



Klimatilpassede bygninger og infrastruktur

Byggteknikk, 25. mars 2019

Erlend Andenæs

2017

Drukner i arbeid etter storflommen

Takst- og saneringsselskaper kommer ikke ajour med arbeidet etter storflommen i Sør-Norge i forrige uke. Nå hentes fagfolk fra hele landet inn for å bistå.



Takstmenn og selskaper som skal renovere etter flom har mye å gjøre.
FOTO: ODD RØMTELAND / NRK

2016



Bakgrunn - mer nedbør, oftere og mer intenst



Illustrasjonsfoto: Svanhild Ringheim / NTB scanpix

Fare for flom og skred på Vestlandet

Hovedutfordringen

- Det blir varmere
- Det blir våtere
- Nedbøren kommer oftere som styrtregn (intens nedbør over kort tid)

M-406 | 2015

Klima i Norge 2100

Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015

NCCS report no. 2/2015



Foto: Anne Olsen-Ryum, www.havvikfoto.no

Redaktører

I. Hanssen-Bauer, E.J. Ferland, I. Haddeland, H. Hisdal, S. Mayer, A. Nesje, J.E.Ø. Nilsen, S. Sandven, A.B. Sande, A. Sorteberg og B. Ådlandsvik

Ekstrem nedbør



EKSTREMT: I et område vest for Kristiansand sentrum falt det fra 140 til 160 mm nedbør i løpet av noen ettermiddagstimer fredag. Her på riksvei 9 ved Grim. Foto: Schrøder, Tor Erik / NTB scanpix

Fra VG.no

- Store mengder på kort tid
- Veldig lokal (celle)
- Veldig vanskelig å varsle

Eksempel Trondheim



Målestasjoner



Hvem har skylda? Hvem skal ta regningen?



- Lokalavisa for Asker og Bærum
- Budstikka, 9. januar 2017

Forsikring?

Gunnar har fått vann inn i kjelleren 5 ganger på 10 år



Gjensidige anker: Vil ikke betale for flomskadd hus to ganger



Hovedmål: Klima 2050 vil redusere samfunnsrisiko som følge av klimaendringer med sterkere og hyppigere nedbør og skredhendelser.



© SINTEF Byggforsk



Hva er Klima 2050?

- Forskningsprosjekt, 2015 - 2023
- Organiseres av SINTEF Byggforsk
- 20 samarbeidspartnere
- Budsjett: ~ 220 mill NOK
 - Ca. 45 % fra Forskningsrådet
 - Ca. 25 % fra privat sektor
 - Ca. 30 % fra offentlig sektor
- Ansetter 15 PhD-studenter/Post.docs
- Ønsker å samarbeide om minst 50 masteroppgaver
- 20 - 30 professorer og forskere fra NTNU, NGI, BI, met.no og SINTEF er aktivt involverte

Partnere i Klima 2050

CONSORTIUM

Private sector

SKANSKA

MESTERHUS
- det blir som avtalt

Multiconsult

Finans Norge

SKJÆVELAND
GRUPPEN

NORGESHUS

Leca

isola

powel

Public sector



Statens vegvesen



NVE

AVINOR

Jernbane-
direktoratet

STATSBYGG

TRONDHEIM KOMMUNE

Research & education

SINTEF

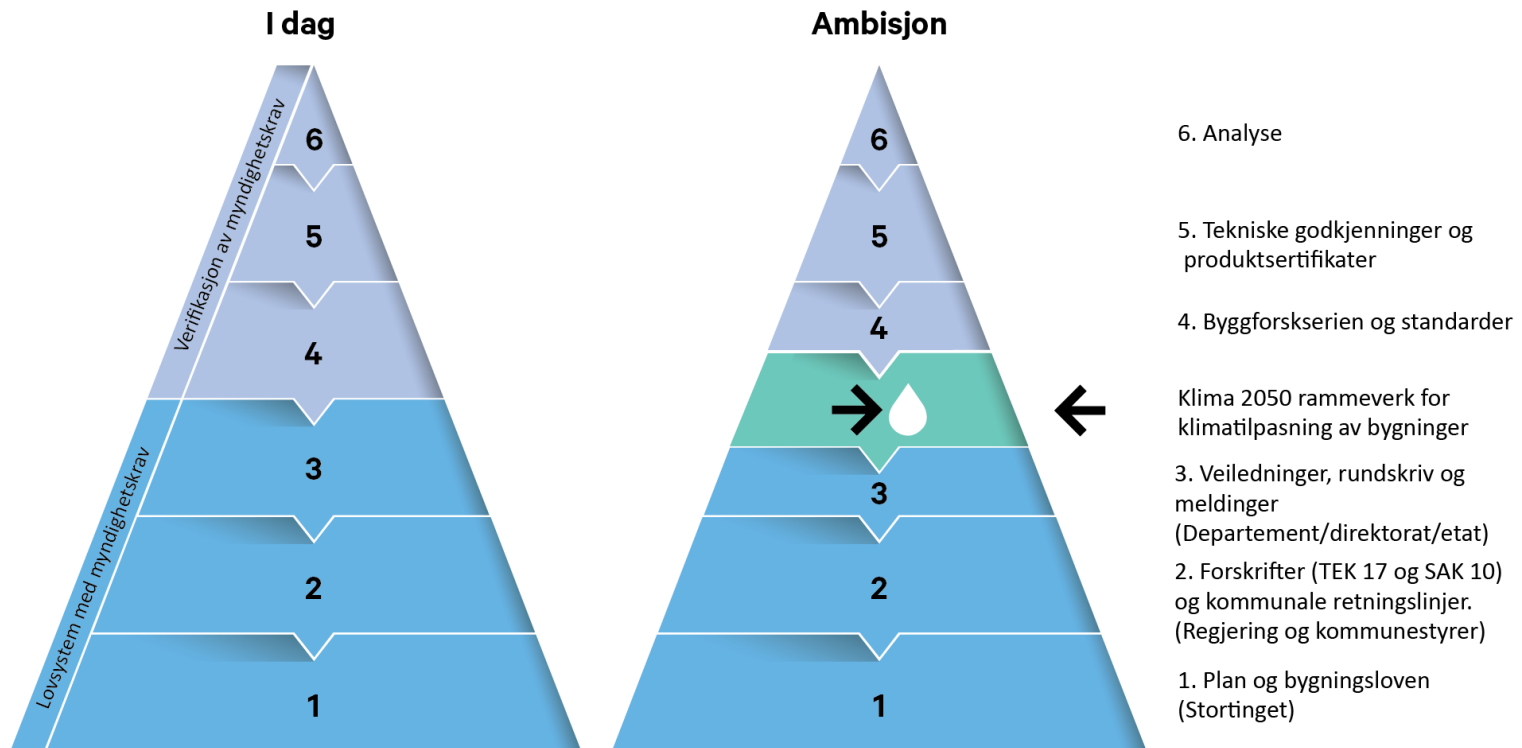
BI

NTNU

Meteorologisk
institutt

NGI

Hvor passer Klima 2050 inn i rammeverket?



