



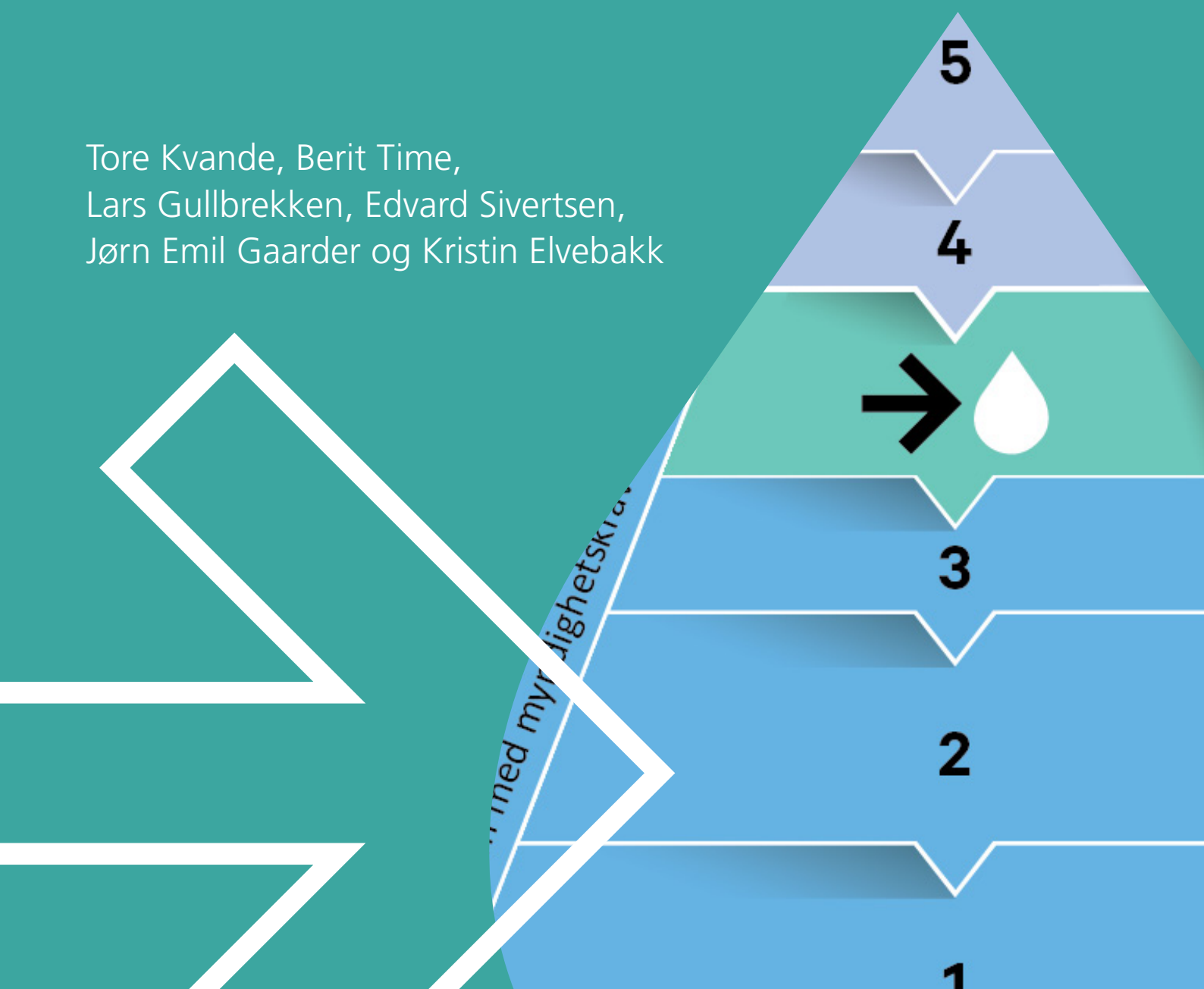
**KLIMA
2050**

RAPPORT

Nr. 40 – 2022

RAMMEVERK FOR KLIMA- TILPASSING AV BYGNINGAR

Tore Kvande, Berit Time,
Lars Gullbrekken, Edvard Sivertsen,
Jørn Emil Gaarder og Kristin Elvebakk





KLIMA 2050

Klima 2050 Report No 40

Tore Kvande (NTNU), Berit Time, Lars Gullbrekken, Edvard Sivertsen, Jørn Emil Gaarder og Kristin Elvebakk (SINTEF)

