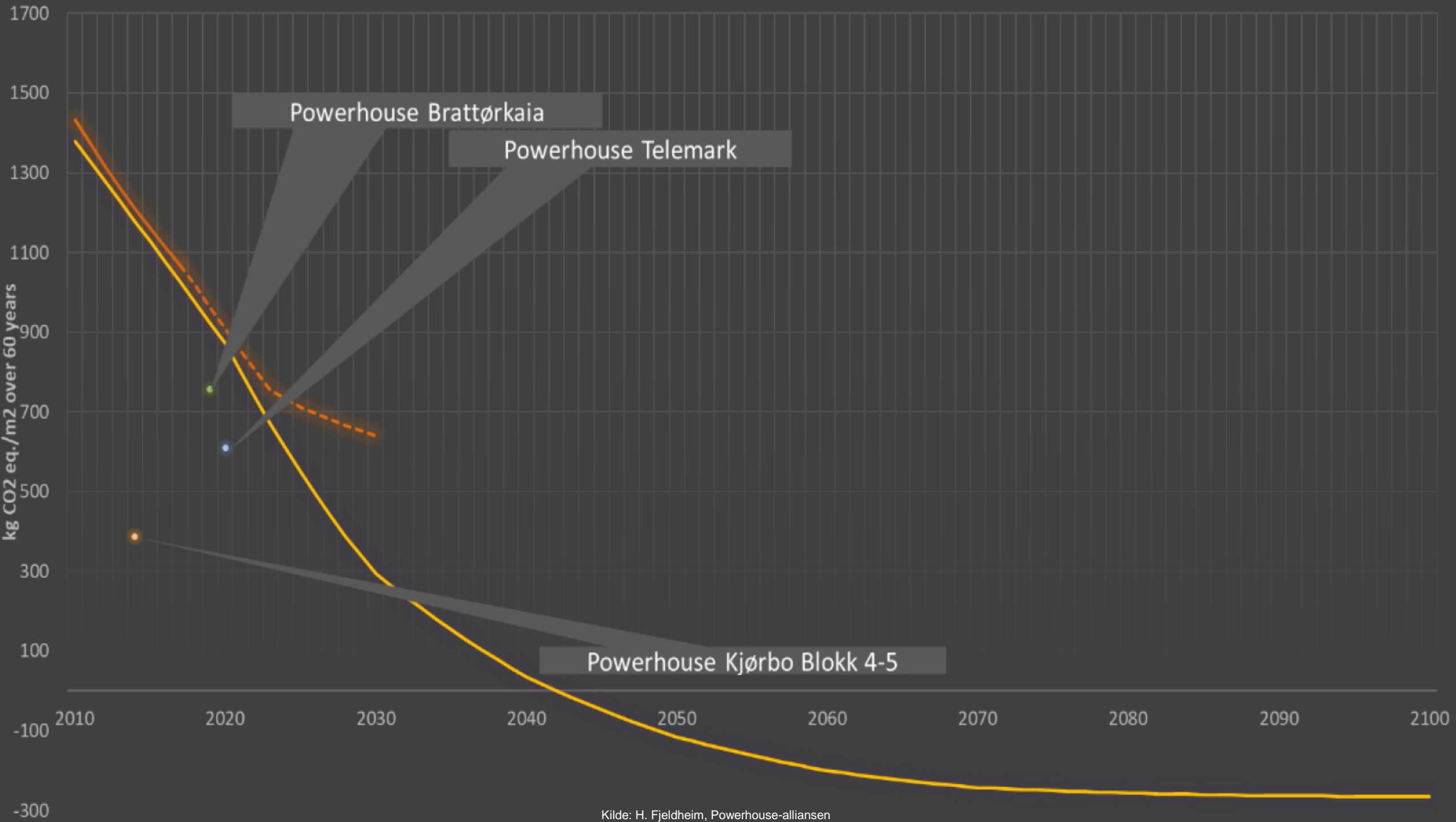


# ZEB og klimarisiko

– hva er sammenhengen?







# ZEB og klimarisiko

– hvilke løsninger gir minst klimarisiko?

# Hvilke løsninger gir minst klimarisiko?

- 1) Løsninger med lavest **karbonfotavtrykk** har minst klimarisiko!
- 2) Løsninger som er mest mulig **motstandsdyktige** mot endret klimapåkjenning har minst klimarisiko!
- 3) Løsninger som er mest mulig **tilpasningsdyktige** til fremtidige krav (marked, reguleringer), bruk og klimapåkjenninger har minst klimarisiko!

