



KLIMA 2050

RISK REDUCTION THROUGH CLIMATE ADAPTATION
OF BUILDINGS AND INFRASTRUCTURE



Et annet klima, andre krav til bygg.

Klima 2050 Norge

Jardar Lohne
Forsker, dr. art.



<http://www.yr.no/artikkel/her-melder-hun-vaeret-for-2050-1.12018463>



A changing climate

Rain leakages

Stormwater management

Mould growth

Water pressure on basement walls

Freeze-thaw cycles

Driving rain

Cooling demands

Drying-out capabilities

Standing water

Ice formation

Wet snow

Drain capacity

Service life of surface treatments

Hovedmål:

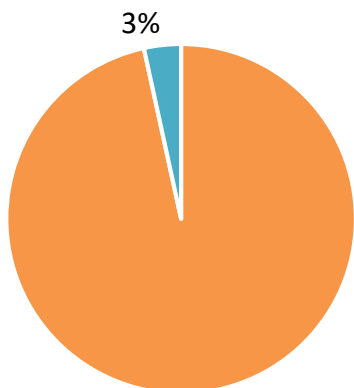
Klima 2050 vil redusere samfunnsmessig risiko forbundet med klimaendringer, økt nedbør og flomvann eksponering i det bygde miljø



© SINTEF Byggforsk

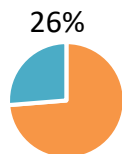
Why climate adaptation?

Repair cost compared to annual turnover



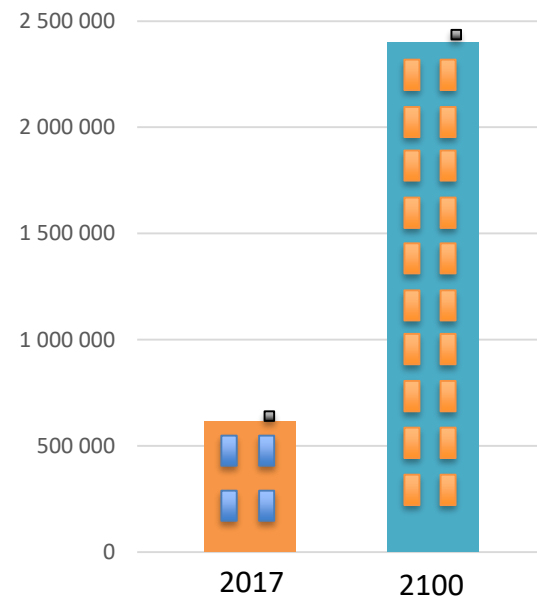
Estimated annual cost related to repairs of buildings in Norway is **1.65 billion Euros**.

Repair cost compared to annual profits



- 75% caused by moisture
- 65% related to building envelope
- 25% caused by precipitation
- 35% of facade defects caused by moisture
- 50% of roof- and terrace defects caused by moisture

Types of **damages and defects** found in the Norwegian building stock



Estimated number of buildings situated in areas with **high risk of rot decay**.

Klima 2050 – et senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI)



Drawing: Internet

SFI-statusen gir mulighet til langsiktig forskning i et nært samarbeid mellom FoU-aktive bedrifter og fremstående forskningsmiljøer med mål om å styrke Norges innovasjonsevne og konkurransekraft



Klima 2050 i tall

Varighet : 2015 - 2023

Vertskap : SINTEF Byggforsk

20 partnere fra privat og offentlig sektor, og forskning

Budsjett: ~ 220 mill NOK (kontanter og egeninnsats/in-kind)

Ca. 45 % fra Norges Forskningsråd

Ca. 25 % fra privat sektor

Ca. 30 % fra offentlig sektor og forskning

Min. 15 PhDs/Post.docs

Min. 50 Master Thesis

I tillegg har vi 20 - 25 aktivt involverte professorer og forskere fra NTNU, NGI, BI, met.no og SINTEF.



KLIMA 2050

CONSORTIUM

Private sector

SKANSKA

MESTERHUS

Multiconsult

Finans Norge

SKJÆVELAND
GRUPPEN

NORGESHUS

weber
SAINT-GOBAIN

isola

powel

Public sector



Statens vegvesen



Noregs
vassdrags- og
energidirektorat

AVINOR

Jernbane-
direktoratet

STATSBYGG

TRONDHEIM KOMMUNE

Research & education

SINTEF

BI

NTNU

Meteorologisk
institutt

NGI

Bakgrunnener tydelig i Norge

2016



Illustrasjonsfoto: Svanhild Ringheim / NTB scanpix

Fare for flom og skred på Vestlandet

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

Aftenposten Nyheter Osloby Sport Meninger Siste sjansen!

Enorme nedbørsmengder over Oslo-området

HEIDI ANNE JOHNSEN | CHRISTINA SKREIBERG | ASTRID HEXEBERG | CAROLINE ENGE
OPPDATERT: 07 AUG 2016 16:59 | PUBLISERT: 06 AUG 2016 11:55

f t @

➔ Arbeidsområder

WP 1

Klimaeksponering og fuktsikre bygninger

WP 2

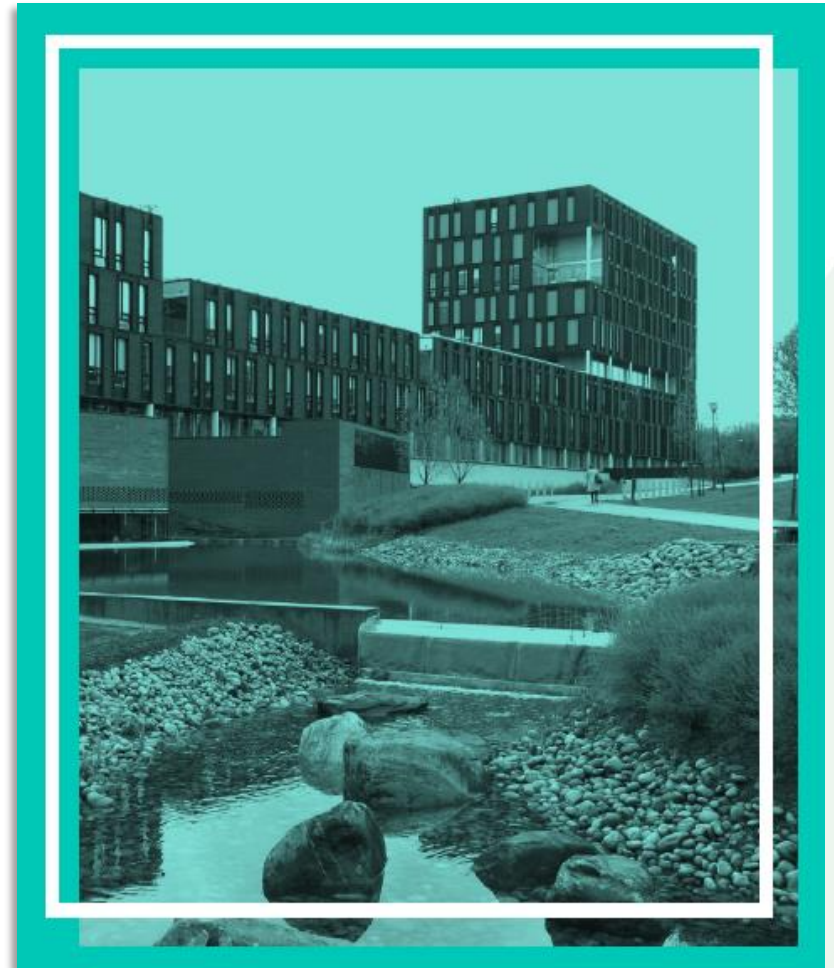
Overvannshåndtering i små nedbørsfelt

WP 3

Vannutløste skred

WP 4

Beslutningsprosesser og påvirkning



Utgangspunktet

Hovedutfordringen

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



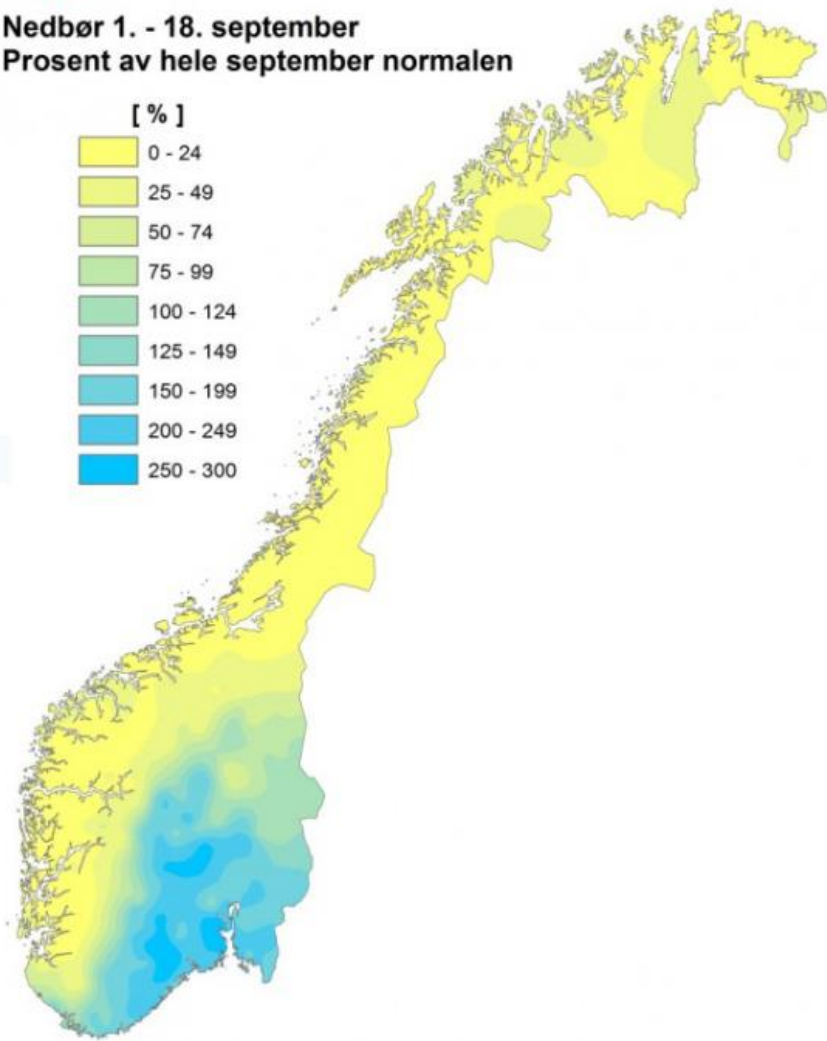
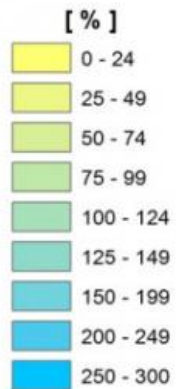
NVE oppjusterer flom- og skredvarselet for Sørlandet

