**Innovasjon innen Sentre for forskningsdrevet innovasjon – en metaanalyse av erfaringer fra Klima 2050**

Jardar Lohne

Forsker, dr. art, NTNU, Institutt for bygg- og miljøteknikk

[jardar.lohne@ntnu.no](mailto:jardar.lohne@ntnu.no)

Postadresse:

Jardar Lohne

Institutt for bygg- og miljøteknikk, NTNU

7491 Trondheim – Norway

Nøkkelord: innovasjon, klimatilpasning, styrtregn, offentlig-privat forskningssamarbeid, bygninger og infrastruktur, senter for forskningsdrevet innovasjon

Forskningsrådets Sentre for forskningsdrevet innovasjon (SFI) er en ordning som er etablert for å utvikle kompetanse som er viktig for innovasjon og verdiskaping. I hvilken grad sentrene faktisk har evnet å fremme innovasjon i den tiltenkte grad har vært diskutert. Denne artikkelen tar for seg hvordan innovasjon er fremmet gjennom ett av disse sentrene, SFI Klima 2050.

Denne artikkelen er basert på en metaanalyse av kombinasjonen av overordnede mål og de produserte forsknings- og innovasjonsresultater. De analyserte studiene var basert på laboratorie- og feltmålinger, simuleringsteknikker, som semistrukturerte intervjuer og observasjonsstudier. I tillegg har pilotprosjekter utgjort en hovedarena for produkt- og prosessutvikling, samt for validering av tidligere forskning.

Analysen viser hvordan – både i hvilken grad og innenfor hvilke områder – partnerinteresse har utløst forskningsinnsats, utprøving i pilotprosjekter og innovasjoner. I tillegg vises hvordan denne produksjonen av «harde» resultater – målbare og kvantifiserbare – avhenger av systematisk oppfølgings og involveringsarbeid som har drevet frem de harde resultatene. Analysen viser også hvordan en sentral utfordring i senteret har vært å involvere alle arbeidspakkene i det tverrfaglig forsknings- og innovasjonsarbeidet innenfor rammene av senteret.

**Innovation within centres for research-based innovation – a meta-analysis of experiences from Klima 2050**

Keywords: innovation, climate adaptation, torrential rains, public-private research collaboration, buildings and infrastructure, centre for research-based innovation

The Research Council of Norway's Centres for Research-based Innovation (SFI) are established to develop expertise for innovation and value creation. How the centres have actually been able to promote innovation to the intended extent has been discussed. This article discusses how innovation has been promoted through one of these centres, SFI Klima 2050.

This article is based on a meta-analysis of overall objectives, and the research and innovation results produced. The analysis shows how partner interest has triggered research efforts, testing in pilot projects and innovations. In addition, it shows how this production of "hard" results – measurable and quantifiable – depends on systematic follow-up and involvement work that has driven the hard results. The analysis also shows how a key challenge in the centre has been to involve all the work packages in the interdisciplinary research and innovation work within the centre.

**Introduksjon**

Forskningsrådets Sentre for forskningsdrevet innovasjon (SFI) er en ordning som er etablert for å utvikle kompetanse som er viktig for innovasjon og verdiskaping. Langsiktig forskning i et nært samarbeid mellom FoU-aktive bedrifter og fremstående forskningsmiljøer skal styrke innovasjon, teknologioverføring, internasjonalisering og forskerutdanning. Som beskrevet i Forskningsrådet (2016:6) har SFI-konseptet […] sitt forbilde i «Competence Centres» som er etablert med gode erfaringer i mange andre land de siste 30 år. USA med National Science Foundations Engineering Research Centers som startet i 1985 var først, med et uttrykt mål om å integrere forskning og utdanning med teknisk innovasjon (National Science Foundation 2016). Siden oppstarten har 75 slike sentre blitt finansiert, med støtte på opptil ti år. I 2020 ble fjerde generasjon sentre lansert, kjent som Gen-4 ERCs (National Science Foundation, 2020).

AustraliasCooperative Research Centres (CRC) Program ble offisielt lansert i 1990 med de første CRCene etablert i 1991. Siden da har 230 CRCer blitt finansiert av den australske regjeringen som har bidratt med mer enn 4,7 milliarder AUD i CRC-programfinansiering . Ytterligere 14,9 milliarder AUD har kommet i form av kontanter og bidrag fra CRC-deltakere. i Sverige ble Kompetanseprogrammet lansert i 1993. Hvert senter har hatt et årlig budsjett på rundt 18 MSEK, hvorav de deltakende selskapene, finansieringsbyråene og vertsuniversitetene har finansiert omtrent en tredjedel hver. Det totale budsjettet for kompetansesenterprogrammet i løpet av deres levetid har vært rundt 4,9 BSEK. (Stern et al., 2019). En god oversikt over de ulike nordiske lands sentre (pluss Canada) gis i Meyer et al. (2019)

Den norske SFI-ordningen ble gitt en utforming som er tilpasset norske forhold, og framstår som en konkurransebasert, nasjonal satsing hvor Norges forskningsråd tildeler status og bevilgninger som SFI. Det altoverveiende inntrykk fra rapporter som har evaluert de ulike prosjektene innen ordningen er at dette i all hovedsak har vært en vellykket strategi – men i hvilken grad sentrene faktisk har evnet å fremme innovasjon i den tiltenkte grad har vært diskutert (Damvad Analytics, 2018).

Midtveisevalueringen av SFI-ordningen (Forskningsrådet, 2019) understreker hvor utfordrende det er å bedømme i hvilken grad dette lykkes. Innovasjon er en usikker øvelse og at det kan ta tiår før den endelige effekten kan måles. Samtidig kjennetegnes sentrene av variasjon når det gjelder hvilken type aktivitet de har, hvor omfattende partnergruppen er, samt hvordan det praktiske innovasjonsarbeidet gjennomføres.

Spørsmålet om hvordan og i hvilken grad innovasjon aktivt kan fremmes gjennom ordningen er ikke desto mindre essensielt, også i et finansielt perspektiv. Det er stipulert i midtveisevalueringen at ordningen omsatte for («total investment to date») mer enn syv mrd. NOK når alle bidrag fra Forskningsrådet, universiteter, forskningsinstitutter og industripartnere tas med (Forskningsrådet, 2019:4). Omfanget alene gjør det samfunnsmessig interessant å vurdere effekten.

Denne artikkelen tar for seg hvordan innovasjon er fremmet gjennom ett av disse sentrene, SFI Klima 2050. Klima 2050 har som hovedmål å redusere samfunnsrisiko økt nedbør i det bygde miljø som følge av klimaendringer. Denne artikkelen fokuserer på hvordan SFI Klima 2050 fremmer innovasjoner som reduserer samfunnsrisiko forbundet med klimaendringer i denne konteksten. I Klima 2050 er innovasjoner er forstått som «nye og forbedrede løsninger, produkter, prosesser og forretningsmodeller» som «utnytter de teknologiske løsningene i senteret» (Klima 2050, 2015).

Innovasjon forstås her som et interaktivt fenomen som kan stimuleres gjennom «samskaping» (samproduksjon). Konkret ønsker vi å vise hvordan Klima 2050 har organisert dette arbeidet og hvordan dette har hatt effekt på innovasjon.

Klima 2050 har et konsortium sammensatt av aktører fra næring, offentlig sektor og forskning som sammen har nøkkelroller i klimatilpasningen. Senteret leverer resultater på overordnet plan- og beslutningsnivå så vel som konkrete løsninger og prosesser for tilpasning til et klima i endring, slik som planarbeid, utvikling av systemer for overvannshåndtering og løsninger for fuktrobuste bygninger. Organiseringen av innovasjonsarbeidet innen senteret er imidlertid så langt ikke fyllestgjørende beskrevet. I det følgende vil vi undersøke dette arbeidet i lys av følgende forskningsspørsmål:

* Hvordan er innovasjonsarbeidet organisert?
* Hvilke effekter har innovasjonsarbeidet hatt?
* Hvilke utfordringer har man møtt?