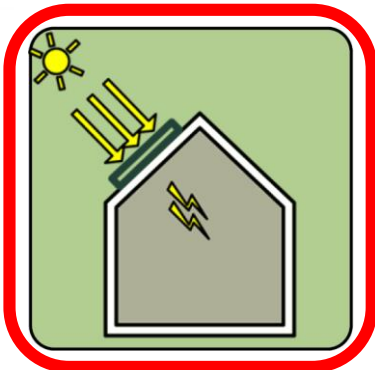
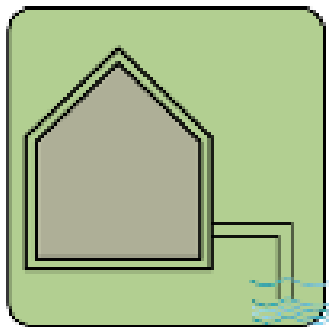
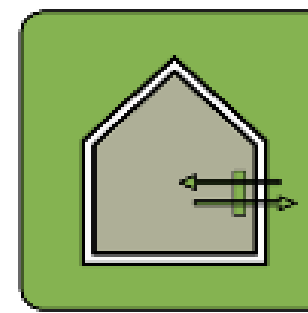
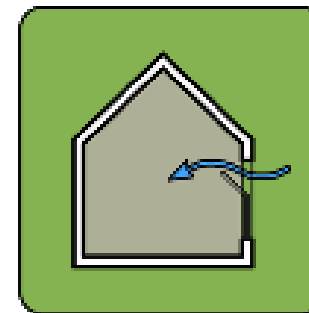
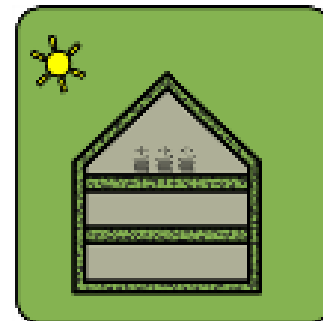
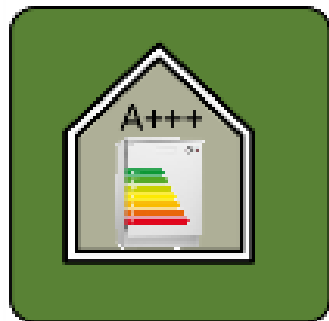
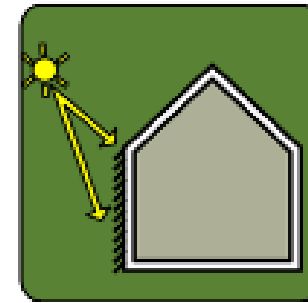
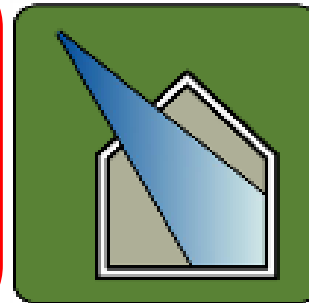
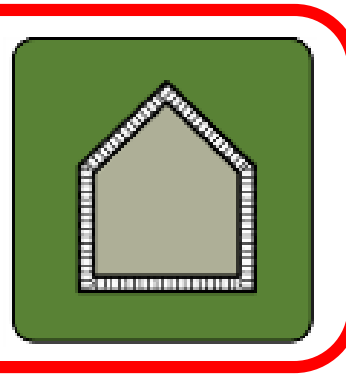
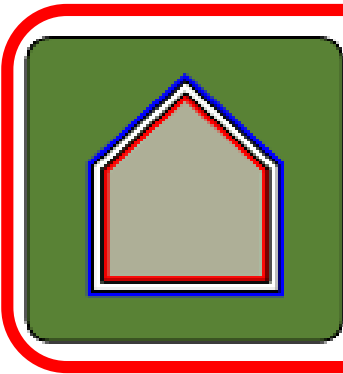
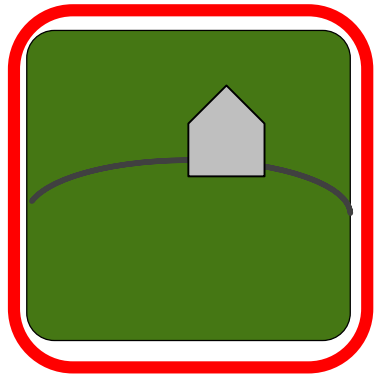
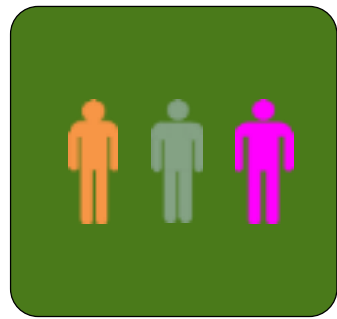
# 9 ZEB pilot-prosjekter



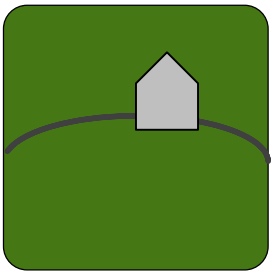
# ZEB - strategier og løsninger

- Reduser behovet for energi og materialer
- Benytt materialer og løsninger med lave utslipp (i produksjon og bruk)
- Produser fornybar energi for å dekke egen energibruk og betale tilbake for materialbruken