Forskningsfelt: Klimatilpassede tak



TAR TAK. Masterstudent Espen Hansen (til venstre) og PHD-kandidat Lars Gullbrekken forsker på luftstrømninger i skrå tretak.

Tar tak i mulighetene for tretak

En spesialbygget prøve-
rigg hos SINTEF Byggeforsk
skal gi svarene på hvilke
løsninger som finnes for
lufting og uttørring av
skrå tretak i møte med
nytt klima, nye materialer
og nye arkitektoniske
ønsker.

Sindre Sverdrup Strand

svar og retningslinjer for hva som
er mulig når man bygger tretak i
Norge.

– Dagens anbefalinger er for lite
nyanserte og konkrete. Målingene
vi gjør her, kan danne et grunnlag
for forenklete og forbedrede mod-
eller, sier Lars Gullbrekken.

– Vi ser at flere ønsker seg
lengre tak og flattere tak bygd i tre.
Dagens anvisninger for lufting
gjelder for skrå tak med taklengder
opp til 7,5 meter, men vi vil gjøre

Forsker seg frem til nye taknormer

2050 ønsker å utvikle mer op-
timale anvisninger for lufting av
store takflater, spesielt sett i lys av
klimautviklingen.

– Det vi har funnet er at man
opplever et tydelig trykktap i taket
ved bruk av forskjellige løsninger,
forteller Espen Hansen.

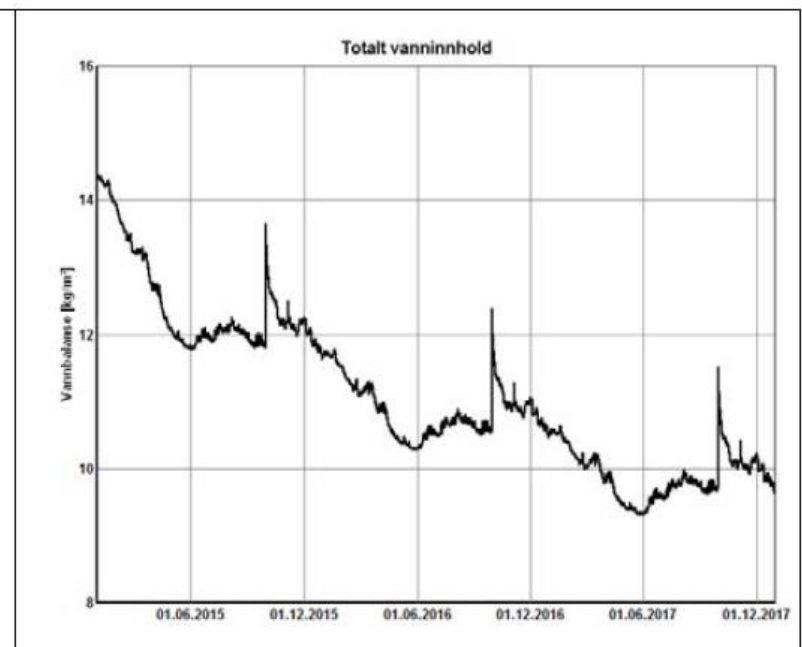
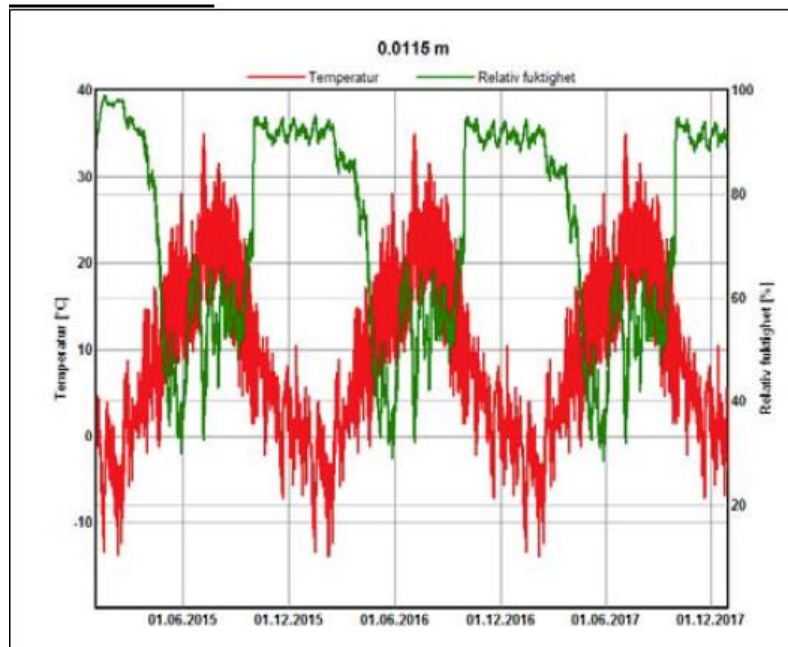


Langvarig gråvær – mindre dramatisk?