I denne artikkelen ligger vekten på klimatilpasning av urbane landskap.

**2 Teoretisk rammeverk**

**2.1 Klimatilpasning av et komplekst system**

Stm 33 (2012-2013) «Klimatilpasning i Norge» sier tydelig at samfunnets evne til å håndtere virkningene av klimaendringer er nært knyttet til samfunnsorganisasjon, tilgjengelige ressurser, verktøy, samarbeid og informasjon, og til kunnskap om klimaendringer.» Tilpasning til klimaendringer handler derfor like mye om grunnleggende samfunnsprosesser av institusjonell og sosioøkonomisk karakter, som om tekniske begreper og løsninger (Tompkins et al. 2005).

Den grunnleggende tilnærmingen til klimatilpasning av urbane landskap kan forstås i henhold til minst tre analytiske perspektiver. For det *første* er det avhengig av en forståelse av de fysiske utfordringene som er involvert (tekniske løsninger og konsepter). Disse er verken isolerte eller adskilte i naturen; snarere danner de et nett med sammenvevde fysiske effekter. Oversvømmelser kan føre til skred, økt risiko for skred kan påvirke sikkerhetsklassifiseringen av byggeplasser og avrenning fra bygninger utfordrer kapasiteten til urbane dreneringssystemer.

For det *andre* er klimatilpasning av urbane landskap avhengig av å forstå hvordan de fysiske utfordringene kan veies og mestres for å komme til forhåndsbestemte mål. Slik mestring avhenger særlig av forståelse for byggeprosess og risiko. For det *tredje* er det avhengig av å være godt forankret. Spørsmål om beslutningstaking, implementering og forsikring er særlig interessant på et slikt nivå. Dette kan illustreres i følgende figur 1:

A picture containing graphical user interface

Description automatically generated

Figur 1: Illustrasjon av systemet påvirket av klimaendringer i det bygde miljø. Særlig fremtredende er effekten av økningen i kraftige regnvær i Norge.

Dette understreker et poeng som har vært kjent i debatten rundt klimatilpasning allerede lenge, nemlig at ulike sfærer påvirker hverandre, og at det derfor er nødvendig med en helhetlig tilnærming. Hvis det for eksempel er snakk om et tiltak som innebærer teknologiske endringer, en endring i atferd eller måten man organiserer seg på, så må man samtidig se på strukturer og systemer som kan lette eller forhindre at tiltakene materialiserer seg (O'Brien & Sygna, 2013; Daniels, Bharwani & Butterfield, 2019).

Overgangen fra klimakompleksitet til innovasjonskompleksitet kan informeres av innovasjonslitteraturen på mange måter. Diskusjonen rundt «ansvarlig innovasjon» (som forklart i Jakobsen et al., 2019) kan her være illustrerende. Forankret i et bærekraftperspektiv for det bygde miljø slik forklart i Haavaldsen et al. (2014), samt Lædre et al. (2015), faller Klima 2050 inn i feltet ansvarlig innovasjon. Et hovedpoeng hos Jakobsen et al. (2019) er hvordan det mangler gode beskrivelser av hvordan innovasjoner faktisk oppstår gjennom arbeidet ikke bare forskere, men også organisasjoner og andre aktører faktisk utfører, både hver for seg og i fellesskap – altså, hvordan komplekse utfordringer bør besvares med innovasjon. Dette viser seg særlig relevant i tilfeller hvor selve de grunnleggende rammene for interaksjon endres. Klimatilpasning må gjenspeile denne kompleksiteten. Løsningene må nødvendigvis integrere en rekke disipliner – fra forskning innen meteorologi, klimaendringer og naturfarer, gjennom praktisk innovasjon og applikasjoner i byarkitektur og byggebransjen og som kulminerer i tilpasning og implementering gjennom samfunnsplanlegging. Klimatilpasning av det bygde miljøet krever derfor tett samspill mellom flere forskjellige disipliner og interessenter.

Snarere enn de konkrete forsknings- eller innovasjonsresultatene er det selve dette samspillet og hvordan man fremmer det som opptar oss i det følgende.

**2.2 Innovasjon - klimatilpasning fra overordnede strategier til praktiske løsninger**

Flere har hevdet at klimaforskning generelt har liten direkte nytteverdi for politikere og andre beslutningstakere (NRC, 2009; Keller et al., 2021). Press for å øke forskningens praktiske innvirkning har ført til en overgang i tilnærmingene, fra en tilstand der forskere produserte klimainformasjon uavhengig av brukerne, til økte interaksjonsnivåer (Cash et al., 2003; Dilling & Lemos, 2011; Lemos , 2012; McNie, 2007; Meadow et al., 2015).

Samproduksjon i klimaforskning vil omfatte brukere med forskjellige motivasjonsinsentiver, forskjellige organisatoriske rammer og ulik kapasitet og interesser (Alexander & Dessai, 2019). Bremer et al. (2019) hevder at samproduksjon av klimaforskning er mer kompleks og mangefasettert enn klimaforskningen har vist hittil (Bremer & Meisch, 2017).

Som et svar på dette har Klima2050 blitt organisert i henhold til det Bremer og Meisch (2017) har kalt en "iterativ interaksjonslinse". Målet har vært et høyt nivå av interaksjon mellom partnerne i senteret. Bremer og Meisch (2017) beskriver fokuset for slike tilnærminger til å være å fremme samproduksjon av mer brukbar klimainformasjon mellom akademikere og andre interessenter, det vil si «samspillet mellom forskere og interessentdeltakere påvirker hvordan forskere driver vitenskap og hvordan interessenter forstå mulighetene og grensene for vitenskap» (Lemos et al., 2012, vår oversettelse).

Sett på denne måten er samproduksjon en prosess for å bedre forene tilbud og etterspørsel etter klimavitenskap på tvers av 'brukervennlighetsgapet' som skissert av Lemos et al., (2012) og gå videre enn en 'lasting dock' -modell (som beskrevet av Cash et al. (2006)), der vitenskapelige resultater avleveres fra vitenskapelige, klare til å bli implementert av brukere. Hovedvekten er mindre på å finne fundamentalt nye måter for klimavitenskap, som fullstendig integrerer ikke-forskere i forskningsprosessen, og mer på måter å tilpasse vitenskapelig informasjon til beslutningskonteksten gjennom regelmessig konsultasjon (Dilling og Lemos, 2011).

Som Frantzeskaki et al. (2019) kommenterer, kan eksperimentering i demonstrasjonsprosjekter gi kraftige verktøy for å lære og utvikle i fellesskap. Demonstrasjonsprosjekter gir muligheter for å spore kostnadene og fordelene ved faktiske "virkelige" eksempler når de er av passende størrelse (Fink 2016). Sjøtun (2019) viser hvordan demonstrasjonsprosjekter også virker i en bredere sammenheng enn den rent tekniske, nemlig som eksempler på hvordan teknologiutvikling, institusjoner og samarbeidsformer kan utvikles sammen, og slik gi legitimitet til innovative praksiser. Slike prosjekter produserer igjen data som gir grunnlag for forbedrete beslutningsprosesser. Et tydeligere fokus på å inkludere naturbaserte løsninger i byplanlegging og design gjennom å være urbane livslaboratorier vil være et av de trolige utfallene (Bulkeley et al., 2016; Voytenko et al., 2016 ).