NTB

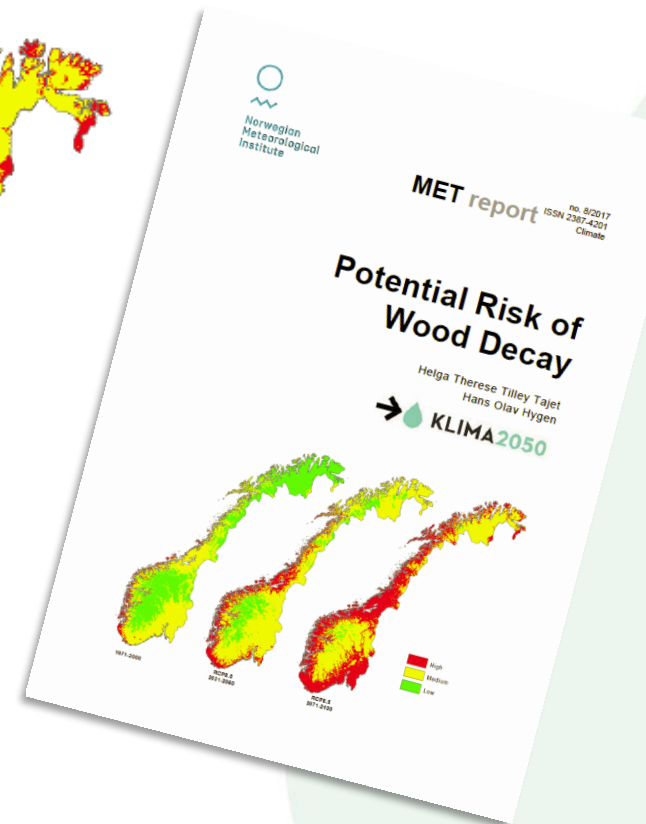
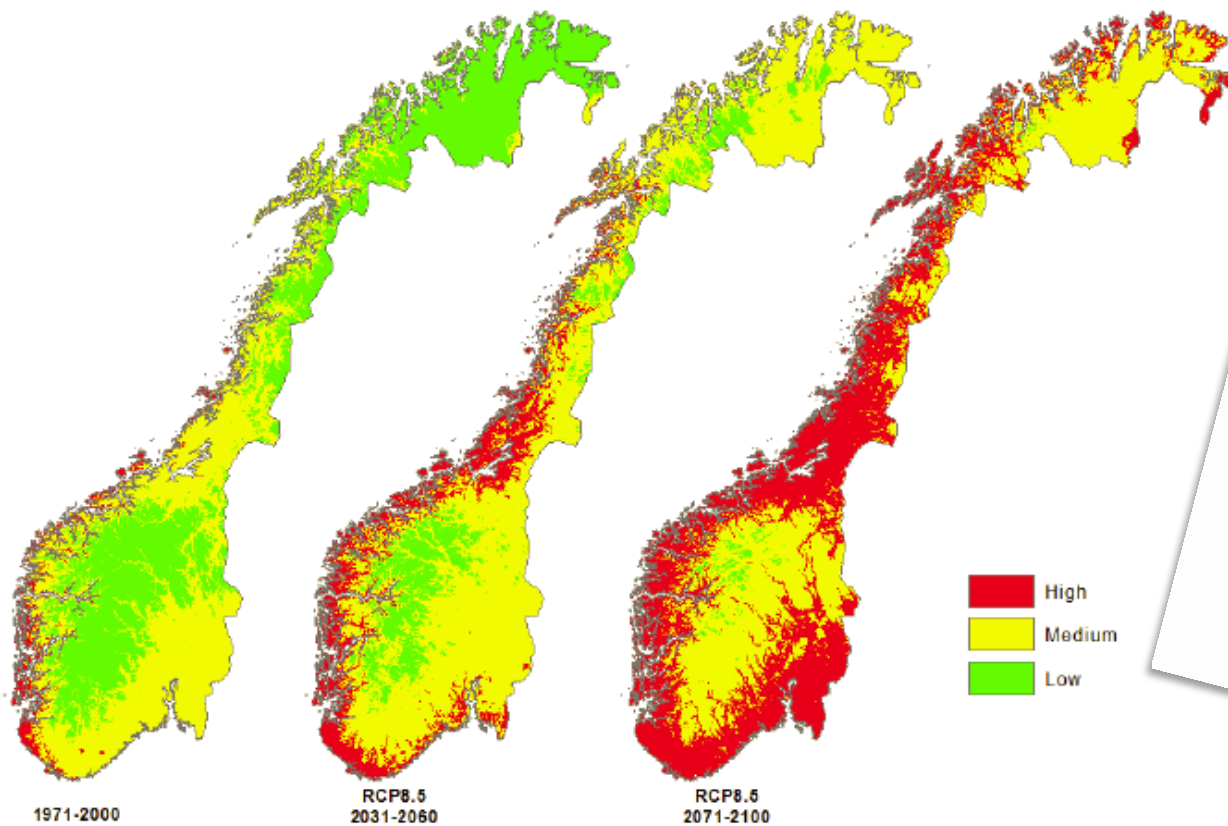
OPPDATERT: 23.OKT.2017 19:08 | PUBLISERT: 23.OKT.2017 05:41



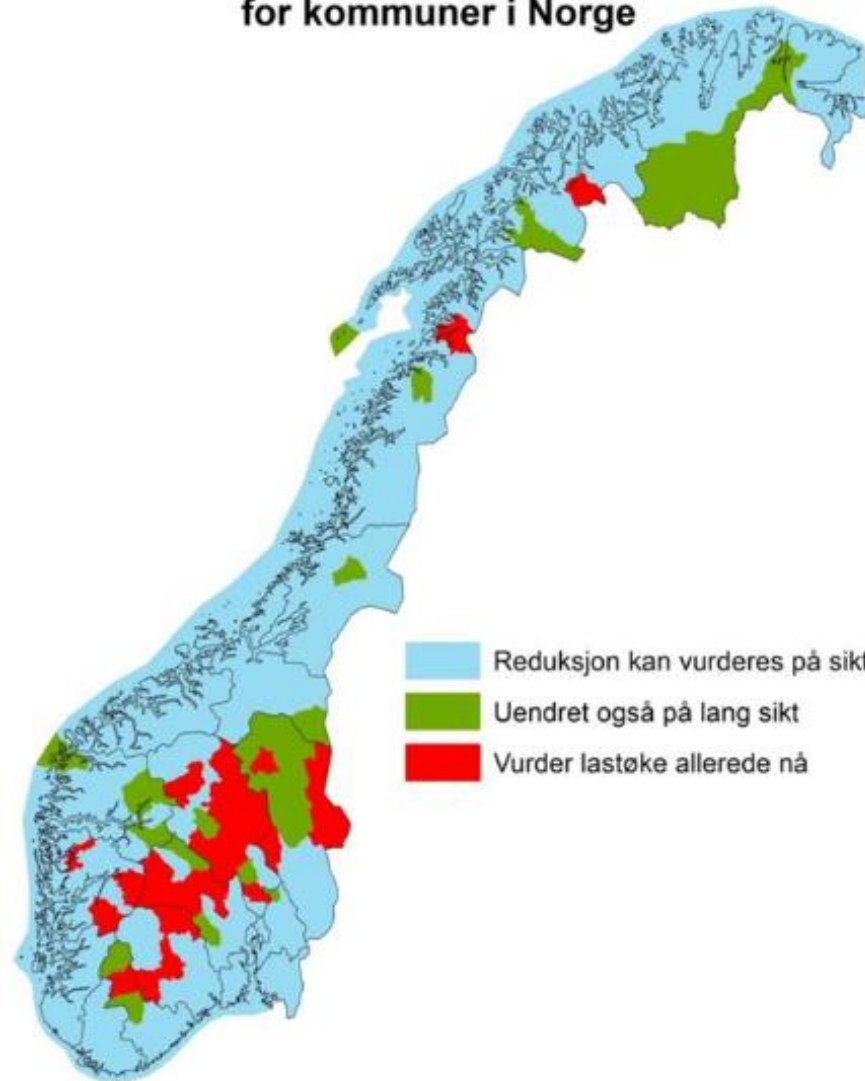
Nedbør 1. - 18. september
Prosent av hele september normalen



Et eksempel: Økt risiko for råteskader i treverk



Anbefalte endringer i snølast for kommuner i Norge



Vinteråpne regnbed

Åpne overflateløsninger som regnbed avhenger av at vann infiltrer bakken. Mer nedbør og mer våt vintermedbør gjør slik infiltrasjon stadig viktigere også i vinterhalvåret. En fersk masteroppgave fra NTNU har funnet stor endring i regnbeds infiltrasjonsevne fra høst til vinter.

Sondre Balstad
og Tone Muthanna
Institutt for bygg- og miljøteknikk

Edvard Sivertsen
SINTEF Byggeforsk

Regnbed er vegeterte forskningsnett, bygget for å redusere volumet av overvann gjennom infiltrasjon til bakken og/eller holde det tilbake. Det er ofte usikkert hvilken infiltrasjon man kan regne med i åpne overvannsløsninger som regnbed, spesielt på vinters tid. Målet med masteroppgaven til Sondre Balstad har vært å undersøke hvordan infiltrasjonsevnen endrer seg fra høst til vinter. Arbeidet har vært utført i tett samarbeid med Klima 2050.

Hvorfor er det viktig med infiltrasjon om vinteren?

Med klimaendringer er det forventet mer regn og varmere temperaturer vinterstid. Vinteren er ikke lenger en tid hvor snøen ligger og ventor på at bakken skal tine. I stedet avløser frost og smelteforhold hverandre stadig hyppigere, noe som utfordrer bruken av regnbed. Lite forskning er imidlertid utført på infiltrasjonsevnen til regnbed vinterstid.

Fremgangsmåte

Det undersøkte regnbedet er en del av Åsveien skole i Trondheim. Fokuset for undersøkelsen har vært såkalt mettet hydraulisk konduktivitet (Ksat). Ksat er et vanlig mål på jordens evne til infiltrasjon. Det har blitt fokusert på at metoden skal være enkel og rimelig. Derfor ble det valgt å bruke den modifiserte Phillip-Dunne infiltrometer-metoden (MPD). Dette gjør målingene lettere å etterprøve. Metoden går ut på å montere plastsylindere i regnbed. Sylindrene fylles så med vann og vi registrerer hvordan vannstanden endrer seg som underlag for beregning av Ksat. Slike målinger er gjort med jevne mellomrom i regnbedet gjennom vinteren 2016/2017.

Tidligere har MPD-metoden primært blitt brukt på forhold som ligner norsk vår og sommer. I februar



Måling av infiltrasjonsevne til regnbed ved Åsveien skole i Trondheim.

Foto: Sondre Balstad.

2017 var det ikke mulig å presse plastsylindrene langt nok ned i jorden for å gjøre målinger (krav om 5 cm). Vi har derfor ingen måleresultater i februar. Løsning for mars ble en metallsylinder montert i enden av plastsylindren. Metallsylindren kan slås ned i frosset jord med hardere kraft enn plastsylindren.

Stor forandring i infiltrasjon

Målingene viser en markant nedgang i Ksat fra 1 cm/time (oktober) til <0,10 cm/time (november, januar og mars). I mai ble Ksat målt til 3 cm/time. Dette er mye lavere enn hva som er anbefalt (Ksat > 10 cm/time). Simuleringer viser at andelen av vintermedbøren

som infiltreres/dreneres i regnbedet synker fra ca 60 % til ca 20 % når Ksat går fra 1 cm/t til 0,10 cm/t.