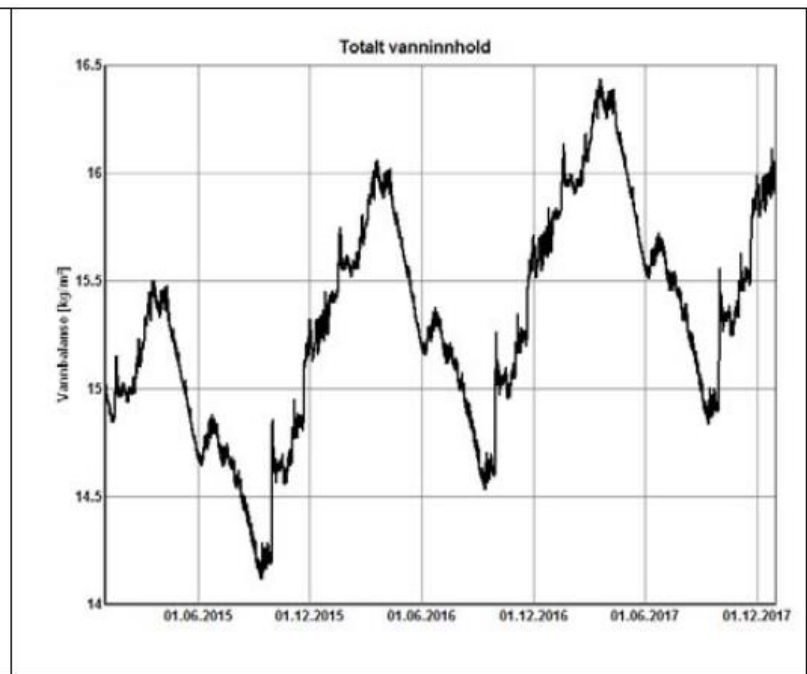
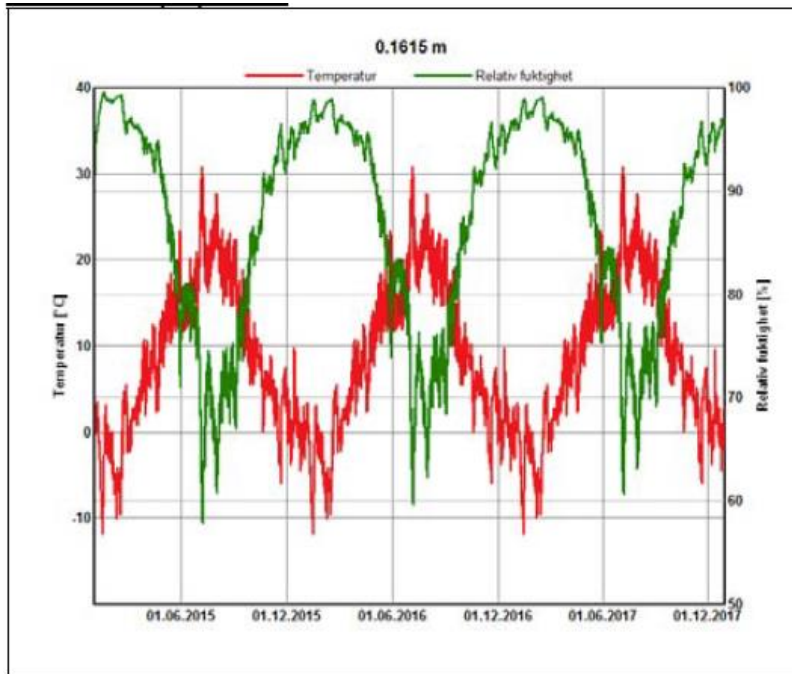


Fra Adressa.no

Konstruksjoner fuktes opp om høsten, tørker ut om våren



Lengre fuktsesong, kortere tørkesesong...



Hvorfor er dette så viktig?

Fukt



Men hva skjer når det blir mer varmt og fuktig?

→ ...joda, da kommer soppen

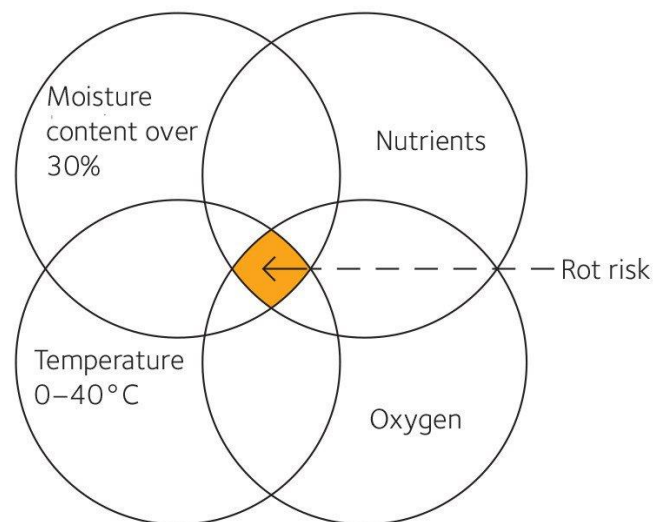


Fukt i treverk

- Næring + fukt + varme + tid = soppvekst

Dette gjelder både treverk og matvarer, klær, osv.

Rot risk



The risk of rot occurs when various factors coincide.

Figur: Swedish Wood

Fukt i bygninger

- Treverk + fukt + varme + tid = soppvekst



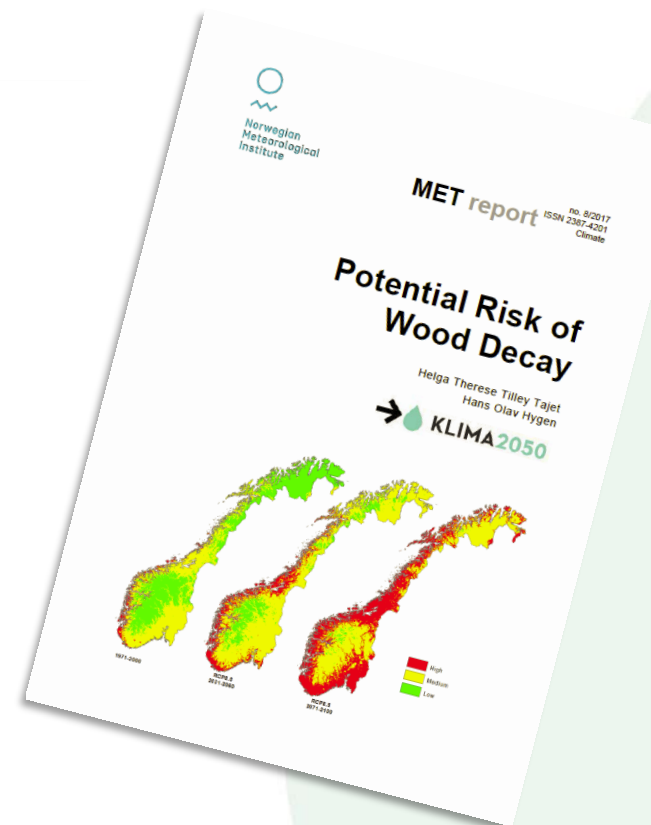
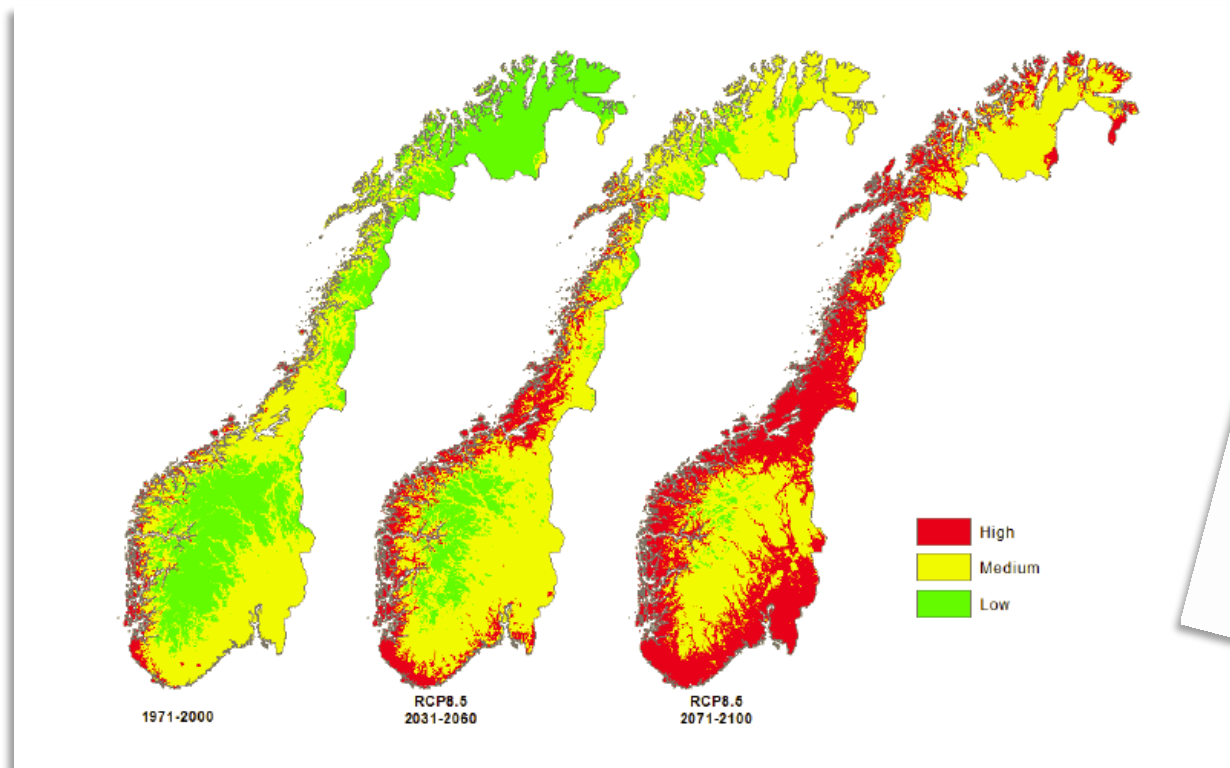
Todelt strategi: hold vannet ute, og få vannet ut.