Å endre den grunnleggende måten byggebransjen fungerer på vil møte motstand. Naney et al. (2012) understreker for eksempel hvordan det å vise fordelene ved innovasjon og hvilket potensiale innovative løsninger har ikke er nok til å ta steget fra innovasjon til implementering. Av spesiell betydning blant barrierene for klimatilpasning er atferd bestemt av informasjonssiloer. Ved informasjonssilo forstår vi her et insulært system der ett informasjonssystem ikke er i stand til interaksjon med andre som er, eller burde være, relatert. Informasjon deles derfor ikke tilstrekkelig, men forblir heller i hvert system. Aktiv samskaping på tvers av siloer - det være seg fagområder, selskaper eller offentlige etater – er nøkkelen til å overvinne utfordringer.

**2.3 Kunnskapshull**

Samfunnets evne til å håndtere virkningene av klimaendringer er nært knyttet til organisering, tilgjengelige ressurser, verktøy, ansvarsavklaringer, samarbeid og informasjon, og kunnskapsnivå og kompetanse (Anguelovski og Carmin, 2011). I praksis betyr dette at det er nødvendig å gjennomføre tverrfaglige tiltak for å mestre utfordringene den generelle karakteren av klimatilpasning fører til (Adger et al., 2003a; 2003b). Dette må også skje på flere nivå, fra tiltak i det fysiske nivå til institusjonell innovasjon (e.g. Patterson and Huitema, 2019).

Gode studier av hvordan innovasjonsarbeid kan struktureres i lys av denne optikken – flerfaglig og på flere nivå – er sjeldne. Samspillet mellom bransjepartnerne og forskningspartnerne er understreket som av særlig betydning – i noen slike konstellasjoner er partnerskap ofte funnet å være ensidige, slik at industrien bare fungerer som finansieringskilder – for å få reell interaksjon for innovasjon. Men hvordan dette skjer i praksis er lite studert. I tillegg synes det å finnes lite sammenlignbare data for forskningsprosjekter – den praktiske organisering av slike synes overraskende lite studert.

De grunnleggende prinsippene for analysen stammer fra selve senterorganiseringen; målet for senteret er å skape innovasjoner, og disse er typisk konkrete. Dette formålet gjenfinnes også i skillelinjene mellom analysens ulike akser – «harde» og «myke» resultater (se under), samt «tekniske løsninger og konsepter», «prosess» og «beslutningsverktøy og -støtte». Denne aktiviteten har sin basis i selve formålet for Klima 2050s aktivitet; altså, det må være relevans for næringen, hvor relevansen for næringen har vært selve det avgjørende punktet.

**3 Metode**

**3.1 Forskningsdesign – metaanalyse**

SFI Klima 2050 har hatt som sitt hovedmål risikoreduksjon gjennom klimatilpasning av bygninger og infrastruktur. Denne artikkelen er basert på en metaanalyse av kombinasjonen av dette overordnede målet og forskningsresultatene. Metaanalyse skal her ikke forstås veldig teknisk, snarere i sin opprinnelige betydning som «analyse av analyser» (Glass, 1976).

De analyserte studiene var basert på laboratorie- og feltmålinger, simuleringsteknikker, som semistrukturerte intervjuer og observasjonsstudier. I tillegg har pilotprosjekter utgjort en hovedarena for produkt- og prosessutvikling, samt for validering av tidligere forskning. Samarbeid gjennom doktorgradsprosjekter, masteroppgaver, partnerdeltakelse og interessentgrupper har utgjort kjernen i all forskningsaktivitet.

Selve forskningsobjektet – SFI Klima 2050 – er analysert gjennom studier av sentrale evalueringsdokumenter (prosjektbeskrivelse, midtveisevaluering og internasjonal vitenskapelig komite se 3.3). I tillegg er styret i senteret evaluering av innovasjoner brukt som grunnlag for analysen. Snarere enn de faktiske resultatene – «harde» eller «myke» – er det selve organiseringen av senteret og hvordan denne har muliggjort innovasjon som er i sentrum for analysen.

**3.2 Litteraturgjennomgang**

Litteraturgjennomgangen til undersøkelsen ble utført september 2020-februar 2021. Hovedsøkemotoren som ble brukt var Google Scholar, i tillegg til den norske biblioteksdatabasen Oria.

**3.3 Dokumentstudie**

Gjennom hele sin eksistens har senteret produsert en serie dokumenter som strategidokumenter, kommunikasjonsplaner og sammendrag av forskning som er utført.

Spesielt ble to dokumenter gransket.

For det første er den endelige versjonen av søknaden om senteret - utarbeidet og levert i 2014 - tatt som det reneste uttrykket for intensjonene som ligger til grunn for dannelsen av senteret.

For det andre er "Råd for Klima 2050 som senter" (2018) uttrykk for det eksterne synet på senterets funksjoner. I samsvar med retningslinjene fra det norske forskningsrådet ble det utpekt en internasjonal vitenskapelig rådgivende komité for å gi råd til senteret og representanter knyttet til vitenskapelig og pedagogisk kvalitet på forskningen, opplæringen og formidlingen, samt for å gjennomgå og kalibrere den generelle fremdriften og oppnåelsen av målene.

**3.4 Ekspertmøter**

Seks eksperter (senterleder, forskningsfaglig ansvarlig og arbeidspakkeledere) avholdt en serie møter fra februar 2020 til februar 2021. Der diskuterte disse de overordnede konsekvensene av klimatilpasning for de forskjellige disiplinene som er involvert.

**4 Resultater**

I det følgende presenterer vi først organiseringen av senteret før vi går inn på resultatene. Resultatene presenteres i to figurer. Her skilles de konkrete, observerbare resultatene (heretter de "harde resultater"), og «motoren» (heretter de "myke resultater") som har drevet frem de harde resultatene.

**4.1 Klima 2050 – senterorganisasjon**

Klima 2050 er ett (nasjonalt) senter for forskningsdrevet innovasjon (SFI) finansiert av Norges forskningsråd og partnerne i konsortiet. SFI-statusen gir mulighet til langsiktig forskning i nært samarbeid med næringsliv og forskningspartnerne med mål om å styrke Norges innovasjonsevne og konkurransekraft innen klimatilpasning. Konsortiets sammensetning er viktig for å kunne redusere samfunnsmessig risiko forbundet med klimaendringer. Senteret har 8 partnere fra privat sektor, 6 fra offentlig sektor og 5 forskningspartnere. SINTEF er vertskap for senteret og leder det i tett samarbeid med NTNU.

SFI Klima 2050 vil redusere samfunnsmessige risiko forbundet med klimaendringer, økt nedbør og flomvann eksponering i det bygde miljø. Senteret vektlegger på utvikling av fuktsikre bygninger, overvannshåndtering, blå-grønne/naturbaserte løsninger, og tiltak for forebygging av vannutløste jordskred. I tillegg forskes på samfunnsøkonomiske insentiver og beslutningsprosesser for klimatilpasning. Både ekstremvær og gradvise endringer i klimaet er i fokus.

Senteret har en generalforsamling og et senterstyre. Generalforsamlingen inkluderer alle partnere. Styret består av senterleder og partnerrepresentanter. Brukerpartnerne har flertall i styret og er valgt fra forskjellige grupper av brukerpartnere.

Forskningssenteret er organisert som en felles SINTEF/NTNU -enhet, arrangert av SINTEF. Senterledelsen deles mellom forskningsorganisasjonene SINTEF, NTNU, NGI, MET og BI. I alt 8 private virksomheter, 6 offentlige institusjoner og 5 forskningsinstitusjoner – blant annet i driften av 16 pilotprosjekter. Senteret omfatter slik store deler av verdikjeden innen norsk byggevirksomhet.

Det er lagt vekt på utvikling av fuktrobuste bygninger, håndtering av overvann, naturbaserte løsninger, tiltak for forebygging av vannutløste skred, sosioøkonomiske insentiver og beslutningsprosesser. Tilpasning til både ekstremvær og gradvise endringer i klimaet har blitt undersøkt.