Betydning av forandring i vanninnhold

I analysen av prøveresultatene ble det oppdaget at ved målinger med Ksat < 0,1 cm/time hadde forandring i vanninnhold i bakken lite å si på verdien av Ksat. For høyere verdier hadde den derimot betydelig påvirkning. De fleste av målingene ble avsluttet etter en time. I datanalsen av prøveresultatene ble det observert en stor forskjell mellom målinger hvor vannstanden hadde gått til null og hvor den hadde blitt avsluttet før. For

å gi mest mulig realistiske verdier ble det lagt til verdier som fulgte trenden til målingene. Dette ga en rye mer realistisk sammenheng mellom økning i vanninnhold og Ksat.

Anbefaling

Undersøkelsen viser at man kan forvente stor nedgang i infiltrasjonsevne fra høst til vinter. Dette viser viktigheten av å ta hensyn til begrenset mulighet for infiltrasjon om vinteren. Forholdene i vinterhalvåret vil for mange steder være kapasitetsbestemmende. Vi anbefaler derfor å velge jordmasser i regnbed som gir større infiltrasjonsevne.

Flomrisikomodeller for små nedbørfelt

Flom i små nedbørfelt 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 vassdrag.

Aynalem Tasochew Tsegaw og Knut Alfredsen
Institutt for bygg- og miljøteknikk

I et fremtidig 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 overskider det infrastrukturen er dimensjonert for, eller indirekte gjennom utløsning av flomskred, transport av sedimenter og andre materialer som fører til tilstopping eller erosjonsskader på infrastrukturen. I slike situasjoner er det viktig med verktøy for dimensjonering og håndtering av risiko. Verktøyet må ta hensyn til fremtidig nedbør, endringer i nedbørfeltet som påvirker flomstørrelsen, og andre faktorer som kan føre til at funksjonen til for eksempel kulverten blir redusert.

Utfordringer ved planlegging i små nedbørfelt

En stor utfordring ved flomrisikoanalyser er mangel på detaljerte data der skader har skjedd. I tillegg har vi en generell mangel på da-



Skade på kulvert på grunn av flom i Kvibøy.

Foto: Magne Kveseth, Altaposten.

ta for de små nedbørfeltene. Dette gjør en tradisjonell tilnærming med bruk av hydrologiske modeller vanskelig da det ikke er mulig å kalibrere modellen direkte for de nedbørfeltene vi er interessert i. Dette er en ulempe, da hydrologiske modeller kan være et svært nyttig verktøy for å gjøre den type analyser vi er ute etter.

Muligheter

Gjennom bruk av hydrauliske modeller kan vi direkte simulere flomtopper fra nedbør og klimadata. Vi kan bruke scenarier for klima i fremtiden for å finne hva de betyr for avrenning og flom. Vi kan se på hvordan endringer i nedbørfeltet påvirker avrenningen og vi kan simulere vannmetning i grunnen med tanke på skred. Vi kan også estimere data for vurdering av erosjonsfare og transport av sedimenter. Alle disse studiene er viktige for vurdering av fremtidig risiko for infrastruktur, både for planlegging av

beskyttelsestiltak for eksisterende infrastruktur og for planlegging av ny infrastruktur.

Plan for forskning

I PhD-prosjektet til Aynalem er målet og tilpasse en hydrologisk modell for korttidssimulering, for så å anvende denne som et verktøy for scenariosimuleringer og som et ledd i risikovurderinger av infrastruktur.

For å finne en løsning på problemet med manglende data, er det satt i gang et samarbeid med Thomas Skaugen ved NVE. I samarbeid setter vi opp den hydrologiske modellen DDD (Distance Distribution Dynamics) med tidsoppløsning på en time for de små nedbørfeltene som det finnes data for. Modellen DDD er utviklet for bruk i umålte felt siden den har relativt få parametere som må kalibreres.

Vår samling av kalibrerte hydrauliske

modeller vil bli brukt til å utvikle sammenhenger mellom modellparametere og feltkarakteristikker som kan hentes fra for eksempel geografiske informasjonssystemer. På denne måten kan vi flytte modellen fra de målte feltene som vi har tilpasset, og til de umålte feltene vi ønsker å simulere. Gjennom denne regionaliseringen får vi etablert et modellverktøy vi kan anvende til å simulere vannføring i typiske felt som drenerer til den infrastrukturen vi er interessert i.

Målet vårt er å bruke den regionaliserte modellen til å simulere grunnlagsdata for å gjøre studier av arealbruksendringer. Vi vil også bruke modellen til å se på effekt av ulike klimascenarier på avrenningen fra små felt og effekten dette har på infrastruktur. I samarbeid med Klima 2050 konsortiet vil simuleringene bli brukt for å vurdere tiltak og risikohåndtering.



Overvann forurenses med tungmetaller fra blant annet biltrafikk.

Foto: Audhild Bakken Rognstad.

Vannrensing med søppelrester

Hvis vi kan rense overvann for tungmetaller ved hjelp av bunnaske fra avfallsforbrenningsanlegg, slår vi to fluer i én smekk: Vannrensing og gjenbruk av avfall. En nylig avlagt masteroppgave ved NTNU viser at dette kan være mulig.

Audhild Bakken Rognstad og Tone Marete Muthonna
Institutt for bygg- og miljøteknikk

Tungmetaller er ikke nedbrytbare i naturen og vil dermed kunne bioakkumuleres. De kan derfor gi alvorlige kort- og langtidsvirkninger for både flora og fauna. Tungmetaller kommer fra for eksempel kjøretøy, industri og slitasje på bygninger. I regnvær vil disse havne i overvannet. Filter tilsatt adsorbenter for å forbedre fjerninga av den oppløste fraksjonen av tungmetaller fra overvann oppnår stadig større interesse hos forskere. Adsor-

benten kan være et materiale som vanligvis defineres som et avfallsprodukt. Dette kan for eksempel være sagmugg eller bark fra skogbruk, avfall fra gruveindustrien eller aske fra kullforbrenningsanlegg.

Bunnaske med store partikler
I sin masteroppgave har Audhild Bakken Rognstad gjennom pilot-skala laboratorieforskning undersøkt kapasiteten bunnaske fra avfallsforbrenningsanlegg har til å fjerne tungmetaller fra overvann. Tidligere forskning har vist at mindre partikkelstørrelser av bunnaske har god adsorpsjonsevne, men at de har et stort lekkasjepotensiale av uønskede stoffer. Derfor har vi sett på større partikler av bunnaske – større enn 12,5 mm – som kan ha god adsorpsjonsevne og lavere lekkasjepotensiale.

Adsorpsjonstest

Et batch-adsorpsjonsforsøk ble først gjennomført for å undersøke den teoretiske adsorpsjonskapasiteten til bunnaske. Her ble fem forskjellige konsentrasjoner undersøkt. Resultatene viste at bunnaske

hadde evne til å adsorbere 92-100 % av tungmetallene Cu, Ni, Pb og Zn. Etter at disse lovende resultatene ble funnet, ble det gjennomført et kolonneforsøk. Kolonner med høyde 400 mm og 100 mm diameter ble brukt. Et syntetisk overvann bestående av springvann tilsatt 2 mg/L Cu, Pb, Zn og Ni ble beryttet og følgende hydrauliske belastninger ble undersøkt; 100 ml/min, 200 ml/min, 300 ml/min og 400 ml/min. Belastningen simulerte større regnværshendelser for å se om de påvirker rensegraden. Resultatet viste at rensegraden går ned ved økt hydraulisk belastning, men at den øker til nivået før belastningen når den hydrauliske belastningen går ned. Generelt ble det observert en lovende adsorpsjonsevne for materialet. Det viste seg at levetida til bunnaske som adsorpsjonsmateriale, kan være 15 år dersom en rensegrad for bly på 60% var ønskelig.

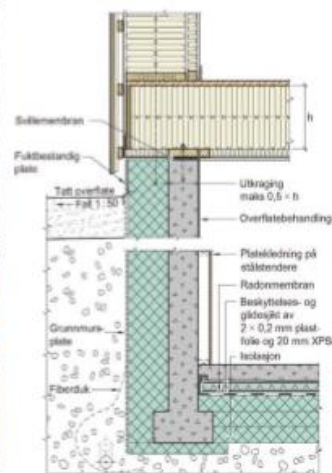
Lekkasjeundersøkelse

Siden bunnaske kommer fra forbrent søppel, kan den inneholde

stoffer som er farlige for miljøet. En pH-avhengig lekkasjetest ble utført med den europeiske standarden CEN/TS 14429 som retningslinje. Dette for å evaluere lekkasjepotensialet til bunnaske. pH 4, askas naturlige pH (-10) og pH 12 ble undersøkt. Lekkasjetesten viste at bunnaske i hovedsak hadde lavere lekkasjeverdier enn utvalgte grenser for overvann gitt i norske og svenske retningslinjer.

Lovende resultater

Resultatene viser at stor fraksjon av bunnaske fra avfallsforbrenningsanlegg kan benyttes som materiale i sorpsjonsfiltere for å fjerne tungmetaller i overvann. Praxis i dag er at bunnaske legges på deponi. Vi kan altså ha funnet et bruksområde for aske. En utfordring er at bunnaske fra forbrenningsanlegg er et heterogent materiale. Innholdet og dens egenskaper vil kunne variere fra anlegg til anlegg og tidspunkt til tidspunkt. Vi oppfordrer derfor til mer forskning for å framskaffe ytterligere lekkasje- og adsorpsjonsdata for det lovende filtermaterialet.



BÅDE GAMLE OG NYE KJELLERE ER UTSATT FOR FUKTSKADER. Kan løsningene forbedres for å øke fuktsikkerheten?

Foto: Silje Asphaug. Illustrasjon: Byggforskserien

Bedre løsninger for konstruksjoner under bakken

Dagens bygninger må tåle et stadig tøffere klima. FoU-programmet Klima 2050 setter søkelyset på hvordan bygningsdeler mot terreng bør utformes for å øke fuktsikkerheten.

Kontakt:

Silje Asphaug

Alle prognoser peker mot et varmere, våtere og villere vær. Vi kan forvente mer intens nedbør med større og hyppigere flommer. Det betyr tøffere påkjenninger for bygninger og infrastruktur. Det er viktig at fremtidens bygninger utformes for å tåle et fuktigere klima. Dette gjelder kanskje spesielt for bygningsdeler mot terreng der fuktskader allerede er en stor utfordring. Ved å øke kunnskapen omkring de bygningsfysiske prinsippene som påvirker fuktforholdene i og omkring bygningsdelene, kan det utvikles nye og mer fuktsikre løsninger og materialer.

Endret fuktbelastning med lokal overvannshåndtering

Overvann er en samlebetegnelse på nedbør og smeltevann som renner av på tette overflater. Tradisjonelt håndteres overvann ved at vannet ledes ned i rør og bort fra bygningen via det lokale avløpsnett, men med økt urbanisering og mer nedbør klarer ikke dagens avløpsnett i byer og tettsteder alltid å håndtere overvannet. For å

unngå overbelastning vurderer flere kommuner å innføre krav om at overvann skal behandles lokalt, dvs. på egen tomt. I Klima 2050 jobbes det med nye løsninger for lokal håndtering av overvann der vann fra nedbør og snøsmelting blant annet skal kunne infiltreres og fordøytes i bakken. Lokal overvannshåndtering og mer nedbør vil kunne medføre at fuktbelastningen på bygningsdeler mot terreng øker.