→ Treverk kan vare lenge

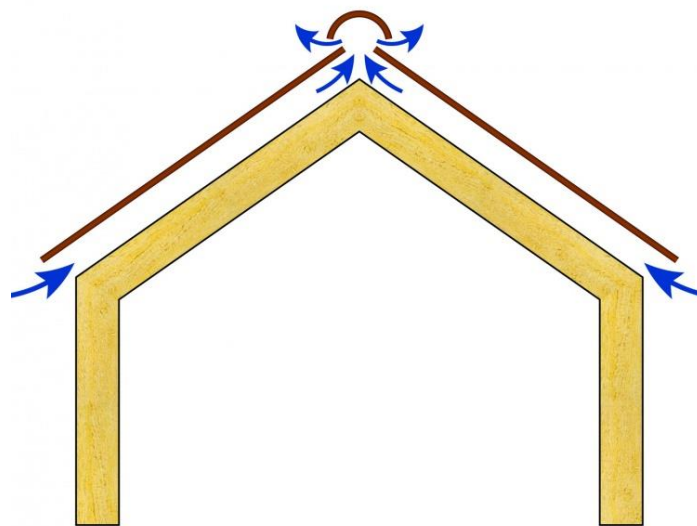


«Svenskhuset» på Svalbard – ubehandlet tre som har stått siden 1864.

Men hva skjer når det blir mildere og fuktigere?

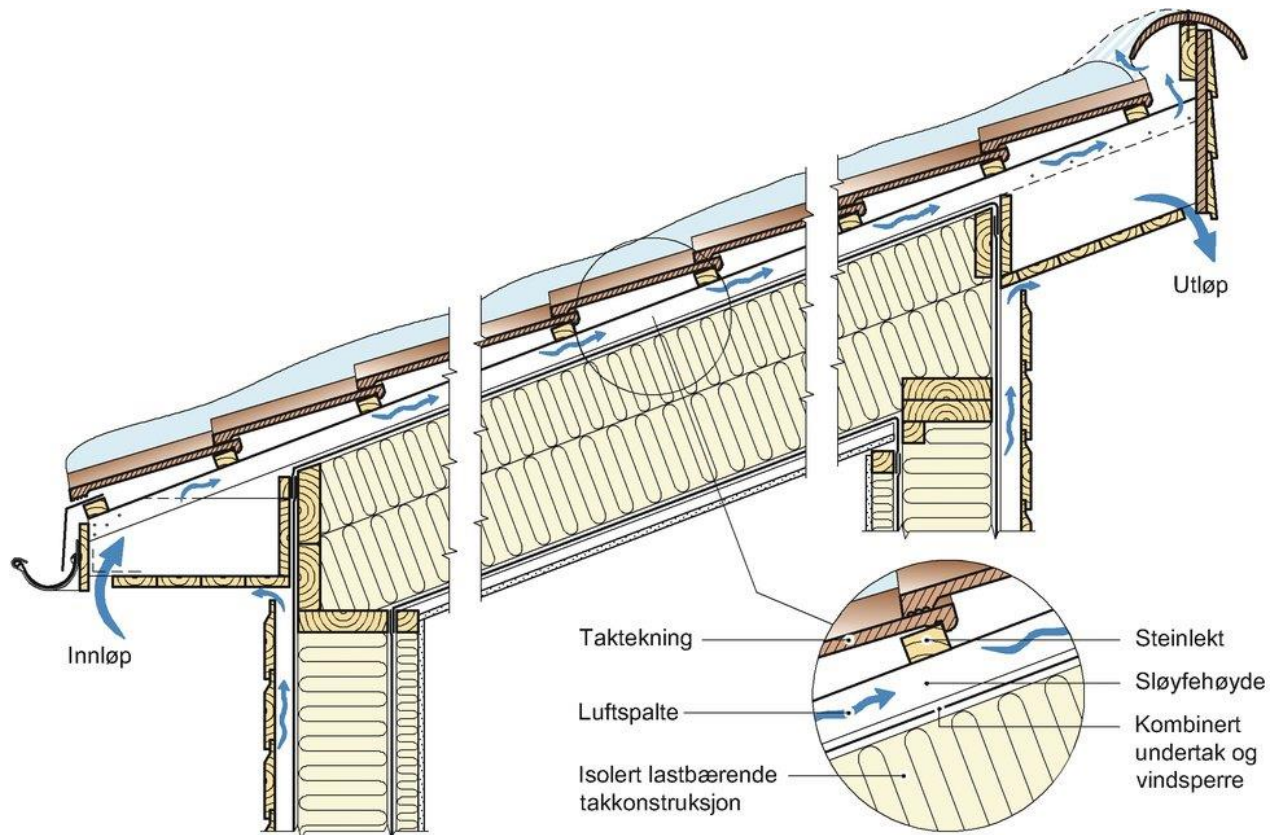


➔ Samme prinsipp, i bunn og grunn



Varm, tørr luft suger til seg fuktighet, den nå fuktige luften blåses ut av håret/bygningen

Lufting i praksis



Konstruksjoner under bakken

- På søken etter løsninger for å øke uttørkingspotensialet
- Fuktsikringsstrategier og anbefalinger i ulike land kartlegges