**4.1.2 Industripartnere**

Partnergruppen er stabil. Bak denne stabiliteten synes det aktive utvalget av både private og offentlige partnere fra senterstyret før selve oppstarten av senteret å ha hatt betydelig innvirkning. Dette må forstås i lys av prosessen frem til etableringen av senteret, spesielt etableringen av den endelige søknaden. Prosessen frem til innsending av den endelige søknaden til forskningsrådet startet for første gang i 2004; dette første initiativet ble forlatt, til en omstart ble igangsatt i 2010, og deretter gjennom et dedikert prosjekt fra 2012. Den endelige søknaden ble sendt i 2014.

Senterets omfang var klarlagt helt fra begynnelsen. Interne styrker og svakheter ble identifisert og kartlagt. Basert på denne foreløpige analysen ble flere økter blant potensielle partnere gjennomført. Etter dette fulgte en innsnevring av både forskningsmål og partnergruppe.

Søknadsprosessen gjenspeilte denne prosessen. Forskningsrådet åpner for tilbakemelding på en foreløpig versjon av søknaden. Denne første tilbakemeldingen resulterte i en betydelig beskjæring av omfanget, noe som utelot noen partnere og forskningsmål i den endelige søknaden.

Det er verdt å merke seg at ikke bare ga denne langvarige etableringen av søknaden i samarbeid med partnergruppen stabilitet, den beredte også grunnen for tillitsfulle relasjoner. Resultatene av dette tillitsfulle forholdet kan observeres direkte ved etablering av pilotprosjekter. Mye ansvar for prosjektutformingen – inkludert ressursforvaltning – ble overført fra prosjekteierne til sentrale aktører blant de vitenskapelige partnerne. Liste over partnere med korresponderende nummerering ligger vedlagt i appendiks 3.

**4.2 Forskningsområdene og deres sammenheng**

Endringer i klimaet vil øke behovet for vedlikehold og fornyelse av en solid nøkkelinfrastruktur. Figuren illustrerer sektorer for samfunnspåvirkning i Klima 2050s forskning.

Klima 2050 inkluderer fire hovedforskningsområder (arbeidspakker), wp 1: klimaeksponering og fuktsikre bygninger, wp2: håndtering av overvann i små nedslagsfelt, wp3: skred utløst av hydro-meteorologiske prosesser og wp4: beslutningsprosesser og påvirkning, som hver igjen ble delt inn i 4-5 forskningstema.

I det følgende er disse tilsynelatende separate forskningsfeltene illustrert i henhold til deres indre sammenheng (både forekomst av hendelser og direkte årsakssammenhenger) og som et system av effekter drevet av økt nedbør.

Analysen presentert i det følgende har blitt organisert i henhold til de tre nivåene identifisert i teorikapittelet – tekniske konsepter og løsninger, prosessuelle resultater og beslutningsrelaterte spørsmål. Disse tre nivåene er ikke diskrete. Sistnevnte av disse to anses for eksempel som tverrgående spørsmål, ved at de påvirker alle aspekter av det overordnede forskningsprosjektet. En betydelig del av tidsskriftpublikasjonene har for eksempel hatt metodeutvikling som en av sine viktigste formål. Dette er ikke overraskende, gitt i hvilken grad prosjektet tar for seg upløyd mark. Samtidig gjør dette klassifiseringen utfordrende. På samme måte viser de tidsmessige aspektene ved studiene som er utført seg vanskelig å illustrere i en slik figur. Artikler om vedlikehold av bygninger, samt langsiktige sikringstiltak plasseres dermed i henhold til tematisk relevans i stedet for på en tidsakse. I figuren har det som har blitt oppfattet som de mest fremtredende delene av analysen bestemt plasseringen.

**4.3 Harde resultater – målbart og konkret**

Med harde resultater forstås de målbare konkrete resultatene fra prosjektet. De harde resultatene illustrert i figuren består av vitenskapelige tidsskriftpublikasjoner, pilotprosjekter og innovasjoner, gitt fargekoder og nummerert. De lyse og mørkeblå feltene representerer partnerinteresse slik dette har kommet til uttrykk gjennom senterets levetid. Flere harde resultater kunne ha blitt inkludert i analysen, særlig konferansepublikasjoner og masteroppgaver; figuren er imidlertid ment å illustrere en systematikk snarere enn å gi en fullstendig oversikt.

Map

Description automatically generated

Figur 2: Fordeling av harde resultater som rapportert i Klima 2050. Her vises hvordan interesse fra partnerne har resultert i forskningsresultater, pilotprosjekter og innovasjoner.

**4.3.1 Fargekoding og plassering av resultatene**

Fargekodingen følger skillet mellom resultatene nevnt ovenfor, der grønn farge representerer tidsskriftpublikasjoner, de røde elementene illustrerer pilotprosjektene organisert av senteret, og den oransje fargen representerer innovasjonene som kommer direkte ut av senteraktiviteten.

**4.3.2 Partnerinteresse som driver for forskning og innovasjon**

Figuren viser en oversikt over hovedforskningsinteressene til partnergruppen som er aktiv i senteret (fargekode mørkeblått (offentlig partner) og lyseblått (privat partner)). Som vi kan se, har senteret vært i stand til å fokusere både forskningsarbeid, etablering av pilotprosjekter og innovasjoner i henhold til denne partnernes hovedinteresser.

Senterets aktører har åpenbart ulike interessefelt. Verdt å legge merke til er den gjennomgående interessen for forskning på andre felt enn hva angår rent konkrete tekniske løsninger og konsepter. Dokumentgjennomgangen har vist at det er samstemmighet i partnergruppen om viktigheten av arbeidspakke fire (særlig knyttet til beslutningsprosesser). Selv om de ikke har vært sentrale i forskningsarbeidet oppfatter de denne arbeidspakken som helt uomgjengelig. Dette bygger på en omforent forståelse av at man må holde prosessens overordnede rammer i form av prosesser og beslutninger i ånde for å forstå hvordan man faktisk skal få til innovasjon. Det er ikke tydelig skille mellom de fleste partnere her – involvering er ulik, men vektlegging av sammenhenger mellom de ulike arbeidspakkene er delt av nær alle. I det hele har produktinnovasjon vist seg mindre viktig enn å sette sammen eksisterende kunnskap på nye måter.

Denne forståelsen er imidlertid ikke tilfeldig, men kommer som resultat av konsortiesammensetningen. Dannelsen av konsortiet hadde som utgangspunkt å få med «modne» bedrifter, i den forstand at man søkte partnere som faktisk forsto relasjonene mellom teknologi, prosess/beslutningsstøtte og faktisk god innovasjon. I tillegg har styreleder kommet fra den private siden. Dette har vært valgt for å sikre relevans for de innovasjonene som kommer ut av prosjektet.

**4.3.3 Forholdet mellom organiseringen av arbeidspakkene og de harde resultatene**

Arbeidspakkeorganiseringens natur gjør en klar redegjørelse for sammenfallet mellom deres oppgaver og presentasjonen av de harde resultatene en litt kompleks oppgave. Temaet for klimatilpasning er, som vi har sett i det teoretiske rammeverket, komplekst av natur. Denne kompleksiteten er innskrevet i prosjektets ambisjoner, og understreker behovet for «tett samspill mellom flere forskjellige disipliner» (prosjektbeskrivelse). Styret har i tillegg søkt relevans i arbeidet gjennom ekstrasett KPIer ; disse går i hovedsak på organisering av arbeidet, snarere enn direkte resultat.

En systematisk sammenheng mellom forskningsformål og harde resultater er ikke desto mindre helt klar. Som vi kan se, har alle forskningsfelt hatt tilknyttede partnere og produsert vitenskapelig produksjon i form av tidsskriftpublikasjoner. Pilotprosjektene og innovasjonene er mindre likt fordelt.