Også nye bygg får skader

Vegg- og gulvkonstruksjoner mot terreng er spesielt utsatte for skader som følge av store nedbørsmengder, kuldebroer og setningsproblemer. Også nye bygninger er utsatte for fuktskader. Uheldig plassering av isolasjon, dårlig drenering og/eller utettheter i ytterveggen er blant årsakene. Samtidig er det i næringen faglige uenigheter om hvordan nye konstruksjoner bør utformes og lite grunnleggende forskning er gjort for å underbygge dagens anbefalinger. Plassering av dampsperrer, mengde og type isolasjon og plassering av denne samt plassering av grunnmursplater er noen eksempler. Det er behov for mer kunnskap og et bedre grunnlag for å kunne vurdere fuktforholdene i bygningsdeler mot terreng og utvikle nye løsninger og materialer som er bedre egnet for dagens og fremtidens klimautfordringer.

Ny kunnskap skal gi nye løsninger

Klima 2050 er et senter for forskningsdrevet

innovasjon (SFI), som over en åtte år lang periode skal utvikle ny, innovativ kunnskap for å redusere samfunnsrisikoen ved klimaendringene. PhD-kandidat Silje Kathrin Asphaug skal gjennom sitt doktorarbeid forske på fuktsikkerhet i bygningsdeler mot terreng. Målet vil bygge kjellere på i Norge i dag er i stor grad basert på praktisk erfaring, feltundersøkelser av løsninger der skader har oppstått og forenklede beregninger av et fåtall konstruksjoner. Gjennom målinger og utvikling av mer avanserte beregningsmetoder skal Asphaug blant annet se på hvordan fuktforholdene i bakken påvirkes av endringer i klima, og om uttørringsvevnen og fuktsikkerheten i ytterveggen mot terreng kan økes ved å utnytte naturlig konveksjon i permeable materialer.

Økt kunnskap om de bygningsfysiske prinsippene som påvirker fukt og varmetransport i bygningsdeler mot terreng, vil kunne danne et grunnlag for utvikling av nye fuktsikre løsninger og materialer som kan tåle et stadig fuktigere klima. Doktorgradsarbeidet vil gjennomføres i tett samarbeid med partnere i Klima 2050. Kunnskapen skal danne grunnlag for å inspirere til å utvikle produkter, løsninger og metoder som er robuste, bestandige og kostnadseffektive, med lav risiko for fuktskader.

Bortkastet impregnering mot slagregn

Ulike impregneringsmidler benyttes for å bedre regnmotstandsevnen til teglmurverk, men effekten er sårbar med tanke på riss og andre svakheter i murverket. Forsøk utført i SINTEF sitt slagregnskap viser at ingen av de undersøkte impregneringene fungerte godt selv for rissfritt murverk.

Fredrik Slopi og Tore Kvande
 Institutt for bygg- og miljøteknikk
Noralf Bakken
 SINTEF Byggeforsk

Teglmurte forblendinger er robuste vegger, men helt regntette er de ikke. Når det regner på en teglfasade vil mesteparten av vannet renne nedover veggen, mens noe vil bli sugd opp av murverket. Avhengig av sugeegenskapene til teglet og den håndverksmessige utførelsen, vil noe vann komme inn gjennom selve teglsteinene, litt mer gjennom mørtelfugene og mest via heftsonene tegl/mørtel. For murverk utført etter Byggeforskens anvisninger er dette fuktopptaket uproblematisk for veggen.

Impregneringsbehov

Riktig utført murverk har i utgangspunktet ikke behov for impregnering for å redusere det kapillære vannopptaket. I spesielle tilfeller kan det forekomme behov for impregnering for de mest sugende tegltypene, spesielt for fasader som er utsatt for slagregn. I slike tilfeller bruker man fargeløse impregneringer med hydrofoberende (vannavstøtende) effekt. Vår erfaring er at også murverk av normalsugende teglstein utsettes for impregnering. Impregneringsproduktene på det norske markedet omfatter silikonater, silaner, siloksaner og vannbaserte nanostruktuerte løsninger.

Slagregnpøving

Slagregnpøving av 1 m x 1 m store murte teglfelt er gjennomført først uten, deretter med impregnering. Tærkebid mellom første regnpøving og impregnering var elleve uker. I alt er fire ulike teglfelt og fire ulike impregneringsprodukter undersøkt. Teglfeltene er murte med teglstein Wienerberger Haga rødt (minuttsug 1,0 kg/(m²·min)) og murmørtel Weber Ms i tre ulike konsistenser (tørt, middels og våt). Pøving er utført i tilknytning til SF Klima 2050. Tabell 1 viser forskjellene mellom prøvelfeltene og resultatene fra slagregnpøvingen.

Utfordrende heftsoner mørtel/teglstein

Under oppmuring av teglmurverk vil teglsteinen suge mørtelvann ut av den ferske mørtelen. Mursteinens evne til å oppta vann er derfor en viktig parameter siden grunnlaget for heftfastheten i det herdede murverket etableres i løpet av de første minuttene kontakt mellom stein og fersk mørtel. Figur 1 viser mikroskopfoto av heftsonen i teglfelt C. Vi ser her konsentrasjon



Slagregnpøving av teglfelt før og etter impregnering viser liten effekt av impregneringen på regnmotstandsevnen. Foto: Geir Mogen.

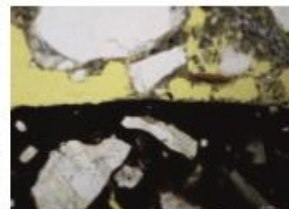
Egenskap	Prøvestandard	Måleenhet	Teglfelt			
			A Tørt	B Middels	C Våt	D ¹ Våt
Fersk mørtelkonsistens (rystebord)	NS-EN 1015-3	mm	135	174	186	186
Impregneringsmiddel	-	-	Silikon	Silan	Siloksan	Nano
Andel av bakviden som fremdeles er tørr etter 15 min. med slagregn	NBI 29/1983	% tørr	90	90	95	80
- Uimpregnerte felt			90	90	100	95
- Impregnerte felt						
Regngjennomtrengning:						
- Uimpregnerte felt	NBI 29/1983	l/(h·m ²)	1,14	0,97	0,14	0,67
- Impregnerte felt			1,13	1,38	0,06	0,50

TABELL 1. Murmørtelkonsistens ved oppmuring, type impregneringsmiddel og regnmotstandsevne uttrykt ved fuktgjennomtrengning. Felt D er murte ved å skyve støvsfugen i motsetning til de øvrige feltene som er murte ved å slå støvs til å legge mørtel på enden av steinen før muring.

av store luftporer i heftsonen mellom teglstein og murmørtel. Den grove porestrukturen viser seg å være utfordrende for impregneringsmidlenes evne til å gjøre murverket vannavvisende.

Anbefalinger

Vår pøving viser at vi skal være skeptiske til impregneringenes effekt til å stanse regninntrengning i teglmurverk. Impregneringen vil bremse fuktopptaket for korte regnbøyer, men den beskytter ikke mot langvarig slagregn. Det ble også observert sligemmende rustbrune utførelser på feltene med flere av impregneringsmidlene. Vi ønsker å gjennomføre supplerende forsøk for å se effekten av mindre tøffe regnhendelser enn den vi har studert.



FIGUR 1. Tynnsilpanalyse av heftsonen mellom teglstein (nedre mørke del) og murmørtel. Gule felt markerer luftporer. Analyse og foto: Marit Haugen, SINTEF Byggeforsk.

Når taket dør

I Norge har vi lang tradisjon for og gode erfaringer med torvtak på skrå takfla. Med blå-grønne tak utsetter vi det grønne taket for større påkjenninger enn våre tradisjonelle torvtak. Taktypen er ikke uten utfordringer, og noen ganger dør taket.

Bridget Thodesen (NTNU) og Berit Tjøve (SINTEF)

Med økt urbanisering og forespelt klimaendringer med økt frekvens av lokal, kortvarig og intens nedbør er det behov for og ønske om å bruke blå-grønne tak som en aktiv del av den lokale overvannshåndteringen. De grønne takflatene benyttes da bevisst for å øke både fordampningen og fordrøye avrenningen. I et PhD-studie under utførelse i Klima 2050 er nordiske erfaringer og forskningsbehov for grønne tak kartlagt.

Blå-grønne løsninger

Tilleggs behandlet ingeniører, planleggere og entreprenører «grønne løsninger» (hager, tak, terrasser, parkeringsplasser og andre grønntområder) og «blå løsninger» (dreneringsystemer, dammer) separat. I begrepet blå-grønne løsninger legger en tverfaglig tilnærming av vannhåndtering og grønne områder.

Fordrøyningseffekt og behov for gode data

Ved regn vil det blå-grønne taket redusere intensiteten i avrenningen, det vil si mengde vann som renner av per tidsenhet. I tillegg vil mer vann fordampne fra takflaten enn fra en tradisjonell takdekning. Fordrøyningseffekten til det grønne taket er knyttet til dreneringslaget, vekstmediet og selve vegetasjonen, se figur 1. Effekten varierer med sammensetning og tykkelse på de ulike lagene. I tillegg har værforholdene og påført vannmengde stor innvirkning. For å kunne utnytte fordrøyningseffekten til det grønne taket som en del av overvannshåndteringssystemet, må vi ha gode data for å kunne predikere og dimensjonere denne effekten. Slike data er mangelfulle i dag.

Klimoutfordring

Grønne tak med samme oppbygging gir ikke samme effekt i ulike klimasoner. Studier tyder på at jo mindre vannmettet vekstmedium er ved infrysning, desto bedre er fordrøyningseffekten i



Sedumtak i Trondheim før og etter en litt for tøff vinter for taket. Høyre del av taket er fotografert ett år etter den venstre delen. Begge foto tatt i juli. Illustrasjon: Klima 2050

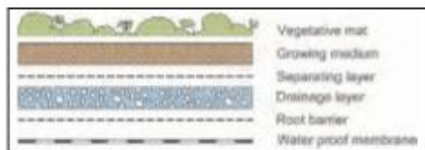
den påfølgende snøsmeltingen.

Figur 2 viser Norden inndelt i ulike klimasoner. Kartet viser med tydelighet utfordringen med å bruke samme takløsning i Bergen med store nedbørmengder og få frostdøgn og i Helsinki med mindre nedbør og kalde vintre. Mens taket står i fare for å drukne i Bergen, kan det fryse i hjel eller dø av tørke i Helsinki.

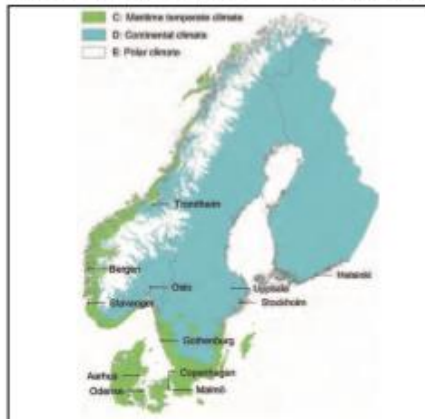
Feltstudier og innovasjon

Utvikling av blå-grønne løsninger er en sentral del av Klima 2050. Gjennom etableringen av et stort prøvetakfelt på Hovringen i samarbeid med Trondheim kommune kan vi nå studere nærmere og kvantifisere effekten av ulike blå-grønne løsninger for håndtering av overvann i norsk klima gjennom målinger. Vår erfaring er at blå-grønne tak må tilpasses de variasjoner i klima vi har i Norge for å kunne prestere slik vi ønsker i det aktuelle overvannshåndteringssystemet. Det er spesielt effekten og kapasiteten i kaldt vær vi er interessert i.