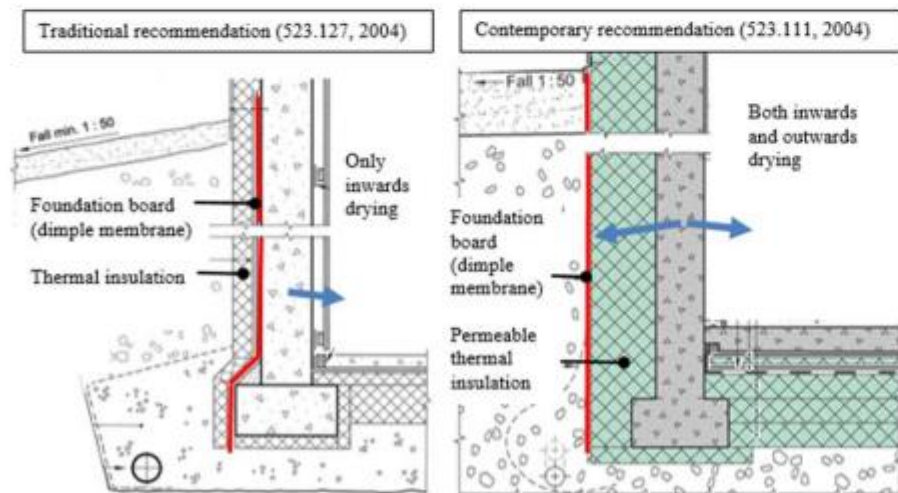


Figure 3. Traditional recommendation (left) with foundation boards (dimple membranes) positioned between the wall structure and exterior insulation (based on and translated from *Einstabland*, 2004, figure 72). Contemporary recommendation (right) introduced in 2015, with foundation boards positioned on exterior side of exterior insulation (insulation can be permeable to provide increased drying of the wall outwards) (based on and translated from *Blom & Uvsløkk* 523.111, 2015, figure 5 b).



Konstruksjoner mot terreng

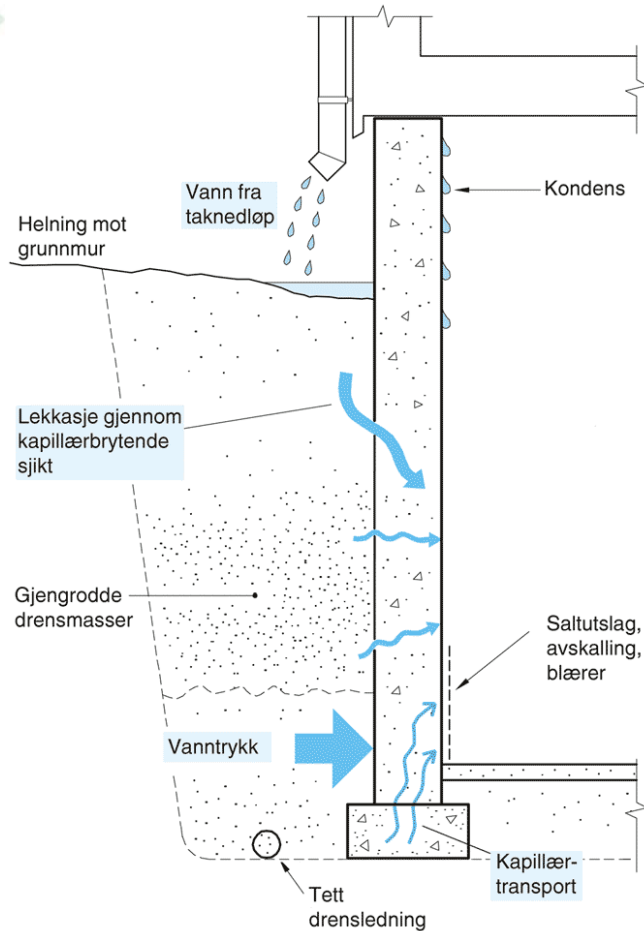
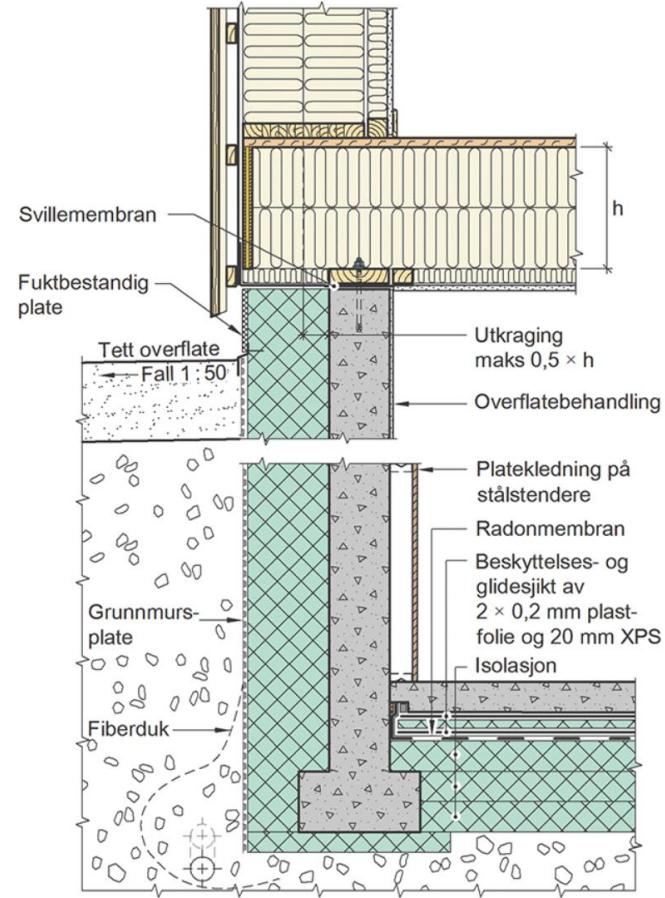


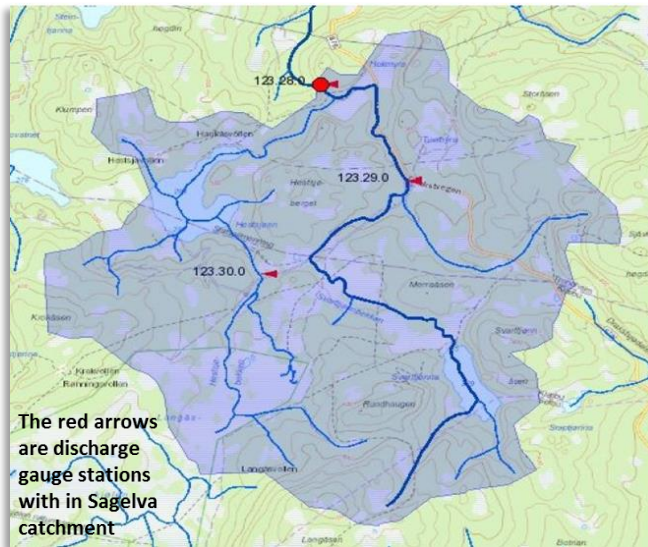
Fig. 5b



PhD-project for Aynalem Tasachew; Flood risk management in small catchments due to extreme storm events under future climate and land use changes

Case-studier

Sagelva nedbørsfelt (nær Jonsvannet utenfor Trondheim)



NYTT FRA **NTNU**

Flomrisikomodeller for små nedbørsfelt

Flom i små nedbørsfelt er et økende problem for infrastruktur som kulverter og stikkrenner ved veier og jernbane. I Klima 2050 utvikler vi hydrologiske modeller som verktøy for å analysere lokale flommer, studere effektene av endringer i klima og arealbruk, og vurdere strategier for å hindre at flommer skader eller ødelegger infrastruktur i vaasslag.