**4.3.4 Vitenskapelig publisering**

Senterets vitenskapelige publisering har i stor grad vært dominert av ph.d.-kandidatene. Som et senter for innovasjon har Klima 2050 lagt stor vekt på å forankre innovasjonsarbeidet i vitenskapelig analyse.

Basert på tilbakemeldinger fra den internasjonale komiteen, ble en fornyet plan for vitenskapelig publisering utarbeidet av forskningsutvalget ved senteret. Denne understreket hvordan en god vitenskapelig produksjonshastighet er avgjørende for å sikre kvaliteten på innovasjonsproduksjonen. Det er dermed den vitenskapelige bestrebelsen som skiller senterets funksjon fra rent industridrevet innovasjon, siden spesielt doktorgradsprosjektene har tillatt mer grundige tilnærminger over lange tidsperioder – og åpent for uventede fenomener som kan utnyttes kommersielt. Senterets forskningsutdanning fikk senere særlig positiv omtale i forskningsrådets midtveisevaluering av SFI-ordningen (Forskningsrådet, 2019). Listen over journalpublikasjoner presentert i figur 2 er her: <http://www.klima2050.no/scientific-journals>. Listen over partnere, pilotprosjekter og innovasjoner ligger ved som appendiks til denne artikkelen.

**4.3.5 Innovasjon – fra innovasjonsarena til pilotprosjekter**

Illustrasjonen av serien innovasjoner produsert av senteret er basert på en todelt prosess. Innovasjoner ble definert som «nye og forbedrede løsninger, produkter, prosesser og forretningsmodeller som utnytter teknologi utviklet i senteret og gir merverdi for interessentene og for samfunnet» (fra prosjektsøknaden, vår oversettelse). Liste over innovasjoner med korresponderende nummerering ligger vedlagt i appendiks 3.

Ved oppstarten ble senteret tenkt til å produsere sine innovasjoner ved bruk av en såkalt innovasjonsarena. Innovasjonsarenaen ble antatt å «fremme og tilrettelegge innovasjonsprosessene» gjennom etablering og utvikling av «en innovasjonsmodell og arbeidsmetoder basert på behov og ideer fra konsortiet» (fra prosjektsøknaden, vår oversettelse). Basert på workshops og dialog med andre bransjeinitiativer, samt på «opprettelse av klynger og konsortiemål for spesifikke innovasjoner» (fra prosjektsøknaden, vår oversettelse), skulle arenaen muliggjøre «overføring til løsninger fra forskningsdomenet til bruk» (prosjektapplikasjon). Innovasjonsarenaen ville dermed lette overføringen av «passende resultater fra forskningen […] til håndgripelige verktøy, metoder, teknologi og integrerte løsninger og den påfølgende introduksjonen av disse i industr»en" (fra prosjektsøknad, vår oversettelse).

I tillegg til denne relativt abstrakte innovasjonsarenaen, ble det for det andre laget en rekke pilotprosjekter. Fra starten var ideen å bruke disse til "testing av innovasjo»er" (fra prosjektsøknad, vår oversettelse). Før midtveisevalueringen av senteret hadde disse pilotprosjektene imidlertid erstattet innovasjonsarenaen som stedet hvor senteret fokuserte sitt innovasjonsarbeid ettersom slike pilotprosjekter viste seg å være mer tilpasset behovet for samspill mellom industriens behov og forskningsaktiviteter. At spesifikke partnere eide de ulike pilotprosjektene økte denne forankringen av forskning i konkrete industribehov.

Midtveisevalueringen understreket nytten av denne vendingen av innsats: «Siden oppstarten har senteret endret måten kunnskapsoverføringsprosjekter genereres på. Bruk av pilotprosjekter, med klare kriterier for hva som er et slikt prosjekt er en meget effektiv mekanisme og et eksempel på god praksis som kan brukes i stort omfang. Imidlertid bør et konstant fokus på generering av nye ideer og involvering av alle partnere ivaretas. ” (midtveisevaluering, vår oversettelse).

Ideene til partnerprosjektene har i stor grad systematisk blitt utdypet gjennom bruk av temasamlinger som diskusjonsarenaene.

Flere kriterier har bestemt oppstart av pilotprosjekter. For det *første* har innovasjonspotensialet til pilotene blitt vurdert. For det *andre* har potensialet for faktisk realisering av en mengde pilotprosjektet blitt grundig vurdert. Økonomiske bekymringer har vært viktige her, gitt at kostnadene for prosjektene i betydelig grad bæres av partnerorganisasjonen. Dette har konkret kommet til uttrykk ved at noen partnere tok rollen som prosjekteier til prosjekter. Etter dette har risikospørsmålet vist seg å være avgjøren–e - et betydelig antall piloter har ikke blitt realisert på grunn av motvilje fra partnere til å ta på seg risikoen.

For det *tredje* har tverrfaglighet veid betraktelig for dannelsen av pilotprosjektene. Klima2050 er pluridisiplinært – og med ambisjonen om å gi tverrfaglige resultater har koblingen av virkemåten til de forskjellige temaene som dekkes av arbeidspakkene vært avgjørende for å velge hvilke prosjekter som faktisk skal igangsettes. For det *fjerde* har det vært en eksplisitt ambisjon å involvere alle partnere i pilotprosjekter. For det *femte* har praktiske spørsmål spilt en betydelig rolle. Eksperimenttakene – grønt og blå-grønt etc. – som er etablert på Høvringen er her et godt eksempel. Muligheten for installasjonen av forskjellige takene på Høvingen, stilt til rådighet av partneren Trondheim Kommune, for eksempel, åpnet seg i lys av behovet for en rehabilitering av takene uansett. Spredningen i og kontinuiteten til partnergruppen har gjort at slike anledninger har vært mulig å utnytte. Pilotprosjektene er listet opp i appendiks 2.

**4.4 Myke resultater – «motoren» i arbeidet**

På bakgrunn av fremstillingen av de harde resultatene, kan «motoren» som har drevet de harde resultatene nå illustreres og forklares. Dette er det vi i det følgende kaller de «myke resultatene».

De myke resultatene fyller to behov. For det første er det behovet for å starte, koordinere og bestemme konkrete forskningstiltak innenfor den overordnede senterstrukturen. Denne innsatsen manifesterer seg vanligvis som forsknings- og kommunikasjonsstrategier og -planer. For det andre er det behov for spredning av resultatene blant partnerne. Dette behovet er i hovedsak oppfylt gjennom en lang serie noter. Kommunikasjonsarbeidet som går til et bredere publikum – slik som pressemeldinger eller artikler i fagpresse – er ikke inkludert i figuren. Alle temasamlinger har resultert i en note. Disse er derfor ikke inkludert i figuren.

Graphical user interface

Description automatically generated with low confidence

Figur 3: Fordeling av myke resultater som presentert i Klima 2050.

**4.4.1 Temamøtene**

Senterets kommunikasjonsstrategi fokuserer tydelig på Klima 2050-dagen, temasamlinger, nyhetsbrev og frokost-/lunsjmøter for partnergruppen. Opprinnelig var innovasjonsarenaen ansvarlig for «å starte og arrangere møter for mindre eller større grupper fra konsortiet» (prosjektsøknaden, vår oversettelse).

Betydningen av møtene bemerkes i midtveisevalueringsrapporten, som understreker at antall temasamlinger og fordelingen mellom WP/forskningsoppgaver bør inkluderes i KPI-ene til senteret.

Temasamlingene er generelt organisert for å presentere forskningsresultater (informasjon), for å anspore til diskusjon om resultatenes relevans og for å fremme informert diskusjon om hva som skal gjøres i henhold til perspektiver fra forskjellige partnere. På denne måten legger temasamlingene opp et tematisk felt der kunnskapshull, utfordringer og muligheter kan diskuteres. Flere av pilotprosjektene initiert av det overordnede prosjektet stammer fra slike diskusjoner.