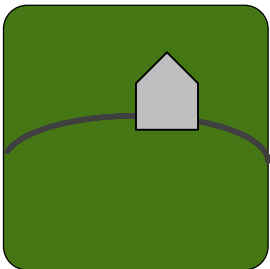


Kilde: 'ZEB-boka', Fagbokforlaget 2018



# Plassering, orientering og form





# Plassering, orientering og form

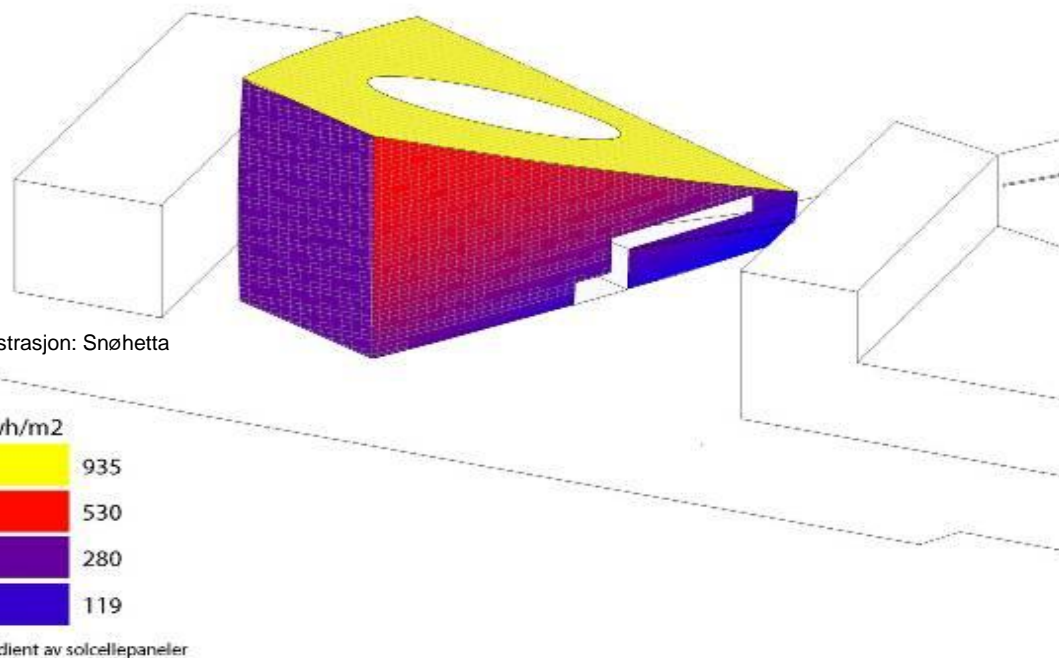


Foto: Klungland

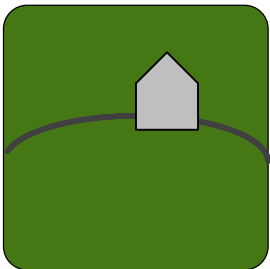
*For ZEB-laboratoriet blir taket en stor, tett og meget glatt overflate som under kraftige regnskyll vil føre store mengder vann i høy fart ned langs taket mot raften.*

*En utvendig takrenne, tilstrekkelig stor nok til å fange alt vannet, vil skygge for solceller i øvre del av fasaden og dermed redusere energiproduksjon.*

*Løsningen blir en innvendig takrenne som er integrert i takflaten. For å optimalisere solcellearealet og for å påse at det arkitektoniske uttrykket blir bevart, har vi utforsket hvor smal takrenneåpning kan være før den ikke klarer å fange takvannet.*

<http://www.klima2050.no/bipv-takrenne>





## Plassering, orientering og form

Reduksjon av  
karbonfotavtrykk i  
drift.