Aynalem Tasachew Tsegay og Knut Alfridsen
redaktør for bygg- og miljøteknikk



Skadepå kulvert på grunn av flom i Klvby.

Foto: Magna Kveseth, Alltopposten.

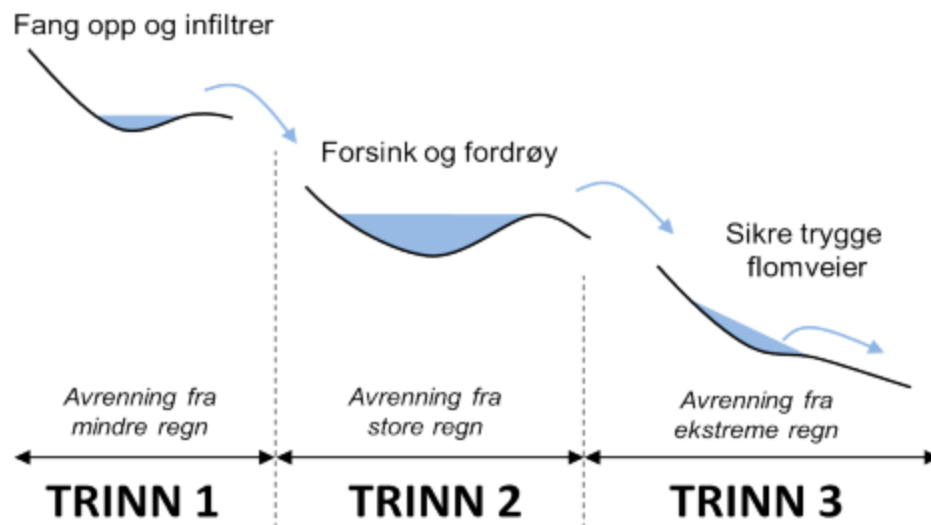
I et framtidig klima med mer lokal og mer intens nedbør vil hyppigere lokale flommer og dermed flomskader forekomme. Infrastruktur for håndtering av vann i sammenheng med veier og jernbane er utsatt. Skader på slik infrastruktur fører til både kostnader ved reparasjon og kostnader for samfunnet ved at transport av personer og gods stopper opp eller blir mindre effektiv. Skadene kan skje direkte ved at flommen overskoter det infrastrukturen er dimensjonert

for de små nedbørsfeltene. Dette gjør en tradisjonell tilnærming med bruk av hydrologiske modeller vanskelig da det ikke er mulig å kalibrere modellen direkte for de nedbørsfeltene vi er interessert i. Dette er en utfordring, da hydrologiske

beskyttelsestiltak for eksisterende infrastruktur og for planlegging av ny infrastruktur. Plan for forskning I PhD-prosjektet til Aynalem er målet å tilpasse en hydrologisk

modell til å bli brukt til å utvikle sammenheng mellom modellparametere og feltobservasjoner som kan hentes fra eksisterende geografiske informasjonssystemer. På denne måten kan vi flytte modellen fra de milje feltene som

Tretrinnsstrategien for overvann



Figur 7. 3-trinnsstrategi for håndtering av overvann. Figur omarbeidet fra Lindholm m.fl. (2008)

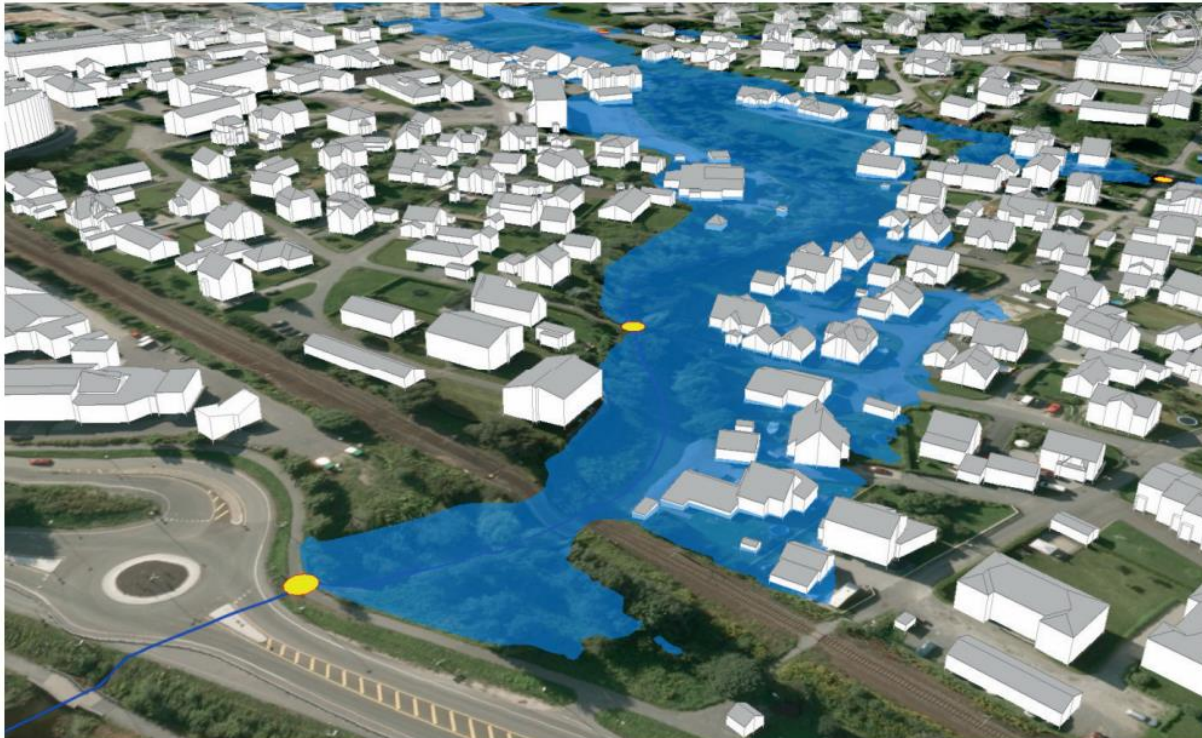
2.3 Blue-green solutions in urban environment

Åsveien skole (Trondheim)

Leder takvann til dammer
på egen tomt



Flomutsatte områder



Av og til kan den beste formen for klimatilpassning være å ikke bygge.