**4.4.2 Klima 2050-noter: Partnereksklusivitet og samskaping**

Alle temasamlinger er dokumentert i Klima 2050-noter. Dette er imidlertid ikke den eneste dokumentasjonen som presenteres i dette formatet. Flere av resultatene illustrert i figur 3 representerer strategidokumenter, kommunikasjonsplaner og sammendrag av utført forskning. Disse er alle tidlig tilgjengelige for partnergruppen gjennom pålogging på nettstedet.

Denne ordningen sørger ikke bare for å gi partnerne en følelse av eksklusivitet, den fungerer også som et mye brukt redskap for refleksjon og debatt. Hvor den vitenskapelige produksjonen – «harde resultater», alt tilgjengelig via nettsiden – viser seg vanskelig for fagfolk i bransjen å vurdere, gir notatets kortere format materiale for interaksjon. Slik utgjør de myke resultatene metaforisk sett den kontinuerlige drivkraften bak de harde resultatene.

Denne samskapingsaktiviteten er avgjørende i finansieringsordningen. I et senter for innovasjon har forskning sin plass når den utføres i samarbeid med partnere. I tillegg til temaets interesse, kan denne strukturen gi reell innflytelse på både forskningsorientering og igangsetting av pilotprosjekt. Dette er en del av forklaringen på den jevnt høye deltakelsen på temasamlinger fra partnersiden og på frekvensen for nedlasting av materialet fra nettstedet. Listen over temamøter som presentert i figuren ligger her: <http://www.klima2050.no/klima-2050-note>.

**5 Diskusjon og konklusjon**

I denne artikkelen har vi undersøkt metodikken som ligger til grunn for innovasjonsarbeidet, effektene av dette arbeidet og utfordringene som er søkt overkommet.

I lys av analysen er det ikke overraskende at det finnes lite sammenlignbare data for forskningsprosjekter. Samhandling som driver for innovasjon slik det er beskrevet avhenger av faktorer som ikke direkte kan måles. Effektene av innovasjonsarbeidet er slik lite egnet til klare konklusjoner – snarere er en sannsynliggjøring av effekt gjennom analyse av den praktiske organisering det nærmeste man kan komme.

Som vist er det mest påfallende med hvordan Klima 2050 har organisert innovasjonsarbeidet vært den systematiske strukturen, på flere nivåer. For det første har partnerinteresser hele veien vært førende for det vitenskapelige arbeidet. Akademias langsiktige utforskning har slik hatt forankring i reelle behov hos partnere. Videre har partnernes engasjement – både økonomisk og i form av engasjement – i pilotprosjektene ført til at disse faktisk har fungert som en arena for innovasjon. For det andre er det påfallende å se i hvilken grad senteret har lykkes med å få ulike forskergrupper til å tenke som et senter. Selv om det har vist seg vanskelig å få enkelte deler av forskerfelleskapet til nettopp å agere som et forskerfellesskap, har den overordnede metodikken – fra partnerinteresse, via forskningsarbeid, til utprøving i piloter og frem til innovasjoner, alt smurt av den motoren vi har kalt de «myke resultatene» – blitt adoptert. Denne metodikken står ut som særlig vellykket ved Klima 2050. Den eksplisitte knytningen mellom aktiviteten omtalt som «myke resultater» og de overordnede målene med arbeidet er verdifulle bidrag til gjennomføringen av tilsvarende prosjekter.

Den tette knytningen mellom temamøter og harde resultater slik denne har vært praktisert i senteret har tydelig besvart spørsmål som tas opp i litteraturen. Hva angår direkte nytteverdi for politikere og andre beslutningstakere, for eksempel, har partnerne her kunne komme med direkte innspill til foreslåtte og pågående forskning, samt komme med signaler om behov for fremtidig innsats. Slik har forskningens praktiske nytte økt gjennom høye interaksjonsnivåer. Selv om det er vanskelig å vise tydelig, har trolig også denne praktiske tilnærmingen bidratt til å redusere betydningen av informasjonssiloer.

Slike insulære system der ett informasjonssystem ikke er i stand til interaksjon med andre som er, eller burde være, relatert, må aktivt søkes reduseres for at informasjon skal kunne deles tilstrekkelig, og ikke forbli i hvert system.

Vanskeligere er det å anslå de faktiske effektene av innovasjonsarbeidet. Systematikken – som beskrevet over – gjør resultatene i form av publikasjoner og pilotprosjekter kvantifiserbare. Selv om de kan telles er imidlertid betydningen av innovasjonene som er kommet ut vanskelig vurderbar.. I materialet undersøkt er det for eksempel ikke skillet i skala (liten/stor) innovasjon innført; muligheten til å spre innovasjonene til en bredere gruppe av partnere eller andre samarbeidende organisasjoner; ei heller skilles det mellom hvorvidt innovasjonen kan tas i bruk umiddelbart eller trenger videre utvikling. At innovasjonene i Klima 2050 ikke bare er tekniske av natur, men også knyttet til blant annet prosessutvikling og beslutningsstøtte understøtter potensialet identifisert i Sjøtun (2019), hvor innovasjoner kan skape nettverk og allianser, legitimitet og institusjonell forandring. Partnerstabiliteten må kunne betraktes som et indirekte parameter. At innovasjonene er spredt over et så bredt spekter av aktivitet sannsynliggjør også at den tilgrunnliggende arbeidsformen i senteret har vært bestemmende for at den utførte forskningen faktisk har resultert i innovasjoner.

Utfordringene knyttet til det å måle innovasjoner gjenspeiles til en viss grad i en manglende begrepsmessig fasttømring av hva som faktisk utgjør en innovasjon. Den beskrevne overgangen fra en innovasjonsarena til bruk av pilotprosjektene som stedet hvor faktisk innovasjon skjer reflekterer dette – innovasjonene i prosjektet er i høy grad særs praksisnære.

**7 Referanser**

Adger, N. W., Brown, K., Fairbrass, J., Jordan, A., Paavola, J., Rosendo, S., & Seyfang, G. (2003a). Governance for sustainability: towards a 'thick' analysis of environmental decisionmaking. Environment and Planning A, 35, 1095-1110. [https://doi.org/10.1068/a35289](https://doi.org/10.1068%2Fa35289)

Adger, N. W., Huq, S., Brown, K., Conway, D., & Hulme, M. (2003b). Adaptation to climate change in the developing world. Progress in development studies, 3(3), 179- 195. [https://doi.org/10.1191/1464993403ps060oa](https://doi.org/10.1191%2F1464993403ps060oa)

Alexander, M., Dessai, S. (2019). What can climate services learn from the broader services literature?. *Climatic Change* 157, 133–149. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02388-8>

Andenæs, E, Kvande, T, Muthanna, T.M & Lohne, J: [**Performance of Blue-Green Roofs in Cold Climates: A Scoping Review**](http://www.mdpi.com/2075-5309/8/4/55). Buildings 2018, Vol. 8(4), p. 55; doi:10.3390/buildings8040055, ISSN 2075-5309 (Published online 10 April 2018) https://doi.org/10.3390/buildings8040055

Anguelovski, I., & Carmin, J. (2011). Something borrowed, everything new: innovation and institutionalization in urban climate governance. *Current opinion in environmental sustainability*, *3*(3), 169-175. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2010.12.017>

J. Bakhshi, V. Ireland, A. Gorod Clarifying the project complexity construct: past, present and future Int J Project Manage, 34 (7) (2016), pp. 1199-1213 <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.06.002>

Bowen, G. A. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative research journal*. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>

Bremer, S., & Meisch, S. (2017). Co‐production in climate change research: reviewing different perspectives. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, *8*(6), e482. <https://doi.org/10.1002/wcc.482>