Selve vegetasjonen er ikke en del av Klima 2050 sitt primære fokus. Vi fokuserer mest på den «blå» funksjonen av det blå-grønne taket. Andre prosjekter blant annet ved Norges miljø- og biovitenskapelige universitet (NMBU) ser på klimautfordringene for vegetasjonen.



FIGUR 1. Prinsipiell oppbygging av grønne tak. Illustrasjon: Klima 2050



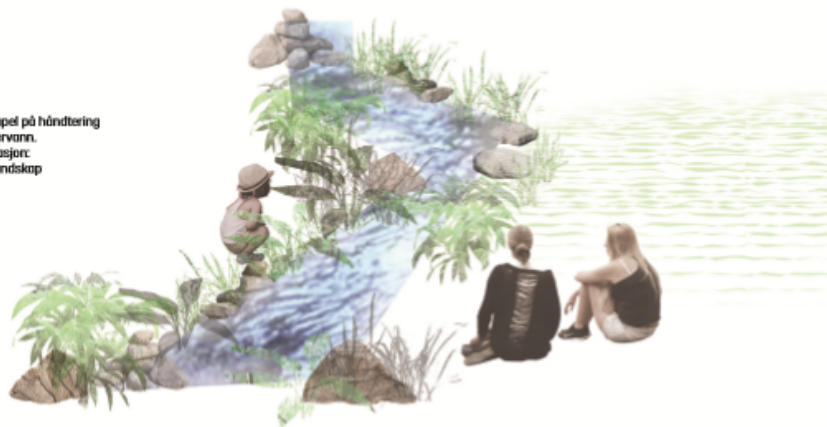
FIGUR 2. Klima er en utfordring for blå-grønne tak - Norden inndelt etter Köppen-Geiger klimaklassifisering. Illustrasjon: Meteorologisk institutt og Klima 2050

Klimatilpasning mer enn tekniske løsninger

Utvikling av klimatilpasning er nært knyttet til

- Organisering, ansvar
- Holdninger og adferd
- Tilgjengelige ressurser
- Verktøy, samarbeid, informasjon
- kunnskap og kompetanse

Eksempel på håndtering
av overvann.
Illustrasjon:
Link landskap



Gode nettverk gjør klimatilpasning mulig

Når vi skal sikre bygg og infrastruktur mot ekstreme klimapåkjenninger, holder det ikke å utvikle nye tekniske løsninger. Vi må også se på de underliggende samfunnsmessige barrierene. Mer samarbeid på tvers av kommuner og sektorer er ett av de viktigste tiltakene for å få tatt nye løsninger i bruk.

Kontaktpersoner:
Åshild Løppegaard Hauge
(SINTEF), **Mia Ebeltoft**
(Finans Norge)

SINTEF har undersøkt hvordan utfordringer av praktisk, politisk og personlig art kan utgjøre drivere eller barrierer for klimatilpasning av bygg og infrastruktur. Intervjuer med eksperter i statlige og private organisasjoner viser at det er en lang vei å gå.

Resultatene er presentert i rapporten Klimatilpasning av bygninger og infrastruktur – samfunnsmessige barrierer og drivere.

Kommunene mangler kapasitet
Mye av ansvaret for lokal klimatilpasning av bygninger og infrastruktur tilfaller kommunene. En barriere for klimatilpasning er at ansatte i mange kommuner ikke har kapasitet utover løpende oppgaver. Da blir det vanskelig å til-

egne seg ny kunnskap og bidra til strategienkning. Klimatilpasning konkurrerer med andre typer prioriteringer i kommunene, og da må det politisk vilje og kunnskap hos kommunepolitikere til for å få klimatilpasning til å skje. Dette fordrer at kommunene har et tydeligere økonomisk ansvar for klimatilpasning.

Samarbeid på tvers av sektorer og kommuner

Klimatilpasning er også sektorovergrepene, og stiller store krav til samarbeid på tvers av avdelinger. I intervjuene for denne undersøkelsen, er det spesielt samarbeidet mellom vann- og avløpsstaten og plan og bygningsstaten som blir trukket fram som essensielt. Også samarbeid mellom kommuner som f.eks. deler samme vassdrag, blir sett på som en driver for klimatilpasning.

Undersøkelsen viser at kom-

muneplaner og risiko- og sårbarhetsanalyser bør ha klare føringer for klimatilpasning, og at planer og ROS-analyser kan brukes mye mer aktivt enn det gjøres i mange kommuner i dag.

Skadedata på felles plattform

Gjennom å få et tydeligere ansvar vil kommunen også i større grad etterspørre og anvende skadedata (f.eks. forsikringskadedata) som viser de sårbare områdene. Det arbeides i dag på nasjonalt plan med å samle og brettelegge for tilgang til data om skader etter naturhendelser. I dag ligger det databaser om flom og skred, kostnader, sikringstiltak, geotekniske data og lignende i mange varianter hos ulike statlige og private aktører. Felles databaser er aktuelt på mange områder, men krever statlig ansvar og koordinering.

Forsikring og kostnader

Forsikringsordningene i Norge gir ikke gode nok insentiver for klimatilpasning og forebygging. Tidligere forskning har vist at naturskade-forsikring, naturskadeerstatning og statens skjønnsmidler etter naturskade fører til gjenoppretting, ikke til forebygging av nye skader. Inter-

vjuundersøkelsen vår viser også at det er et stort behov for kost-nytleanalyser for klimatilpasningstiltak, både for konkrete forebyggingstiltak og for klimatilpasning på overordnet nivå. Dette er tema som Klima 2050 vil adressere, gjennom samarbeidspartnere på BI.

Nettverk for læring og holdningsendringer

Kunnskapsheving og endring av holdninger til klimatilpasning skjer lettest gjennom læring i nettverk. Sosialpsykologien viser at hva andre mennesker – de vi ønsker å ligne – gjør, kanskje er den sterkeste påvirkningen på holdninger. Vi ser til andre i vår omgangskrets for å finne ut hva vi bør gjøre i ulike situasjoner, og vi søker ros og anerkjennelse. Tidligere forskning har vist at også kommuner imiterer hverandres løsninger og klimafokus. Godt fungerende nettverk på tvers av kommuner, organisasjoner og statlige aktører som jobber med klimatilpasning er derfor en av de viktigste måtene å oppnå at nye tekniske løsninger for bedre klimatilpasning av bygninger og infrastruktur tas i bruk.



Et stort antall veiledere er utviklet for å forberede samfunnet på klimaendringene. Ill: SINTEF Byggforsk

Overveldende mange veiledere om klimatilpasning

Klimaendringer vil føre til økende belastning på bygninger og infrastruktur i Norge. For å forebygge skader, og forberede samfunnet på klimaendringene, er det de siste årene utviklet et stort antall veiledere i klimatilpasning.

Kontaktperson:
Åshild Løppegaard Hauge

I senteret for forskningsdrevet innovasjon Klima 2050 ønsket vi å skaffe en oversikt over veiledere i klimatilpasning med informasjon om hvordan man kan unngå skader på bygg og infrastruktur som skyldes overvann, flom og skred. Vi har gjennomgått 84 veiledere/nettsider, samt intervjuet eksperter i private og offentlige overordnede instanser som arbeider med innføring av klimatilpasning.

For mange veiledere skaper forvirring

Ekspertene frykter at mengden veiledere kan føre til forvirring og usikkerhet hos beslutningstakere i kommuner og private organisasjoner, noe som i seg selv kan være en barriere for å oppnå klimatilpasning.

Den største andelen veiledere (22 %) handler om klimatilpasning av bygninger. 19 % handler om overvann, vannkvalitet, avløp og drenering. 14 % handler

om skred. 9 % handler om flom. 12 % prosent er om arealplanlegging og reguleringsplaner. 8 % av veilederne er om helhetlig planlegging. Ingen av veilederne om helhetlig planlegging forklarer koordinering mellom sektorer, hvordan man planlegger en beslutningsprosess og hvilke aktører som skal være en del av hvilke møter.

Mye bakgrunnsinformasjon – få praktiske tiltak

De fleste veilederne beskriver klimatilpasning på et generelt nivå, og fokuserer svært ofte på bakgrunnsinformasjon om klimaendringer heller enn å gå i dybden på praktiske tiltak. Det er et stort behov for beskrivelse av praktiske tiltak, spesielt for ansatte i mindre kommuner, som ofte mangler spesialkunnskap om prosjektering.

Hvem er målgruppen?

I mange av veilederne er det ikke spesifisert noen målgruppe, og det er dermed vanskelig å vite hvem de henvender seg til. Dette kan

gjøre kommunikasjonen mindre effektiv. De største andelen av veilederne er rettet mot en generell målgruppe (24 %), eller mot kommuner (31 %). Men ansatte i kommunene mangler ofte tid og kapasitet for å søke etter og lese veiledningsmaterieill om klimatilpasning. De har uttrykt ønske om en nettside som samler informasjon om klimatilpasning. Inntrykket blant ekspertene er likevel at nettsider som er mer temaspesifikke ser ut til å være mer i bruk enn generelle nettsider for klimatilpasning.