Kompakt og enkel  
form er mer fuktsikker

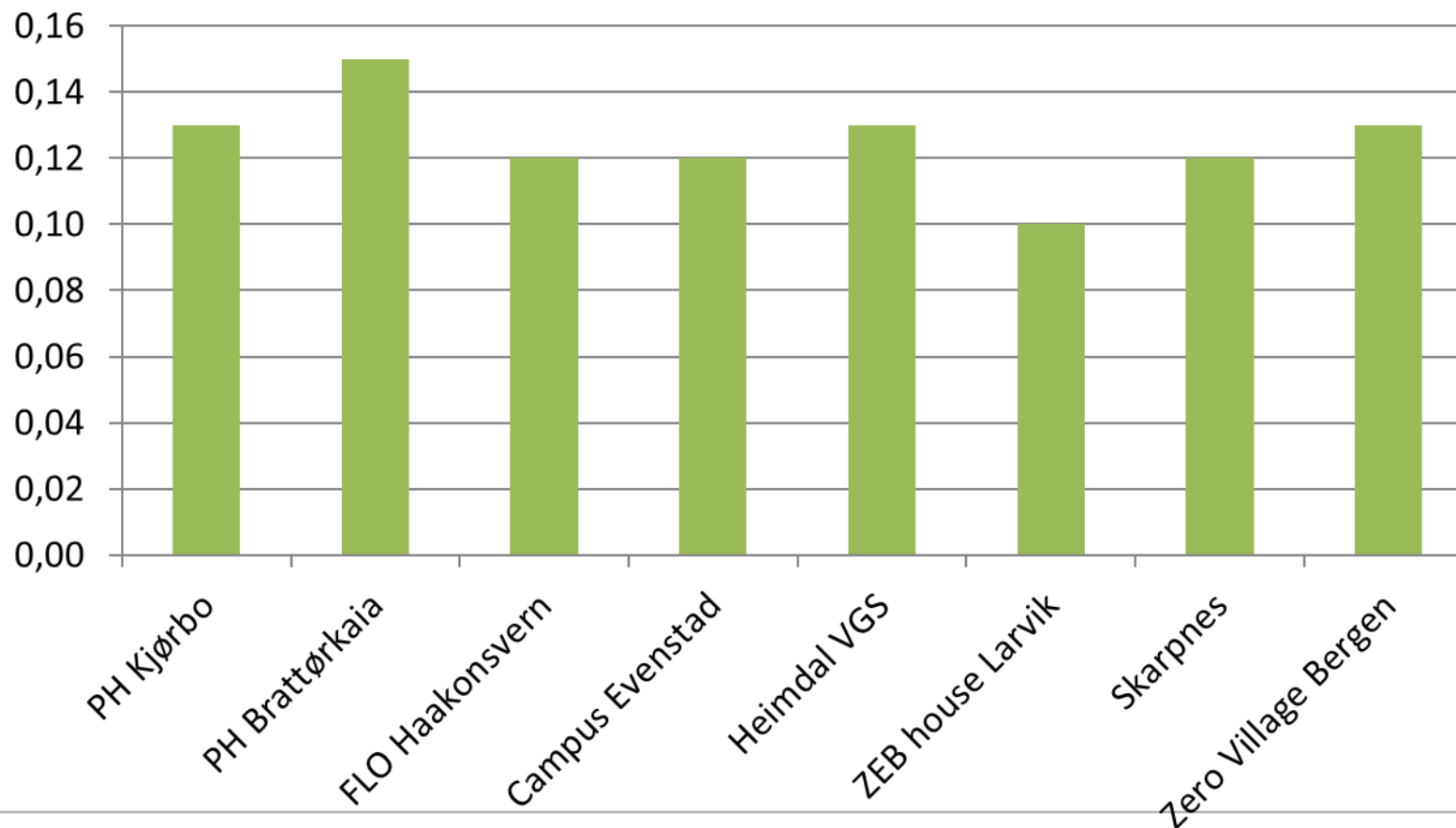
Kan gi overoppheting  
når det er varmt ute