Bremer, S., Wardekker, A., Dessai, S., Sobolowski, S., Slaattelid, R., & van der Sluijs, J. (2019). Toward a multi-faceted conception of co-production of climate services. *Climate Services*, *13*, 42-50. <https://doi.org/10.1007/s10584-019-02388-8> <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2019.01.003>

Cash, D. W., Borck, J. C., & Patt, A. G. (2006). Countering the loading-dock approach to linking science and decision making: comparative analysis of El Niño/Southern Oscillation (ENSO) forecasting systems. *Science, technology, & human values*, *31*(4), 465-494. [https://doi.org/10.1177/0162243906287547](https://doi.org/10.1177%2F0162243906287547)

Daniels, E., Bharwani, S., & Butterfield, R. (2019). The Tandem framework: a holistic approach to co-designing climate services. *SEI Discussion Brief. Stockholm Environment Institute*. Stable URL: http://www.jstor.com/stable/resrep23003

Damvad Analytics (2018) Evaluation of the Scheme for Research-based Innovation (SFI) - Report for The Research Council of Norway, <https://www.forskningsradet.no/siteassets/publikasjoner/2018/evaluation_of_the_scheme_for-_research-based_innovation_sfi.pdf>

Dilling, L. & Lemos, M. C. (2011). Creating usable science: Opportunities and constraints for climate knowledge use and their implications for science policy. *Global environmental change,* 21, 680-68. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.11.006>

Forskningsrådet [Norwegian Research Council] (2016), Sentre for forskningsdrevet innovasjon SFI-I (2007–2014) <https://www.forskningsradet.no/siteassets/publikasjoner/1254021855087.pdf>, ISBN: 978-82-12-03504-1 (pdf)

Forskningsrådet (2019), Midway evaluation of 17 Centres for Research-based Innovation (SFI-III) - Evaluation Science and the Research System, <https://www.forskningsradet.no/siteassets/publikasjoner/midway-evaluation-of-17-centres-for-research-based-innovation-sfi-iii.pdf>, ISBN 978-82-12-03779-3 (pdf)

Hamouz, V, Lohne, J, Wood, J.R & Muthanna, T.M: [**Hydrological Performance of LECA-Based Roofs in Cold Climates**](http://www.mdpi.com/2073-4441/10/3/263). Water 2018, Vol. 10(3), p. 263; ISSN 2073-4441, doi:10.3390/w10030263

Hanssen-Bauer I, Førland EJ, Haddeland I, et al. 2017 Climate in Norway 2100. Oslo, Norway: The Norwegian Centre for Climate Services (NCCS)

Hanssen-Bauer, I.; Drange, H.; Førland, E.J.; Roald, L.A.; Børsheim, K.Y.; Hisdal, H.; Lawrence, D.; Nesje, A.; Sandven, S.; Sorteberg, A. Klima i Norge 2100—Kunnskapsgrunnlag for klimatilpasning oppdatert i 2015; Meteorologisk Institutt: Oslo, Norway, 2015

Hanssen-Bauer I., Drange H., Førland E.J., Roald L.A., Børsheim K.Y., Hisdal H., Lawrence D., Nesje A., Sandven S., Sorteberg A., Sundby S., Vasskog K. and Ådlandsvik B. (2009) Klima i Norge 2100. Bakgrunnsmateriale til NOU Klimatilpassing, Norsk klimasenter, September 2009, Oslo

Haavaldsen, T., Lædre, O., Volden, G. H., & Lohne, J. (2014). On the concept of sustainability–assessing the sustainability of large public infrastructure investment projects. *International Journal of Sustainable Engineering*, *7*(1), 2-12.

IPCC (2013). *Climate change 2013 – The Physical Science Basis.* The fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, Cambridge University Press, New York.

Jakobsen, S. E., Fløysand, A., & Overton, J. (2019). Expanding the field of Responsible Research and Innovation (RRI)–from responsible research to responsible innovation. *European Planning Studies*, *27*(12), 2329-2343.

Johannessen, B.G, Muthanna, T.M & Braskerud, B.C: [**Detention and Retention Behavior of Four Extensive Green Roofs in Three Nordic Climate Zones**](http://www.mdpi.com/2073-4441/10/6/671). Water 2018, Vol. 10(6), p. 671; ISSN 2073-4441, doi: 10.3390/w10060671

Johannessen, B.G, Hamouz, V, Gragne, A.S & Muthanna, T.M (2019) [**The transferability of SWMM model parameters between green roofs with similar build-up.**](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169419300071) Journal of Hydrology 2019, Vol 569 p. 816-828; ISSN 0022-1694, doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.01.004

Keller, K., Helgeson, C., & Srikrishnan, V. (2021). Climate Risk Management. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, *49*, 95-116. https://doi.org/10.1146/annurev-earth-080320-055847

Klima 2050 (2015), Faktaark - Reduksjon av samfunnsrisiko knyttet til klimaendringer på det bygde miljø, https://www.sintef.no/contentassets/7ebe07d9d88f4194a8ed05a0f31eb51c/klima2050\_faktaark\_2015.pdf

Lemos, M. C., Kirchhoff, C. J., & Ramprasad, V. (2012). Narrowing the climate information usability gap. *Nature climate change*, *2*(11), 789-794. https://doi.org/10.1038/nclimate1614

Lisø (2006). *Building envelope performance assessments in harsh climates: Methods for geographically dependent design*. Doctoral theses at NTNU 2006:185, Trondheim.

Laedre, O., Haavaldsen, T., Bohne, R. A., Kallaos, J., & Lohne, J. (2015). Determining sustainability impact assessment indicators. *Impact Assessment and Project Appraisal*, *33*(2), 98-107.

Madsen, H. M., Mikkelsen, P. S., & Blok, A. (2019). Framing professional climate risk knowledge: Extreme weather events as drivers of adaptation innovation in Copenhagen, Denmark. *Environmental Science & Policy*, *98*, 30-38. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2019.04.004>

Mcnie, E. C. (2007). Reconciling the supply of scientific information with user demands: an analysis of the problem and review of the literature. *Environmental science & policy,* 10, 17-38. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2006.10.004>

Meadow, A. M., Ferguson, D. B., Guiodo, Z., Horangic, A., Owen, G. & Wall, T. (2015). Moving toward the deliberate coproduction of climate science knowledge. *Weather, Climate, and Society,* 7, 179-191. <https://doi.org/10.1175/WCAS-D-14-00050.1>

Meyer, M., Kuusisto, J., Grant, K., De Silva, M., Flowers, S., & Choksy, U. (2019). Towards new Triple Helix organisations? A comparative study of competence centres as knowledge, consensus and innovation spaces. *R&D Management*, *49*(4), 555-573.

Naney, D., Goser C. and Azambuja M. 2012. Accelerating the adoption of lean thinking in the construction industry. Proceedings from the annual conference of the International Group for Lean Construction (IGLC), San Diego.

National Science Foundation (2016), Gen-3 engineering research centers (ERC) partnerships in transformational research, education, and technology. Washington, DC: National Science Foundation

National Science Foundation (2020), Engineering Research Centers, konsultert 17. Mars 2022, https://nsf.gov/eng/eec/erc.jsp

Niki Frantzeskaki, Timon McPhearson, Marcus J Collier, Dave Kendal, Harriet Bulkeley, Adina Dumitru, Claire Walsh, Kate Noble, Ernita van Wyk, Camilo Ordóñez, Cathy Oke, László Pintér, Nature-Based Solutions for Urban Climate Change Adaptation: Linking Science, Policy, and Practice Communities for Evidence-Based Decision-Making, BioScience, Volume 69, Issue 6, June 2019, Pages 455–466, <https://doi.org/10.1093/biosci/biz042>

NOU10 (2010). *Adapting to a changing climate - Norway’s vulnerability and the need to adapt to the impacts of climate change*, Official Norwegian Reports NOU 2010:10. In Norwegian.