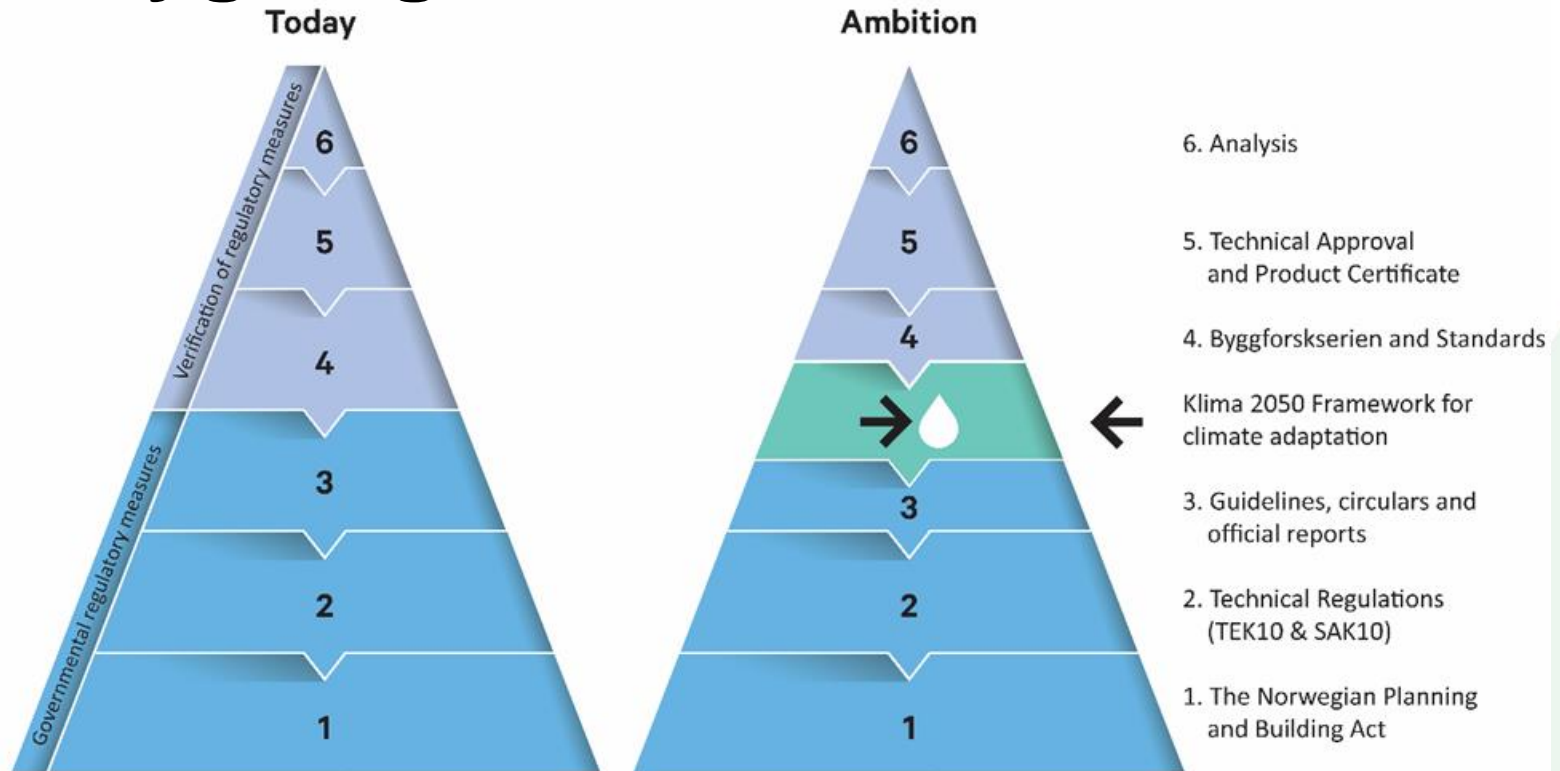
19 % av veilederne, anvisninger i Byggforskserien, er kanskje hovedsakelig rettet mot private aktører i byggebransjen, spesielt rådgivere. Bortsett fra Byggforskserien, er få veiledere spesielt rettet mot utbyggere/entreprenører eller tiltakshavere, men man kan håpe at veiledere med generell målgruppe når fram til disse. Private utbyggere står for 80% av reguleringsforslagene i norske kommuner, det kan derfor være behov for veiledere nymtet spesielt på utbyggere.

Fortsatt behov for egne veiledere om klimatilpasning

En enkel og rimelig form for kunnskapspredning, ville være å tilpasse eksisterende veiledere til nye grupper, og spre veilederne i kanaler som kan nå fram til disse nye målgruppene. Det bør også vurderes å presentere veiledningsmaterieill på en annen måte enn før, som gir rask forståelse og muligheter for rask implementering av konkrete tiltak. Bakgrunnsinformasjon om klimaendringer bør være støttelitteratur.

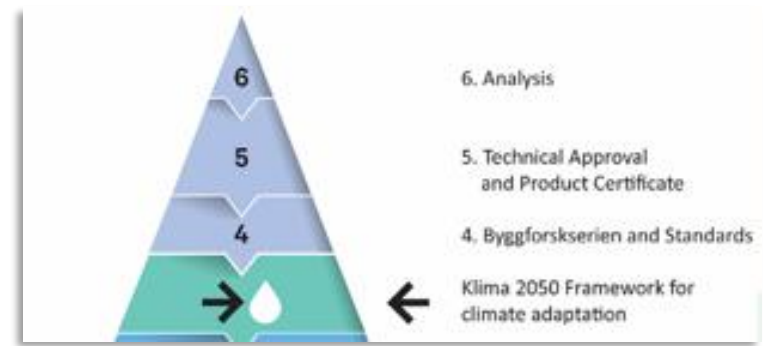
Nettverk og opplæring har stor betydning for om veiledere blir tatt i bruk. For at veilederne skal tas i bruk, må brukerne også ha et reelt behov for informasjonen. Det vil si at bruken fordrer at beslutningstakerne har ansvar for konsekvensene av beslutningene. Bruken av veiledere - og beslutninger om klimatilpasning - påvirkes derfor også av forsikringsmekanismer og de økonomiske konsekvensene dette gir.

Rammeverk for klimatilpasning av bygninger



The hierarchy of the Governmental regulatory measures. **Level 1:** The Norwegian Planning and Building Act (performance-based). **Level 2:** The regulations on technical requirements for building works (TEK10) and The regulations relating to building applications (SAK10). These are in part performance-based. **Level 3:** Guidelines, circulars and official reports from the Ministry of Local Government and Modernization that the Norwegian construction industry consider as “Pre-accepted solutions”.

Rammeverket



Arbeider langs tre hovedakser;

- 1) Utvikling av en omforent definisjon av hva vi mener med en klimatilpasset bygning
- 2) Utvikling av reviderte og omforente klimadata og klimascenariedata for bygningsdesign
- 3) Utvikling av en helhetlig metode for analyse og drift av bygninger som gir et tilstrekkelig nivå for risikoreduksjon knyttet til klimaendringer og klimapåvirkning for bygninger og bygningseiere

Klimatilpasning i FDV planer

Hvordan kan klimatilpasning konkretiseres og inkluderes i forvaltning, drift- og vedlikeholdsplanlegging ?

Case studier ved 3 aktuelle bygninger hos partnerne Statsbygg, Avinor og Trondheim kommune



Statsarkivet i
Kongsberg



Klimatilpassa store tretak



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 prøvebygg 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 modeller, 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 optimale 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.



Murte fasader

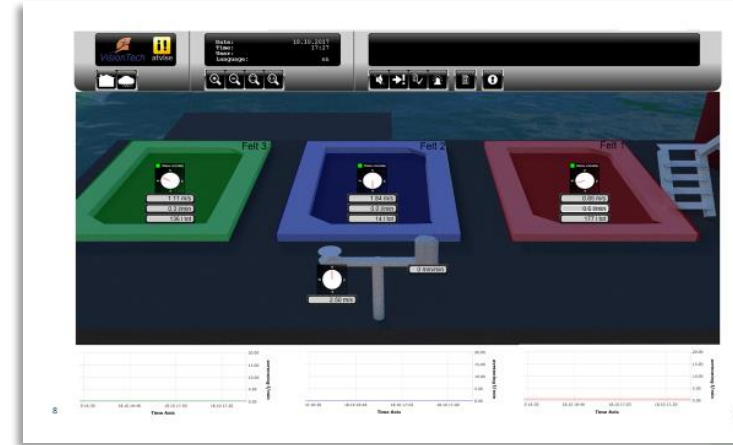
- Nye anbefalinger for økt regnmotstand for murte fasader

Slapø, F, Kvande, T, Bakken, N, Haugen, M & Lohne, J:
Masonry's Resistance to Driving Rain: Mortar Water Content and Impregnation. Buildings 2017, 7(3), 70



Blå-grå/blå-grønne tak

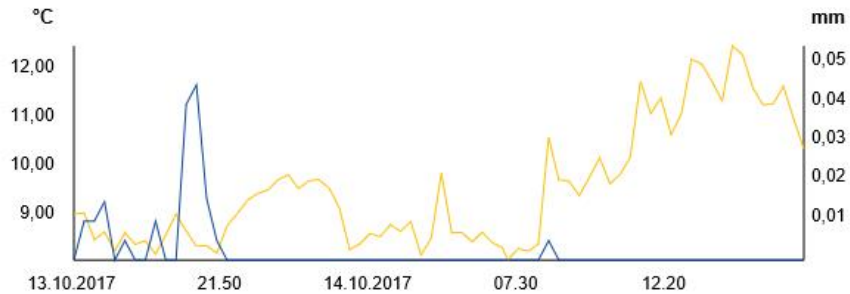
Etablert stort testfelt i Trondheim



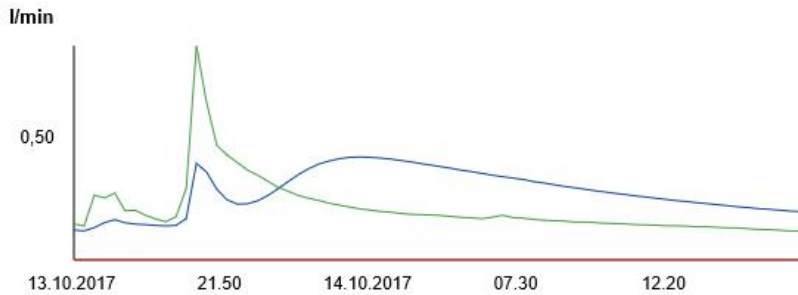
14.10.2017



Temperature and precipitation



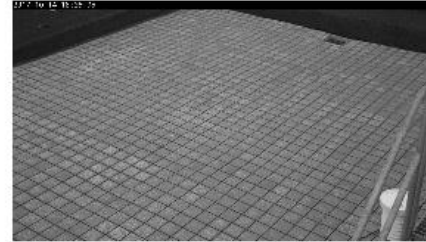
Runoff



19.00

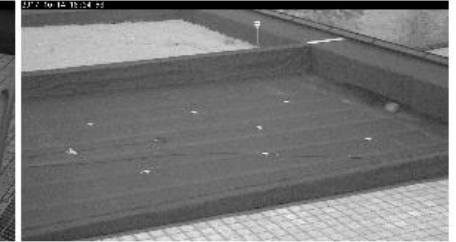
Bluegrey w/Leca & Multiblokk

18.35



Reference w/black roofing

18.34



Reference w/Bluegreen sedum roofing

18.34



Horizon

18.35



Ekspertter for fremtiden – PhD-prosjekter

PHD CANDIDATES



Lars Gullbrekken

PhD project: Climate adaptation of wooden roofs

Read more about the project [here](#)

lars.gullbrekken@ntnu.no



Birgitte Gisvold Johannessen

PhD project: Green roofs

Read more about the project [here](#)

birgitte.g.johannessen@ntnu.no



Manuel Franco Torres

PhD project: Consulting on

Management (IAM) uptake

manuel.franco.torres@ntnu.no



Aynalem Tassachew

PhD project: Flood risk

events under future climate

aynaalem.t.tasachew@ntnu.no



Vladimir Hamouz

PhD project: Blue-green solutions for stormwater management in urban environments in cold climate. Read more about the project [here](#).

vladimir.hamouz@ntnu.no



Bridget O'Brien Thodesen

PhD project: Blue-green roof solutions in cold climates

Maternity leave 2015-2017

bridget.thodesen@ntnu.no



Kaj Pettersson

PhD project: Potentials of

flooding risks in urban areas

Technology. Read more about

kajp@chalmers.se



Petter Fornes

PhD project: Landslides triggered

Read more about the project

petter.fornes@ntnu.no



Ola Thorseth

PhD-project: Learning from

Read more about the project

Ola.e.thorseth@bi.no



Silje Aspfaug

PhD-project: Building structures in contact with the ground/terrain

silje.aspfaug@sintef.no

POST.DOCS



Åshild Lappegard Hauge

Post.doc project: Decision processes for climate adaptation

Read more about the project [here](#)

ashild.hauge@sintef.no



Jardar Lohne

Post.doc project: Climate adaptation by maintenance and upgrading of existing buildings. Read more [here](#).

jardar.lohne@ntnu.no



Luca Piciullo

University of Salerno

Post.doc project: Performance analysis of landslide early warning systems at regional and local scales

Read more about the project [here](#).