Rammeverk for klimatilpassing av bygningar

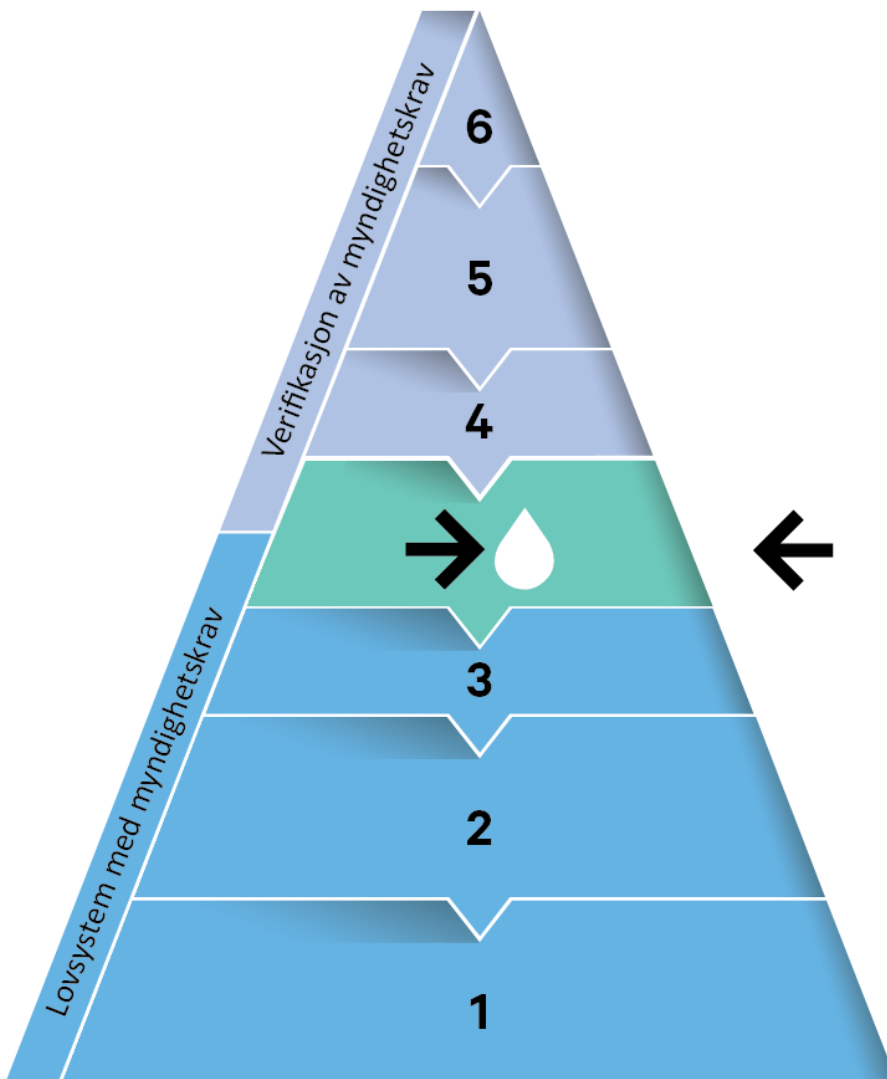
Keywords: Klimatilpassing, bygningar, overvannshandtering, fuksikring, regelverk

ISBN: 978-82-536-1789-3 (pdf)

Illustration front cover and page 3: Klima2050

Publisher: SINTEF Community, Høgskoleringen 7 b, PO Box 4760 Sluppen, N-7465 Trondheim

www.klima2050.no



6. Analyse

5. Tekniske godkjenninger og produktsertifikater

4. Byggforskserien og standarder

Klima 2050 rammeverk for klimatilpasning av bygninger

3. Veiledninger, rundskriv og meldinger
(Departement/direktorat/etat)

2. Forskrifter (TEK 17 og SAK 10) og kommunale retningslinjer.
(Regjering og kommunestyre)

1. Plan og bygningsloven
(Stortinget)

Forord

Denne rapporten presenterer eit rammeverk for klimatilpassing av bygningar. Rammeverket er meint å framheve myndigheitskrava til klimatilpassing, å vise til verktøy som kan vere til nytte for å verifisere at valte løysningar held, samt å presentere ei systematisk tenking for handtering av klimatilpassing. Rammeverket er fysisk vinkla og seier ikkje noko om prosess, organisering og samhandling.