Store takflater som  
samler mye vann



# Mer varmeisolering og bedre tetting

U-verdi yttervegger  $W/(m^2K)$



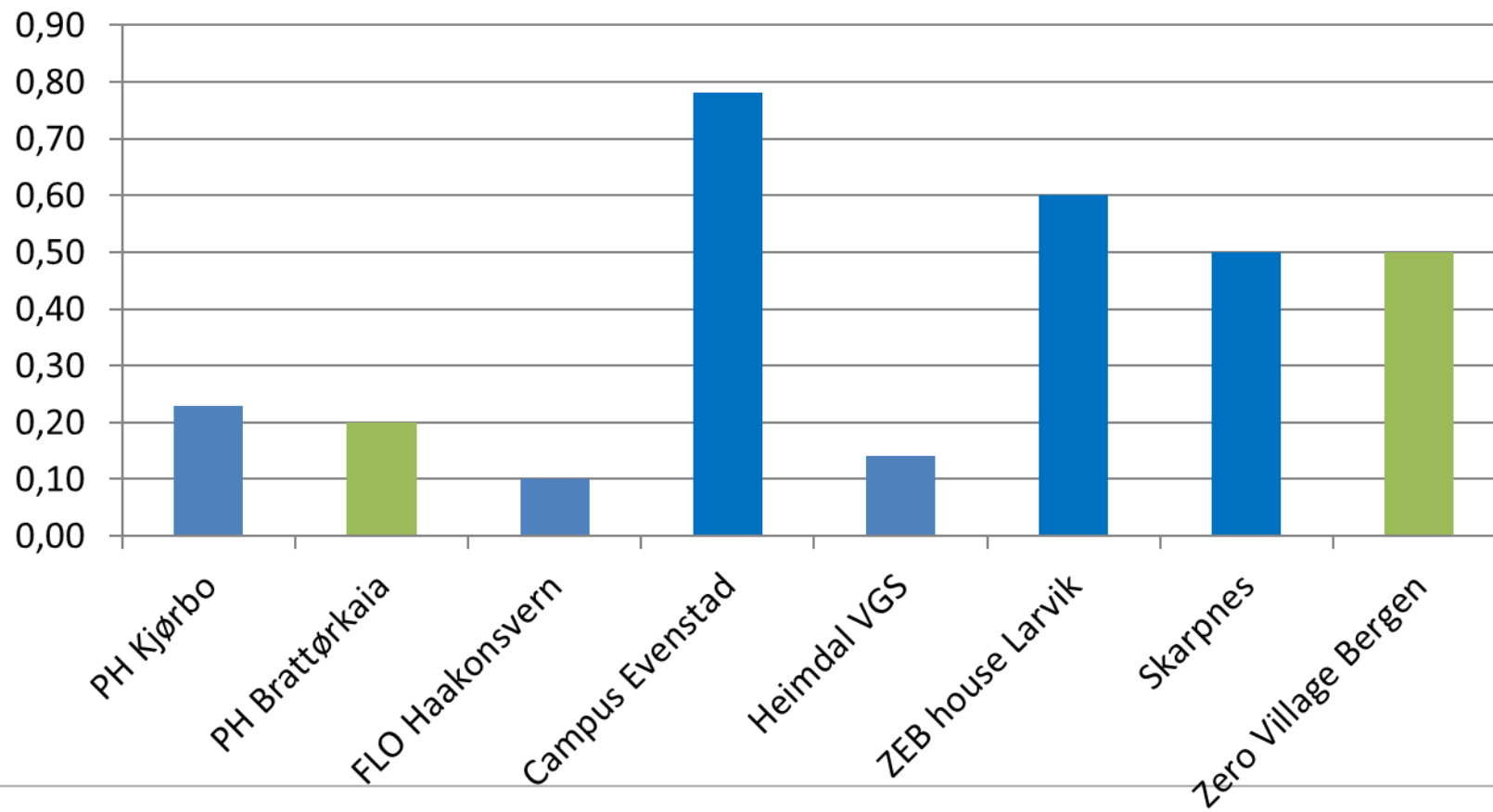


# Mer varmeisolering og bedre tetting

Lekkasjetall  $n_{50}$

blå = målt

grønn = prosjektert





# Mer varmeisolerering og bedre tetting

SINTEF Byggeforsk

STIG GEVING OG JONAS HOLME

## Høyisolerte konstruksjoner og fukt

Analyse av fukttekniske konsekvenser av økt isolasjonstykkelse i yttervegger, tak, kryperom og kalde loft

Prosjektrapport 53 2010



The graph plots Relative Humidity (RH) on the left y-axis (0-100%) and Temperature (T) on the right y-axis (0-20°C) against Time (Tid) on the x-axis (0-12 hours). Four data series are shown: RH 100 mm (red), RH 200 mm (green), RH 400 mm (blue), and Temp 400 mm (black). The RH 100 mm series shows the highest peaks, while the RH 400 mm series shows the lowest peaks, indicating that higher insulation reduces relative humidity peaks.

SINTEF

SINTEF Byggeforsk

ROBUST

PETER BLOM OG SIVERT UVSLØKK

## Bygg tett! – og ventiler rett!

Prosjektrapport 98 2012



The diagram illustrates a roof cross-section with labels: 'Luft, ufiltrert skivene' (unfiltered air between rafters), 'Dempepunkt under tak' (sound-dampening point under roof), 'Takk' (rafter), and 'Underlaget legges surtt/taustykkert og børstet med tappelakk' (substrate is laid damp/dry and brushed with primer). Two smaller diagrams show 'Sjokkoppsett med anlegg' (shock absorber with installation) and 'Kjølekket sjokkoppsett med anlegg' (leaky shock absorber with installation).

SINTEF

*Climate change is expected to manifest in the form of higher temperatures, which will increase cooling demand and reduce heating demand. This has been a focus in the majority of the examined literature.*

Kilde: A E Stagrum, T Kvande, A Engebø, E Andenæs, J Lohne (2019):  
Climate implication and adaptation measures for energy use in buildings – a scoping review.



## Mer varmeisolerering og bedre tetting

Lavere  
karbonfotavtrykk i  
drift.

Mindre fare for  
fuktinntrenging.

Høyere termisk  
komfort når det er  
kaldt ute.