PhD-project for Petter Fornes; Landslides triggered by hydro-meteorological processes

Mål for PhD- prosjektet:

- Få nærmere forståelse for flomskred
- Hvor langt går raset?
- Designverktøy for rassikring

NYTT FRA **NTNU**

Flomskred-modellering

Flomskred er en type løsmassekred som utløses i tunge nedbørsperioder. På NTNU blir nå en flomskredrenne brukt til å gjøre modellforsøk, og avanserte numerisk metoder benyttes for å simulere skredene. Målet med forskningen er å redusere risikoen knyttet til flomskred ved å utvikle modeller og nye beregningsverktøy.

Petter Fornes
lektor i bygg- og miljøteknikk

Det er forventet mer lokalt og mer intenst regn i Norge i framtiden på grunn av klimaendringer, og dermed også hyppigere forekomst av flomskred. Flomskred består av løsmasser og vann, og starter ofte som en erosjonsprosess når vann finner nye vegar i terrenget. Et slikt skred kan utvikle seg mens det propagerer nedover, og vokser typisk mange ganger i størrelse fordi det erodierer nye masser underveis. Disse skredene er meget mobile og kan gå langt, og legger



II.: SVV

Grunnforhold



Yakutsk, Russland



Support The Guardian
Available for everyone, funded by readers
Contribute → Subscribe →

Search jobs Sign in Search International edition

The Guardian

News Opinion Sport Culture Lifestyle More

Environment Climate change Wildlife Energy Pollution

Climate change

Arctic stronghold of world's seeds flooded after permafrost melts

No seeds were lost but the ability of the rock vault to provide failsafe protection against all disasters is now threatened by climate change

Damian Carrington
Environment editor
@dpcarrington
Fri 19 May 2017 16:39 BST

270,391

This article is over 1 year old

▲ The Svalbard 'doomsday' seed vault was built to protect millions of food crops from climate change, wars and natural disasters. Photograph: John Mcconnico/AP

Support The Guardian's model for open, independent journalism
We're available for everyone, supported by our readers
Support The Guardian →

most viewed

- Live Brexit march: '1 million' rally for people's vote - live updates
- Mueller report: Trump camp celebrates but danger is not past yet
- 'Fromage not Farage': the best placards on the People's Vote march
- Woman behind Brexit

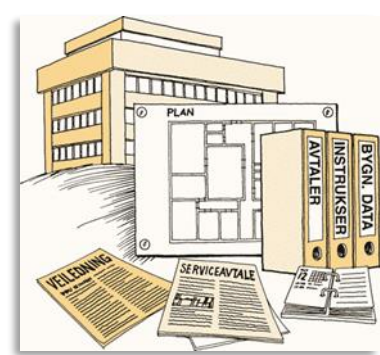
Svalbard, Norge

1.2 Maintenance and upgrading of existing buildings

Klimatilpasningstiltak i FDV-planer

Hvordan inkludere klimatilpasning i driftsplaner?

Case-studier i samarbeid med Statsbygg, Avinor og Trondheim kommune



Statsarkivet i Kongsberg



4.1 Decision processes; organisation, competence level and cooperation

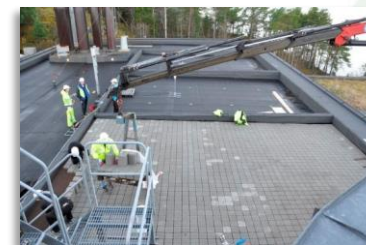
Veiledere

- Samfunnet må tilpasse seg virkningene av klimaendringer.
- For å hindre skader har man laget mange veiledere med råd og innspill til byggherrer og kommuner i de siste årene.
- Hva karakteriserer disse veilederne?



Blågrønne løsninger

Høvringen renseanlegg - testfelt



KLIMA 2050



De fra til høyre: Tommy Presthagen (Tilbær), Einar Bergheim, Vidar Hestved, Tone Mathison og Kyrre Holmhaugen er alle involvert i det svært spennende prosjektet på Høvringen vil frembringe et nytt kunnskap om blågrønne tak.

Tester blågrønne tak i full skala

Tre høyteknologiske grønne tak side om side skal gi svar på hvordan overvannshåndtering skal kalkuleres, samt gi en pekepinn på hva de beste løsningene kan være.

Sjå de Sverdrup Stord

mye som slipper gjennom og har mye som tas opp av plantene og fordampes.
— Situasjonen er helt spesiell, og vi har kontroll på alt vannet som renner gjennom. Sikr skal vi finne ut hvilke planter som fungerer mest mulig vann og hvikket substrate som holder best på vannet, slik at så lite som mulig av vannet når avløpet når nedbørsmengdene er på sitt verste, sier forskningsleder og prosjektleder for vann og miljø.

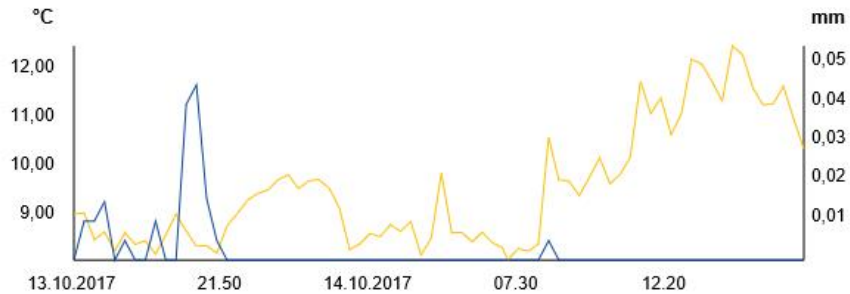
Norges største prosjekt for overvannshåndtering

ens i allerede etablerte urbane områder og planter på plass. Vannet som renner gjennom de grønne takene, hales ned i bygget under, hvor vannmengdemålere skal brukes for å måle resultatene. Så blir det