Rammeverket er eit resultat av ein kontinuerleg aktivitet gjennom heile den åtte år lange prosjektperioden til Klima 2050. Temasamlingane oppsummerte i Klima 2050 Note 5, 22, 62, 76 og 127 har alle vore sentrale i utviklinga av rammeverket. Utviklinga har også nytt godt av Norgeshus sitt IPN-prosjekt *Verktøykasse for klimatilpassing av boliger* og masteroppgåvene til Torun Krangsås Vikan (Vikan 2016) og Julie Sandli Danbolt (Danbolt, 2018). Den grunnleggande rammeverksidéen vart presentert og diskutert i ein internasjonal vitenskapelig konferanse av Lisø et al. (2017). Alle tilbakemeldingar i prosessen har vore svært nyttige i utviklinga av rammeverket.

Klima 2050 – Reduksjon av samfunnsrisiko forbundet med klimaendringar på det bygde miljø er eit senter for forskingsbasert innovasjon (SFI) finansiert av Norges forskningsråd og partnerane i konsortiet. SFI-statusen gjer langsiktig forskning i nært samarbeid med privat og offentleg sektor mogleg, samt med andre forskingspartnerar som har som mål å styrke Norges innovasjons- og konkurransevne innan klimatilpassing. Samansettinga av konsortiet er viktig for å kunne redusere samfunnsrisikoen forbundet med klimaendringar.

Senteret vil styrke bedriftene sin innovasjonskapasitet gjennom fokus på langsiktig forskning. Det er også eit klart mål å legge til rette for tett samarbeid mellom FoU-aktive bedrifter og framifrå forskingsgrupper. Det blir lagt vekt på utvikling av fuktbestandige bygningar, overvannshandtering, blågrøne løysingar, tiltak for førebygging av vannutløyste skred, sosioøkonomiske insentiv og beslutningsprosessar. Både ekstremvêr og gradvise endringar i klimaet blir sett på.

Vertsinstitusjonen for SFI Klima 2050 er SINTEF Community, og senteret blir leia i samarbeid med NTNU. Dei andre forskingspartnerane er Handelshøyskolen BI, Norges Geotekniske Institutt (NGI) og Meteorologisk institutt (MET Norge).

Industripartnerane representerer viktige delar av norsk byggenæring; rådgivarar, entreprenørar og produsentar av byggevarer og teknologi: Skanska Norge, Multiconsult ASA, Mesterhus, Norgeshus AS, Leca Norge AS, Isola AS og Skjæveland Gruppen AS. Senteret inkluderer også viktige offentlege byggherrar og eigedomsutviklarar: Statsbygg, Statens vegvesen, Jernbanedirektoratet og Avinor AS. Sentrale aktørar er også Trondheim kommune, Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Finans Norge.

Ein spesiell takk til Norgeshus i utviklinga av risikovurderingsoversikta presentert i rapporten og til Julie Sandli Danbolt som i si masteroppgåve (Danbolt, 2018) kartla relevante og nyttige hjelpemiddel ved prosjektering av klimatilpassa bygningar.