Kan gi overoppvarming  
når det er varmt ute

Høyere  
karbonfotavtrykk fra  
materialbruk

Lengre uttørkingstid  
for konstruksjoner





# Materialbruk



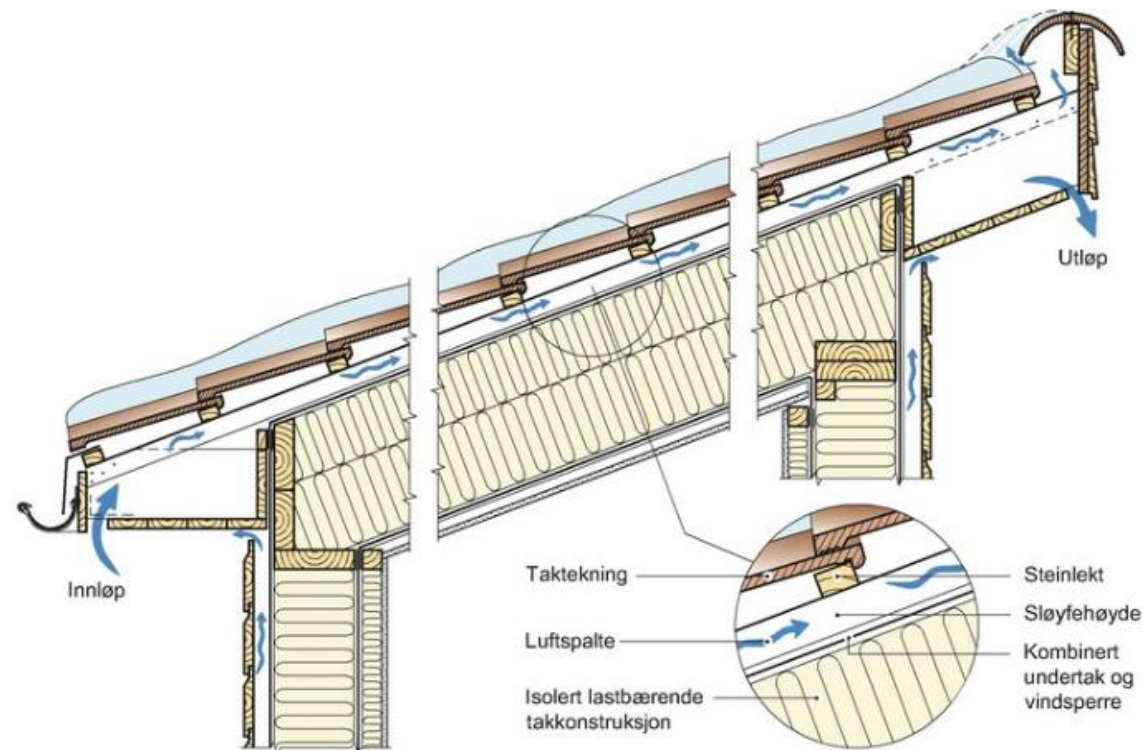
Fasade på Powerhouse Kjørbo, Sandvika



Nytt administrasjonsbygg på Campus Evenstad. Foto: Statsbygg

# Reviderte retningslinjer for store tretak

- Bruk konveksjonssperre når isolasjonstykkelsen er større enn 200 mm
- Avrunda taksteinlekter kan brukes for å øke strømmingen i luftespalten.
- For tak med lengde på 30 m er det behov for en luftspalte på 225 mm



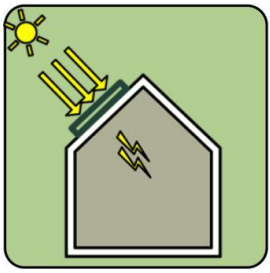


## Mer bruk av tre

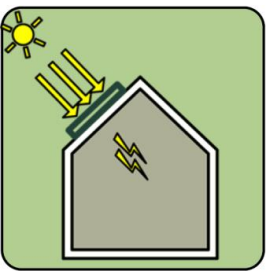
Lavere  
karbonfotavtrykk til  
fremstilling  
Mindre kuldebroer

Lite termisk masse -  
kan gi overoppvarming

Høyere fuktrisiko



# Fornybar energi - elektrisk



# Fornybar energi - elektrisk

## Prosjekt

Powerhouse Kjørbo

Powerhouse Brattørkaia

FLO Haakonsvern

Campus Evenstad

Heimdal VGS

ZEB House Larvik

Skarpnes

Zero Village Bergen

## Systemer

Solceller

Solceller

Solceller

CHP system basert på gasifisering av flis

Solceller + CHP biogass

Solceller

Solceller

Solceller (+CHP?)