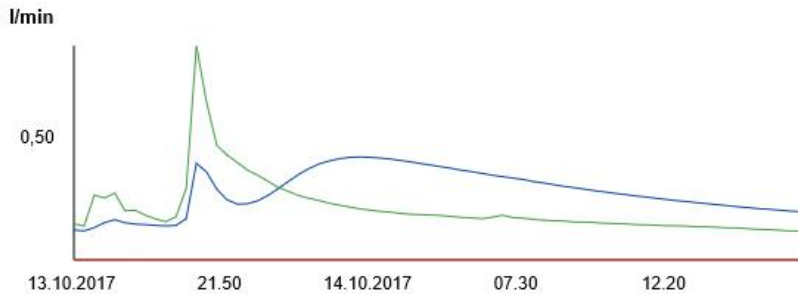
14.10.2017



Temperature and precipitation



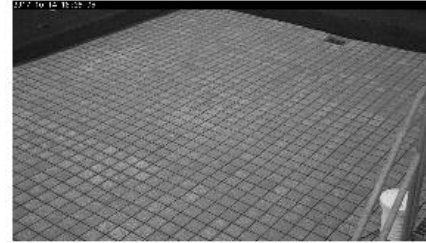
Runoff



19.00

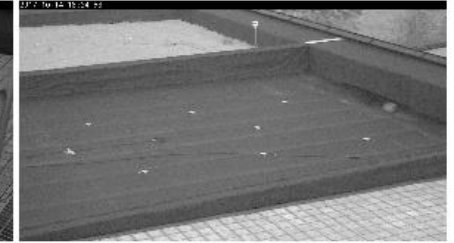
Bluegrey w/Leca & Multiblokk

18.35



Reference w/black roofing

18.34



Reference w/Bluegreen sedum roofing

18.34



Horizon

18.35

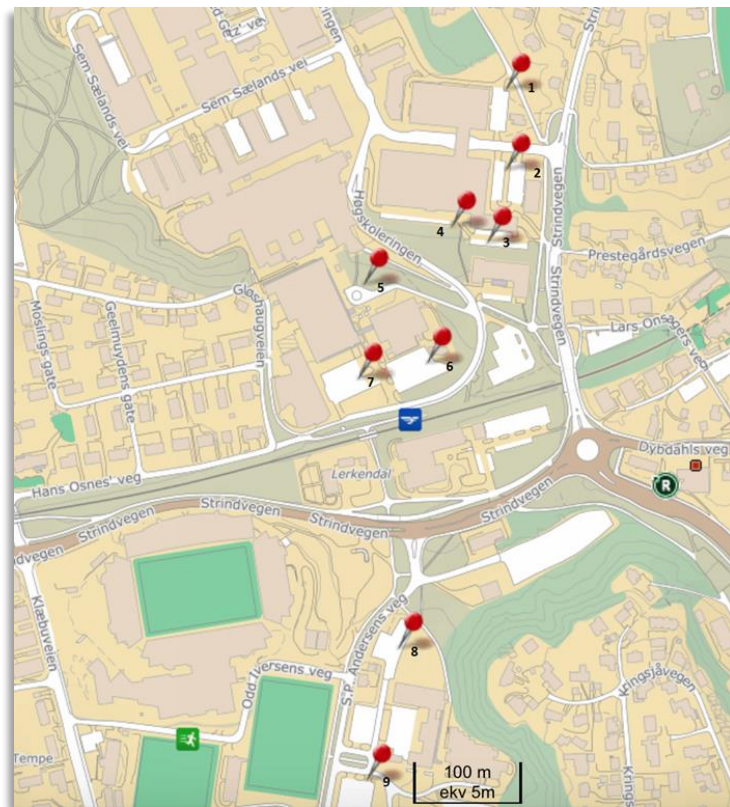


<http://www.klima2050.no/hovringen-data>

2.3 Blue-green solutions in urban environment

Infiltrasjonsmålinger på campus

Hvor blir det av regnvannet?
(mer om dette neste uke)



→ Klimatilpasning i praksis

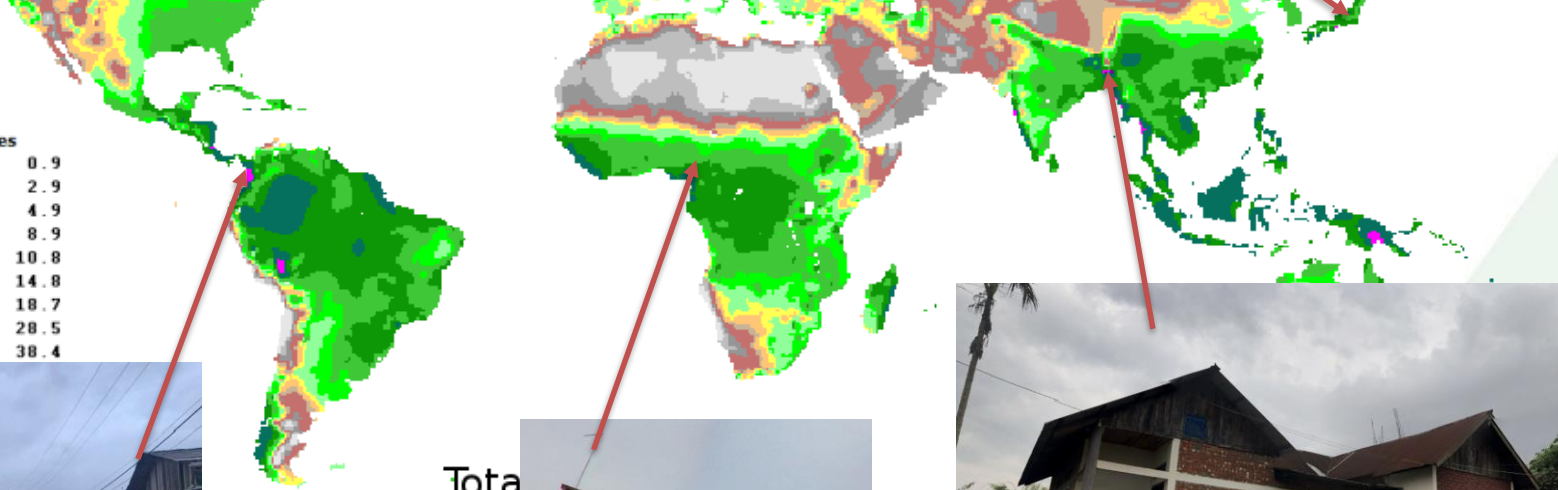


Eksempel: takutstikk

Juneau, Alaska



Nagisa, Japan



Millimeters	Inches
0 - 24	< 0.9
25 - 74	1.0 - 2.9
75 - 124	3.0 - 4.9
125 - 224	5.0 - 8.9
225 - 274	9.0 - 10.8
275 - 374	10.9 - 14.8
375 - 474	14.9 - 18.7
475 - 724	18.8 - 28.5
725 - 974	28.6 - 38.4
975	
1475	
2475	
4975	
7475	



Jurado, Colombia



Douala, Kamerun



Motbung, India

Tota

→ God idé?



Avstand fra bakke til kledning



SINTEF anbefaler ca. 300 mm

➔ Hva er verst – ingen maling eller litt maling?



Store historiske bygg – Japan og Europa



Bygninger til samme formål, cirka samme klima: Hvorfor bygde japanerne i tre?



© SINTEF Byggforsk