NRC (2009). *Informing Decisions in a Changing Climate,* Washington, D.C., The National Academic Press.

O'Brien, K. (2012). Global environmental change II: From adaptation to deliberate transformation. Progress in Human Geography, 36(5), 667-676. <https://doi.org/10.1177/0309132511425767>

O'Brien, K., & Sygna, L. (2013, 19-21 June). Responding to Climate Change: Three Spheres of Transformation. Paper presented at the Transformation in a Changing Climate, Oslo, University of Oslo.

Patterson, J. J., & Huitema, D. (2019). Institutional innovation in urban governance: The case of climate change adaptation. *Journal of Environmental Planning and Management*, *62*(3), 374-398. https://doi.org/10.1080/09640568.2018.1510767

Sandberg, Eli; Økland, Andreas; and Tyholt, Inger Lise (2020) Natural perils insurance and compensation arrangements in six countries, Klima 2050 Report No 21E, ISBN: 978-82-536-1673-5

Sjøtun, S. G. (2019). A ferry making waves: A demonstration project ‘doing’institutional work in a greening maritime industry. *Norsk Geografisk Tidsskrift-Norwegian Journal of Geography*, *73*(1), 16-28.

[Snowden, D.](https://www.emerald.com/insight/search?q=David%20Snowden) (2002), "Complex acts of knowing: paradox and descriptive self‐awareness", [*Journal of Knowledge Management*](https://www.emerald.com/insight/publication/issn/1367-3270), Vol. 6 No. 2, pp. 100-111. <https://doi.org/10.1108/13673270210424639>

Meld. St. 33 (2012-2013). Klimatilpasning i Norge, Miljøverndepartementet

Statlige planretningslinjer for klima- og energiplanlegging og klimatilpasning, Kunngjort 28. september 2018, PDF-versjon 3. oktober 2018, <https://lovdata.no/static/lovtidend/ltavd1/2018/sf-20180928-1469.pdf>

Stern, P., Arnold, E., Carlberg, M., Fridholm, T., Rosemberg, C., & Terrell, M. (2013). *Long term industrial impacts of the Swedish competence centres*. Stockholm: VINNOVA.

Stoknes, P. E. (2015). What We Think about When We Try Not to Think about Global Warming: Toward a New Psychology of Climate Action. Chelsea: Chelsea Green Publishing.

**Appendiks 1: Partnere i Klima 2050**

|  |  |
| --- | --- |
| Partnere fra privat sektor | |
|  | Partner organisation |
| 1 | Skanska |
| 2 | Mesterhus |
| 3 | Multiconsult |
| 4 | Finans Norge |
| 5 | Skjæveland gruppen |
| 6 | Norgeshus |
| 7 | Leca |
| 8 | Isola |
| (9) | (Powel, trukket) |
| Partnere fra offentlig sektor | |
| 10 | Statens vegvesen |
| 11 | NVE |
| 12 | Avinor |
| 13 | Jernbanedirektoratet |
| 14 | Statsbygg |
| 15 | Trondheim commune |
| Forsknings- og utdanningspartnere | |
| 16 | SINTEF |
| 17 | NTNU |
| 18 | BI |
| 19 | Meteorologisk institutt |
| 20 | NGI |

**Appendiks 2: Pilotprosjekter**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Number | Navn | Fysisk lokalisering | Karakteristikk |
| 1 | Høvringen | Trondheim | Blå-grønne og grå tak |
| 2 | Stavanger airport Sola | Stavanger | Avising |
| 3 | Ovase |  | Kunnskapsportal |
| 4 | LARiMiT |  | Kunnskapsportal |
| 5 | Sveabakken | Hommelvik | Tretak |
| 6 | FV505 | Sandnes | Rensesystem |
| 7 | Trondheim town square | Trondheim | Overvannshåndtering |
| 8 | Network climate adaptation |  | Nettverk |
| 9 | Longyearbyen | Longyearbyen, Svalbard | Kompakt tak |
| 10 | ZEB-laboratory | Trondheim | Levende laboratorium |
| 11 | R5 | Oslo | Ombygging med grønt tak |
| 12 | Railway corridors | Bodø og IC Venjar-Eidsvoll | Skred og kollaps av fyllinger |
| 13 | RV3 | Ommangsvollen – Grundset/Basthjørnet (Hedmark) | Overvannshåndtering og vedlikehold |
| 14 | Trollstigen early warning | Trollstigen, | Skred og ras |
| 15 | Åmotstunet | Jessheim | Uluftet fundamentering av moduler |
| 16 | Stormwater planning |  |  |

**Appendiks 3: Registrerte innovasjoner**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ny forretningsaktivitet – nytt forretningsområde** | | **Introduksjon av nye eller forbedrede metoder/modeller/teknologier for økt verdiskaping** | | | | | | **Industriorienterne forsknings- og utviklingsresultater** | |
| **År** | **Nettside firma** | **Produkt** |  | **Prosess** |  | **Implementerende organisasjon** | **Partner(e)?** |  |  |
| **2016** |  | **Konveksjonssperre** | **1** |  |  | **Skanska, Mesterhus og Norgeshus** | **Ja** | **Høvringen – metode/prototype på blågrønt og -grått tak** | **12** |
|  |  | **Filtralight til vannrensing** | **2** |  |  | **Skjæveland og St. Gobain Leca** | **Ja** | **LaRiMit** | **13** |
|  |  |  |  |  |  |  |  | **Database Kvam** | **14** |
|  |  |  |  |  |  |  |  | **Metode for måling av perspesjon (task 3.5)** | **15** |
| **2017** | **Urbaneuterom.no** | **Ny belegningsstein** | **3** |  |  | **Skjæveland** | **Ja** | **Ovase.no** | **16** |
|  |  | **Ny fraksjon lettklinker til blå/grå tak** | **4** |  |  | **Leca** | **Ja** | **Nettverk Klimatilpasning** | **17** |
|  |  |  |  |  |  |  |  | **Nye anvisninger for lufting av tretak** | **18** |
| **2018** |  | **Alma regnbed** | **5** |  |  | **Skjæveland** | **Ja** | **Nye terskelverdier for varsling (til NVE)** | **19** |
|  | **Infiltrasjonsløsning Trondheim Torg** | **6** |  |  | **Trondheim kommune** | **Ja** | **Flom i by metode (Thea Skrede)** |  |
|  | **Kompakt tretak** | **7** |  |  | **Statsbygg** | **Ja** | **GIS-basert beslutningsstøtteverktøy implementering av blågrønne løsninger ( )** | **20** |
|  | **Kompakt tretak** | **8** |  |  | **Norgeshus** | **Ja** | **Rammeverk for å modellere forsikringsdata for flom/overvannshendelser (Klodian et al.)** | **21** |
|  |  |  | **Kalkulator som kan hjelpe til med fordrøyningsberegninger** | **9** | **Leca** | **Ja** |  |  |
|  |  |  | **Læring i nettverk** | **10** | **Trondheim kommune** | **Ja** |  |  |
| **2019** |  |  |  | **Vannplanlegging for klimarobust byutvikling** | **11** | **Multiconsult** | **Ja** | **Flomrisikomodell Aynalem** | **22** |
|  |  |  | **Anskaffelse klimatilpasset bygning** | **23** | **Trondheim commune** | **Ja** | **Phd metode for grønne tak** | **27** |
|  | **Infiltrasjonsanlegg Trondheim Torg** | **24** |  |  | **Trondheim Kommune** | **Ja** |  |  |
|  | **SINTEF TG for prefabrigkkerte overvannstiltak** | **25** |  |  | **SINTEF** | **Ja** |  |  |
|  | **Alma Smart Tank** | **26** |  |  | **Skjæveland** | **Ja** |  |  |