Trondheim, februar 2023

Berit Time
Senterleder
SINTEF Community

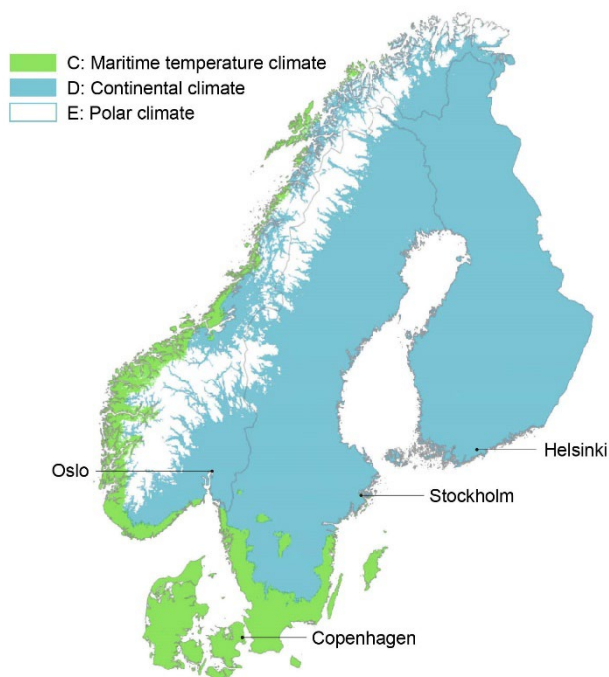
Innhald

FORORD.....	5
1 BEHOV FOR KLIMATILPASSING.....	7
1.1 NORSK KLIMA	7
1.2 BYGNINGSREGELVERK OG OPPFYLLING AV KRAV OM KLIMATILPASSING	8
1.3 OM RAMMEVERKET.....	8
1.4 KLIMATILPASSING I ANDRE SYSTEM.....	9
1.5 EKSEMPEL PÅ KLIMATILPASSING AV BYGNING	9
2 RAMMEVERK FOR KLIMATILPASSING.....	10
2.1 KLIMATILPASSA BYGNING – DEFINISJON	10
2.2 KLIMATILPASSING I BYGNINGSREGELVERKET	10
2.2.1 <i>Plan og bygningsloven (pbl)</i>	10
2.2.2 <i>Område</i>	11
2.2.3 <i>Tomt</i>	11
2.2.4 <i>Bygning</i>	12
2.2.5 <i>Klimaendring</i>	13
2.3 NYTTIGE VERKTØY VED PROSJEKTERING	13
2.3.1 <i>Om grunnlaget for oversikta</i>	13
2.3.2 <i>Å få tak i rett kompetanse</i>	13
2.3.3 <i>Område</i>	13
2.3.4 <i>Tomt</i>	16
2.3.5 <i>Bygning</i>	17
2.3.6 <i>Klimaendring</i>	19
2.4 RISIKOVURDERINGSMOMENT VED PLANLEGGING OG PROSJEKTERING	19
2.4.1 <i>Plassering på tomt/orientering av bygning</i>	20
2.4.2 <i>Konstruksjon mot grunn</i>	20
2.4.3 <i>Tak</i>	21
2.4.4 <i>Vegg/fasade</i>	22
3 EKSEMPEL PÅ KLIMATILPASSING AV NULLUTSLEPPSBYGG.....	23
3.1 PROBLEMSTILLING	23
3.2 TILPASSA BYGNINGSUTFORMING	23
3.3 REDUSERT MATERIALBRUK OG LANG LEVETID.....	25
3.4 KLIMATILPASSA BIPV	27
3.5 REDUSERT ENERGIBRUK TIL DRIFT	28
3.6 TILRETTELAGT FOR FUKTSIKKER BYGGEPROSESS	29
3.7 AUKA BRUKSKVALITET OG OVERVANNSHANDTERING RUNDT BYGGET	31
4 LITTERATUR	33

1 Behov for klimatilpassing

1.1 Norsk klima

Norge er eit langstrakt land med høge fjell, djupe dalar og lang kystlinje. Topografien og den geografiske plasseringa gir store lokale forskjellar i temperatur, nedbør og vindstyrke over korte avstandar. Òg årstidsvariasjonane kan vere ekstreme. Det norske klimaet har alltid stilt strenge krav til plassering og utforming av bygningar, og fører kvart år til omfattande skadar på det bygde miljøet. Levetida til material og konstruksjonar avheng sterkt av dei lokale klimaforholda. Klimaforskjellane i landet er illustrert i figur 1.1. Utfordringane er nærmare forklart i Lisø og Kvande (2007).

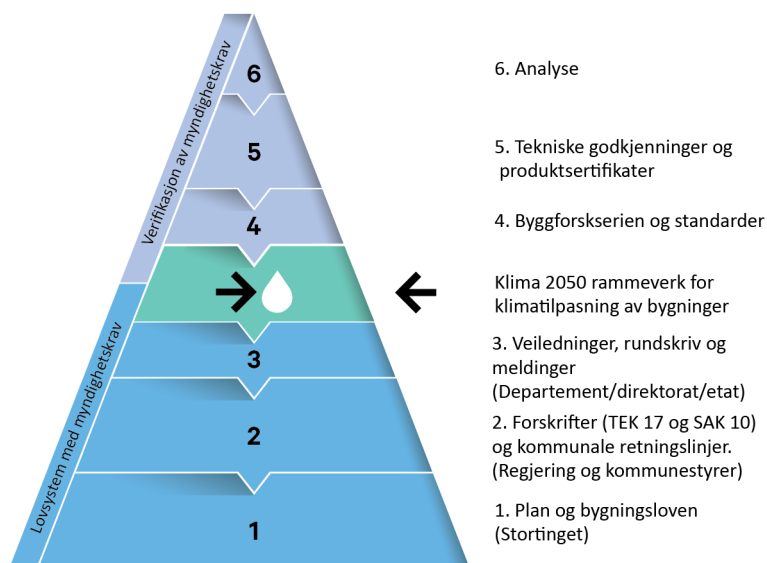


Figur 1.1: Norden inndelt i ulike klimasoner i tråd med Köppen si klimaklassifisering (Thodesen et al. 2018).