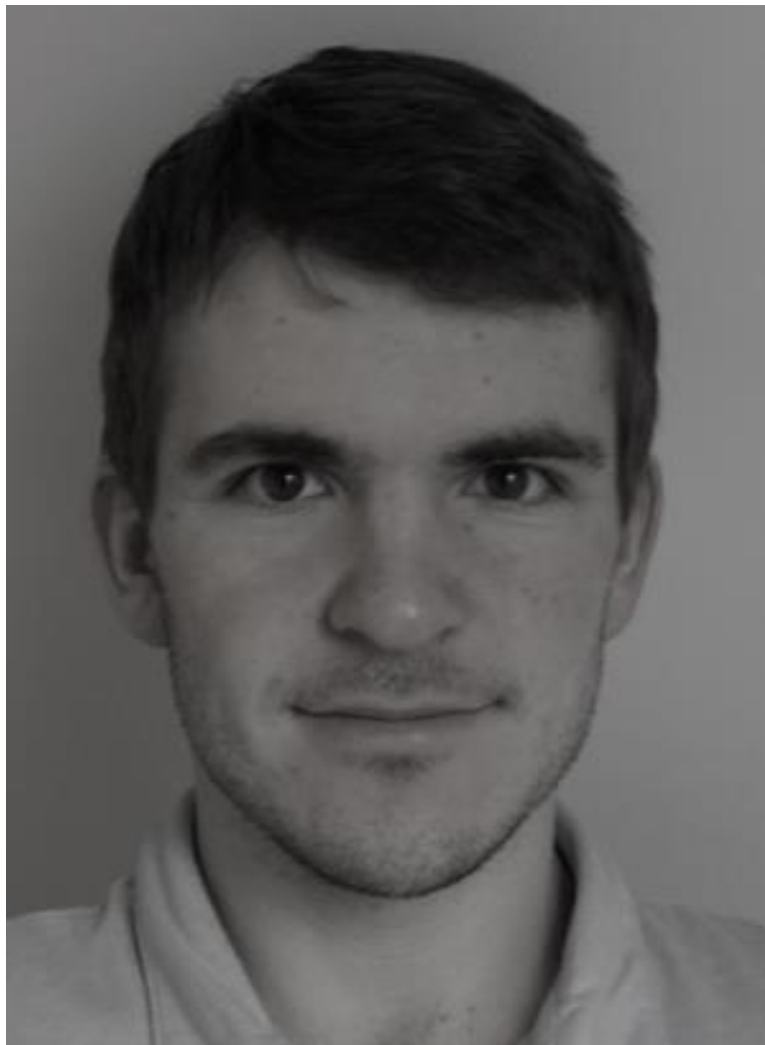
lucapiciullo@gmail.com



Luca Schiliro

University of Rome

Post.doc project: Physical modelling of landslide initiation at













Mastergrader i senteret – gode fagfolk

- Målsetning om minst **50 mastergrader** i Klima 2050
- Kandidatene kan vise seg frem for våre partnere
- Partnerne blir kjent med kandidatene gjennom våre samarbeidsarenaer



Best awards 2016:

BNL-sjef Jon Sandnes delte ut Næringslivsringens pris for beste master til Mareike Anika Becker

Climate adaptation in FM

- 80% of the building mass of 2050 is **already built**. Maintenance and Operations Management and upgrades is therefore an important focus area regarding climate adaptation.
- A mapping of research projects concerning climate adaptation with Norwegian partners within the field of FM showed that most of the research focused on **legislative and strategic** implementation of climate adaptation.
- Lack of adequate research related to implementation of **technical solutions** in existing buildings.





Case Study: Large public building owners

Map routines and planning tools based on an analysis of **case buildings** to assess the strategy and main challenges of FM at large public building owners, trying to answer:

- What are the characteristics of present day MOM-system for **climate adaptation**?
- What are the **challenges** to these systems?
- How can these systems be **improved**?





Case Study: Findings from the on-site inspections



Pine needles clogging the roof drainage system.



Pine needles clogging the roof drains.



Case Study: Findings from the on-site inspections



Clogged ventilation aperture of the wooden cladding, and run-off towards the building (building A)



Pine needles stopping the run-off of rain water on the roof (building A)



Results and discussion

Strategies ensuring climate adaptation through FM and upgrade plans should be further developed

Checklists with key climate adaptation factors should be developed based on a systems, solution and component review

Systems, solutions and components that are key factors in ensuring climate adaptation should be refined and further developed

This must be done in close collaboration with the building industry to ensure that new developments are market-ready, useable and applicable for the entire building sector



Further work

- Compare the FM-systems of several large public building owners, to **map the characteristics** of present day climate adaptation work.
- **Find crucial focus points** to reduce the amount of damages, and increase the life span of the buildings.
- **Suggest spesific improvements** to technical solutions and FM-routines.

Hva kan *Klima 2050* bety for kommunene?

1. **Kompetanseøkning - å lære**

- **Forskning og forskerutdanning** gir ny kunnskap om hvordan møte klimaendringene

2. **Møteplasser - et sted å lære og å formidle**

- Møte **partnere** og **næringsaktører**
- Demo prosjekter, skrifter, konferanser, web etc.
- **Inkubator** for nye ideer

3. **Å ta kunnskap i bruk**

- **Bruke kunnskapen** til bedre planlegging, beslutning, bygging, forvaltning og drift

4. **Å dele kunnskap**

- Å **videreformidle kunnskap** og erfaringer til andre kommuner og samarbeidspartnere.
- Å være en **kommunal stemme** inn i Klima2050 og å formidle fra den kommunale virkelighet.





Prosjekt Klimatilpasning - 5 pilotkommuner

Samarbeid mellom fylkeskommunen og 5 kommuner i 2016-17

Rissa kommune

6646 innbyggere

622 km²

(inkl Leksvik kommune etter hvert?)



Klimatilpasning
S-Trøndelag fylkeskommune
Pilot-kommune-nettverk

Midtre – Gauldal kommune

6336 innbyggere

1861 km²



Hemne kommune

4224 innbyggere

670 km²



Trondheim kommune

190.000 innbyggere

321 km²

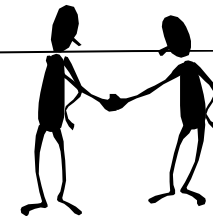


Oppdal kommune

6814 innbyggere

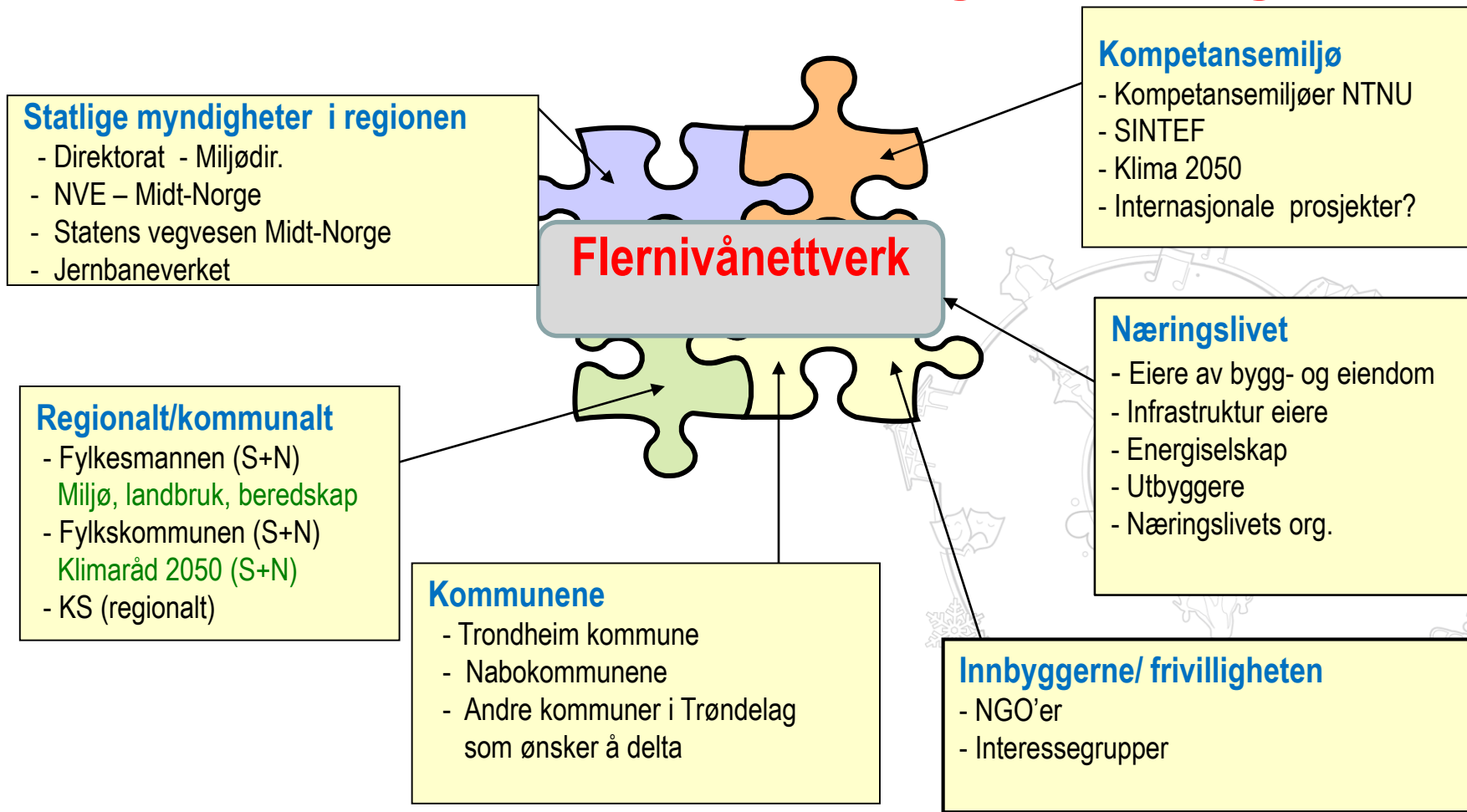
2274 km² (tilsv. Vestfold fylke)





Under etablering:

Samarbeidsforum; klimaomstilling i Trøndelag





Klimaomstilling = Klimagassreduksjon + klimatilpasning

Klimaomstilling
 Behovet for samfunnsendringer som:
 - Reduserer/opptar CO₂ utslipp
 - Fremmer klimatilpasning