Solcellepaneler integrert i  
taktekking, Eneboliger på  
Skarpnes ved Arendal



ZEB-bolig Larvik  
(Multikomfort)

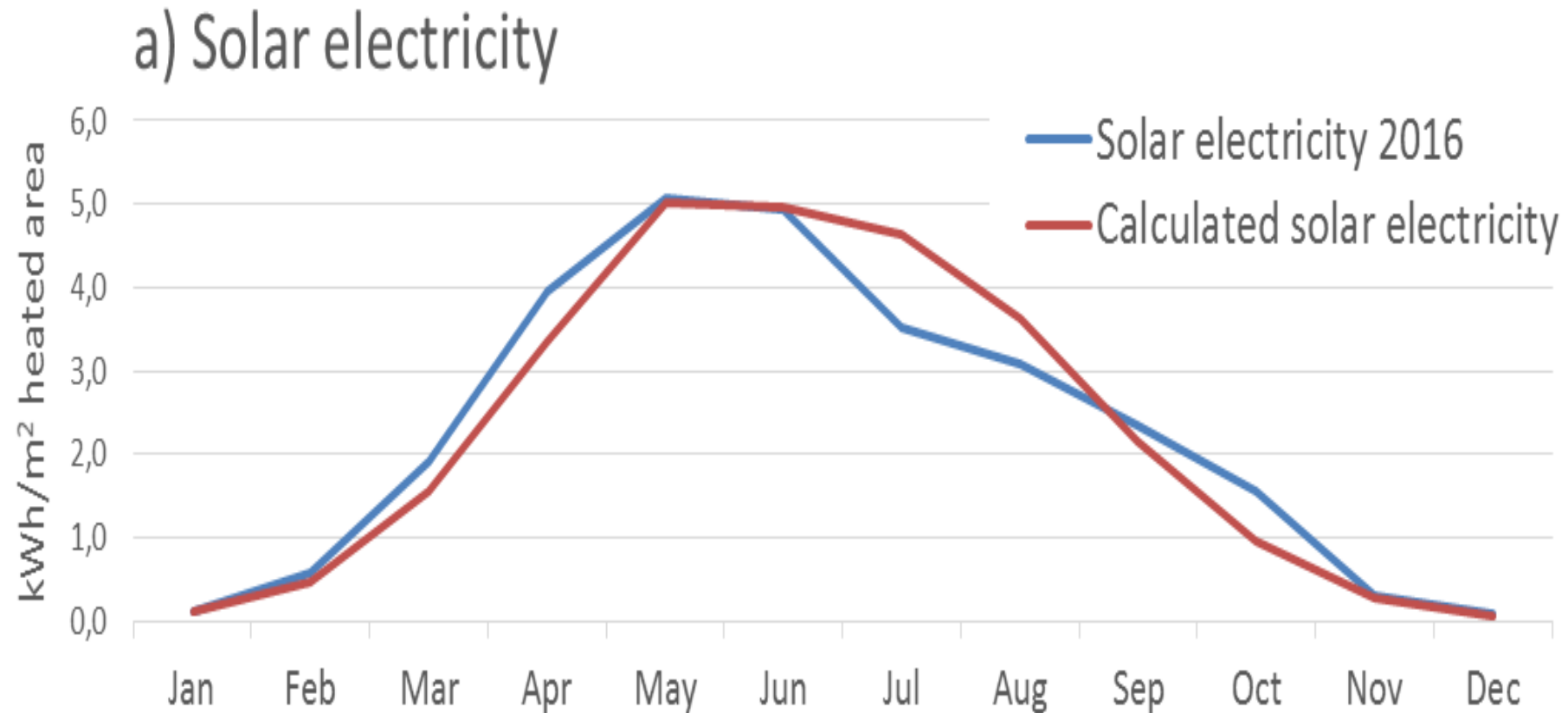


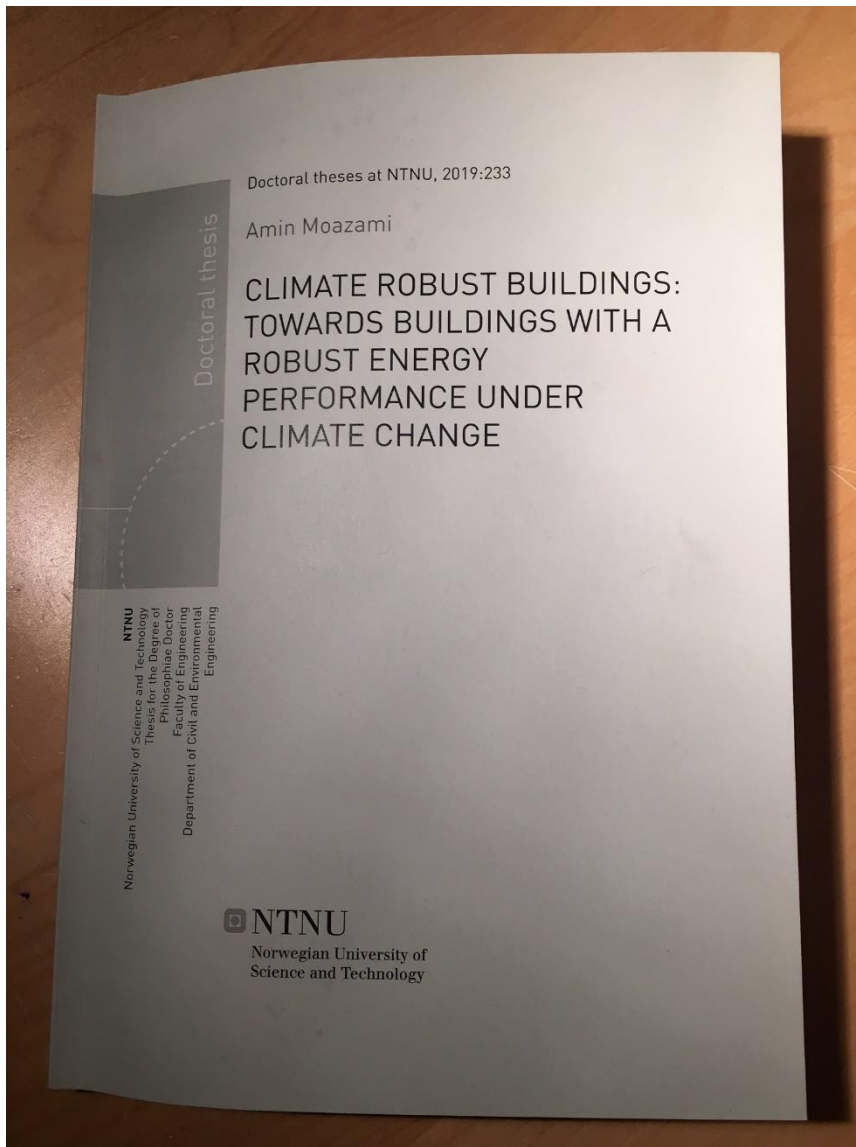
Solcellepaneler plassert  
på tak, Visund,  
Haakonsvern





# Visund, Haakonsvern: målt vs beregnet solstrømproduksjon

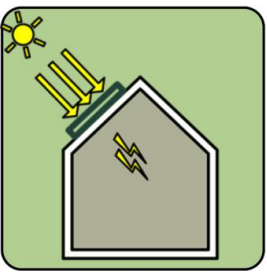




## PhD NTNU august 2019:

Anbefaler å bruke 3 sett med værdata:

- 1) gjennomsnittlig
- 2) 'ekstrem varmt'
- 3) 'ekstrem kaldt'



# Solceller

Enkle å skifte

Robuste – leverer

Stadig mer effektive

Mindre snø

Innmating til nett?

Batterier?

Grønne tak?

Sterkere vind

Fremtidig  
solinnstråling?

# Oppsummering

Nullutslippsløsninger gir **mindre** klimarisiko!

- Mer fokus på **robusthet** og **tilpasningsdyktighet**
  - ✓ Mer omtanke mht design og detaljering
- **Scenarie**-planlegging med usikkerhet

# KLIMATILPASSET BYGNING

Anvisning for anskaffelse i  
plan- og byggeprosessen

Edvard Sivertsen, Kristin Elvebakk,  
Tore Kvande og Berit Time



KLIMA  
2050

## Sjekkliste for anbudsbeskrivelser

### Fase: Idé/skisse-prosjekt

Fokus	ID	Sjekkpunkt for klimatilpasning	Merk hovedansvarlig og aktuell fagrådgiver/drift								Verktøy/referanser			