Klimagassreduksjon
 Tiltak for utslippsreduksjon

Zen Centre
 Forskningscenter for 0 utslipp
 Smart Cities

Klimatilpasning
 Tiltak for tilpasning til et klima i endring

Klima 2050
 Forskningscenter for klimatilpasning av infrastruktur og bygg



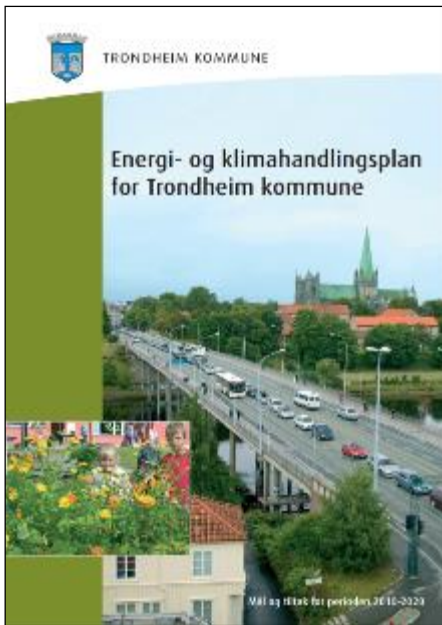


Trondheim:

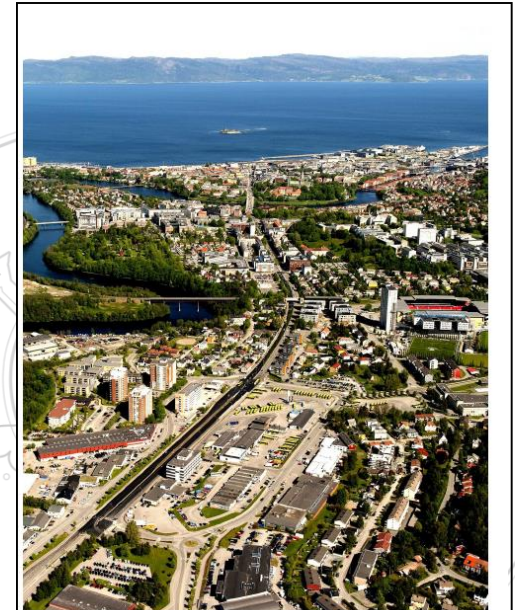
Kommunedelplan energi- og klima 2017-30

2010

2017



- **Kommunedelplan Energi og klima 2017-2030 på høring høsten 2016**
- **Ferdigstilles nov. 2016. Vedtas jan 2017**
- **Eget kap. om klimatilpasning** (kap.8)
- Mål og strategier
- **Ambisiøse utslippsmål foreslått!**
2020: - 25% utslipp av CO₂
2030: - 80% " "



Kommunedelplan: energi og klima 2017-2030

Høringsutkast





Mål og strategier – klimatilpasning

På høring – vedtas jan. 2017

Mål

I 2030 er Trondheim robust for å møte framtidige klimaendringer

Delmål

Arbeidet med klimatilpasning skal bidra til utvikling av klimasmarte og attraktive byområder



Eks. Kompetanseøkning – overvann

Tema: Grønne tak

Reduksjon av overvannsavrenning ved bruk av grønne tak

Samarbeid NTNU og T. kommune om doktorgradsarbeid

Birgitte Gisvold Johannessen

- 75 stilling ved NTNU
- 25% ved kommunalteknikk i T.K

Samarbeid med Klima2050



Eks. Fordrøyning av vannet

Fortetting og flere harde flater krever tiltak for å **forsinke vannet** for å unngå flomtopp og unngå skade

Eks. Åsveien skole i Trondheim

Regnbed



Fordrøyningsdam



Eks. fra andre steder: **Roskilde, DK**

Fordrøyningsdam

Eks. **Kombinasjon** av fordrøyningsdam og skateanlegg



Figur 12. Flerbruk av skateanlegg til flomkanal og fordrøyningsbasseng i Roskilde (foto: Søren N. Enevoldsen/Sne Architects og Rune Johansen).

Eks. Bekkeåpninger

Iladalen



Mer

- Blått

- Grønt

- Trivsel



Fisken er
tilbake i
bekken!



Bekkeåpning

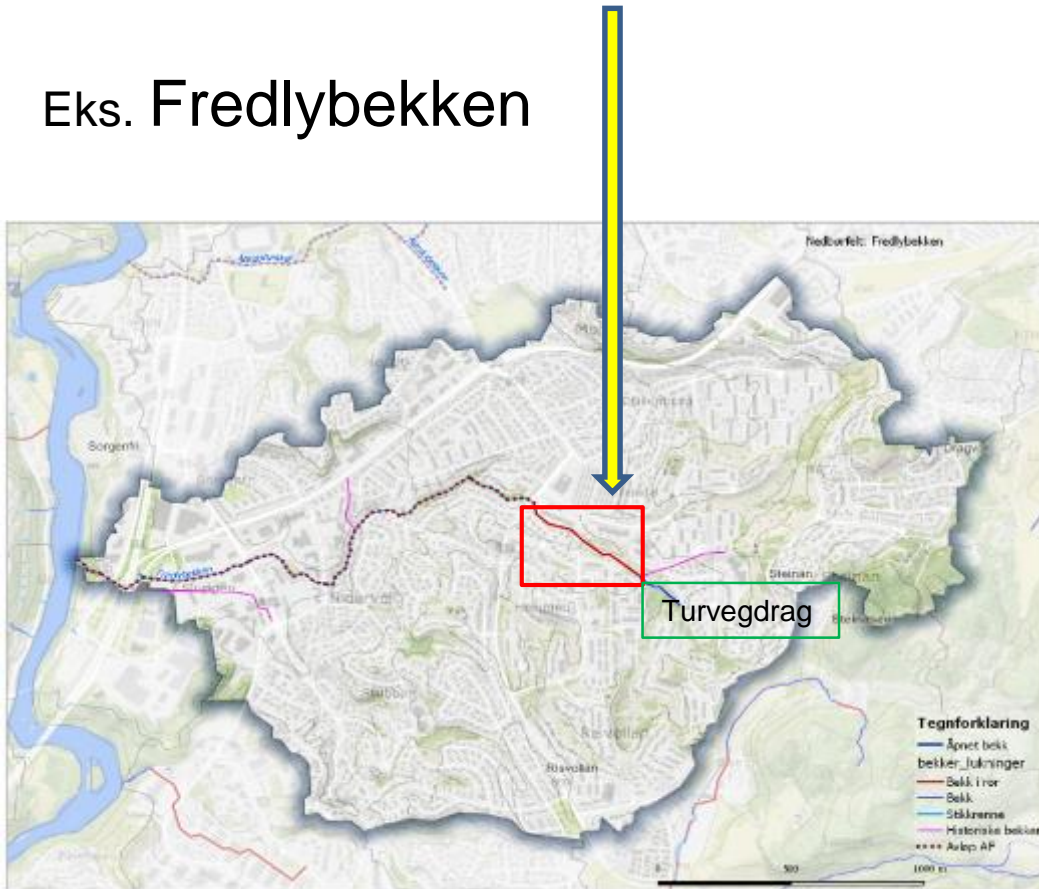
Eks. Sverresdalsbekken - fra Byåsen til Nidelva



Fisken er tilbake i
bekken!

Forslag om bekkeåpninger: Ikke alltid godt mottatt

Eks. Fredlybekken



Naboer protesterer mot åpning av Fredlybekken



Politikerne sa nei til bekkeåpning

Eks. Kompetanseøkning – fordrøyning av overvann

Høvringen renseanlegg

(rensar 2/3 av alt avløpsvann i Trondheim)

- Testfelt for forsøk med **blå-grønne** og **blå-grå** tak
- Målet er god **fordrøyningskapasitet** og å skape attraktive uteområder.
- PhD-arbeid (Vladimir Hamoz)
- Samarbeid med **Klima2050** og **partnerne** Saint-Gobain Weber Leca og Skjæveland gruppen



Bruk av perforert stein

Trondheim kommune ønsker å bidra innen viktige samfunnsområder!

Vi jobber for mer:

- klimarobuste
- klimasmarte
- attraktive
- trivselsskapene
- helseriktige

... byer, tettsteder og kommuner!



Oppsummering

1. Hovedfokus i klimaarbeidet: Reduksjon av CO₂ utslippene!

Klimaomstilling = klimagassreduksjon + klimatilpasning

2. Klimaendringene er her – nå!

Konsekvensene avhengig av i hvor stor grad vi er forberedt !

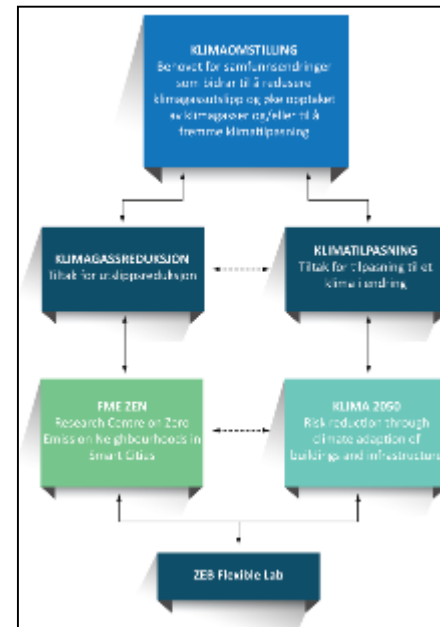
God beredskap viktig for å håndtere ekstremvær

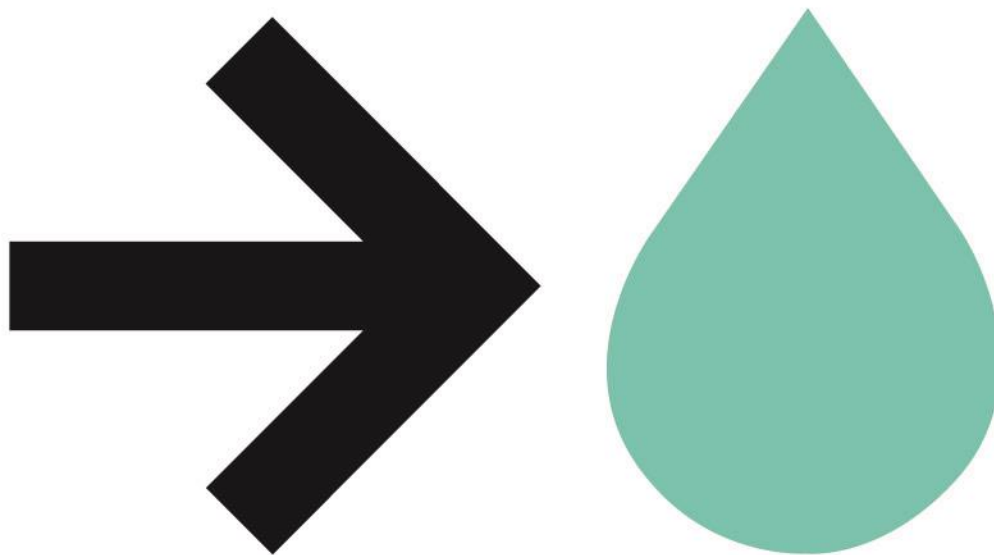
3. Klimatilpasning - langsiktig arbeid!

4. Gir mulighet også for bedre by- og stedsutvikling!

Flere blå-grønne løsninger!

5. Viktig å starte **nå** for å redusere konsekvenser og kostnader!





www.klima2050.no