Område	6	Beskriv tomt og omkringliggende elementer som må hensyntas (resipienter, infrastruktur, bebyggelse, flomveger, kvikkleire, fare for vannutløste skred, erosjonssikring, overflatestabilitet, grunnvannstand)	Byggherre	PGL	LARK	ARK	RIB	RIByFy	RIMiljø	RIVA	RIGeo	Entreprenør	Drift	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Åpne flomveger i bebygde områder, Norsk Vann Rapport, 204, 2014</li> <li>• Evt. geotekniske rapporter som beskriver skredfare</li> </ul>
	7	Plassering og orientering av bygninger og tilhørende utearealer (vindpåkjenning, soloppvarming, vannveier, snøskjerming, tørke/brannfare)	Byggherre	PGL	LARK	ARK	RIB	RIByFy	RIMiljø	RIVA	RIGeo	Entreprenør	Drift	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meterologiske data</li> <li>• Norsk Klimaservicesenter og <a href="http://www.met.no">www.met.no</a></li> </ul>

# Welcome to the first Nordic conference on Zero Emission and Plus Energy Buildings

The conference presents state-of-the-art research and practical solutions that pave the way towards a low carbon built environment, with a focus on Nordic countries.



1st Nordic ZEB+ registration

i

## Time & place

**1st Nordic ZEB+**

**6 - 7 November 2019**

**Clarion Hotel Trondheim**

Address:

Brattørkaia 1, 7010 Trondheim, Norway



1st Nordic ZEB+



Påmelding på: [www.ntnu.edu/nordic-zeb-2019](http://www.ntnu.edu/nordic-zeb-2019)