Global oppvarming forsterkar no sårbarheita til det bygde miljøet. Klimaendringane vil føre til varmare og våtare vår, og bygningskonstruksjonar i deler av landet må tåle større fukt-påkjenningar. I følgje senario for klimaendringar i Norge (Hanssen-Bauer et al., 2015) må vi rekne med at det vil kome 20% meir nedbør om hundre år enn i dag. Mildare klima gjer dessutan at meir av nedbøren vil kome som regn om vinteren, men delar av landet vil likevel oppleve auka snølastar på tak (Tajet og Grinde, 2022). Styrregnepisodane blir kraftigare og kjem oftare. Det gir større og hyppigare regn flaumar. Samtidig er det venta at snøsmelteflaumane blir færre og mindre. Spesielt Austlandet er venta å få meir lokal, kortvarig og intenst nedbør i åra som kjem. Våtare vår vil gi trøbbel for bygningar og for handtering av overvatn i urbane område. Auka berekraft inneber å sikre forsvarleg og lang levetid for våre bygningar ved å ta omsyn til framtidig klima i prosjekteringa.

1.2 Bygningsregelverk og oppfylling av krav om klimatilpassing

For oppføring av nye bygningar gir lov om planlegging og byggesaksbehandling (plan- og bygningsloven - pbl) generelle krav til bygningen (tiltaket) og området der bygningen skal førast opp. Meir spesifikke krav til tekniske løysingar og gjennomføring av byggeprosessen er gitt i Byggteknisk forskrift (TEK17) og Byggesaksforskriften (SAK10). Veiledning til TEK17 forklarar krava i forskrifta og gir preaksepterte ytingar som vil oppfylle krava. Veiledninga til SAK10 gir tilsvarande forklaringar av SAK10-krava samt føringar for korleis krava kan oppfyllest i praksis. Figur 1.2 viser skjematisk samanhengen mellom myndigheitskrav og korleis dei kan svarast opp. Nivå 1, 2 og 3 i figuren omfattar myndigheitskrava som alle byggeprosjekt må tilfredsstillе, gitt i lov, forskrifter og rettleiingar. Her kan også ligge krav gitt i kommunale reguleringsplanar, men ein gjennomgang av reguleringsplanar gjort av Riise et al. (2021) viser at knapt nokon hadde tatt inn krav om klimatilpassing av bygning. Nivå 4, 5 og 6 viser hjelpemiddel og metodikk som kan brukast for å vise at tiltaket oppfyller krava.



Figur 1.2: Myndigheitskrav og verifikasjon. Plassering av Klima 2050 rammeverket for klimatilpassing av bygningar.

Dagens bygningsregelverk omhandlar ikkje klimatilpassing samla, men stiller krav til elementa som inngår i klimatilpassing kvar for seg, og kan derfor stå fram uoversiktleg. Òg korleis klimaendring skal takast omsyn til er ikkje tydeleggjort i dagens regelverk. Det er viktig at ikkje god klimatilpassing innan eit fag øydelegg for tiltaket som heilheit.

1.3 Om rammeverket

For å hjelpe prosjekterande i å svare opp dei klimautfordringane som bygningsregelverket peikar på, presenterer vi i denne rapporten eit rammeverk for klimatilpassing av bygningar. Rammeverket er meint å framheve myndigheitskrava til klimatilpassing, å vise til verktøy som kan vere til nytte for å verifisere at valte løysningar dug, samt å presentere ei systematisk tenking for handtering av klimatilpassing. Det er fysisk vinkla og seier ikkje noko om prosess, organisering og samhandling. Rammeverktøyet er plassert slik vist i pyramideillustrasjonen i figur 1.2 og omfattar:

1. ein overordna definisjon av kva klimatilpassing betyr,
2. samla presentasjon av myndigheitskrav til klimatilpassing,
3. tips til nyttige hjelpemiddel for oppfylling av myndigheitskrava og
4. risikovurderingsmoment til bruk i planlegging og prosjektering.

1.4 Klimatilpassing i andre system

BREEAM-NOR er den mest bruka miljøsertifiseringa for bygningar i Norge. Klimatilpassing er ein viktig del av den nye manualen v.6.0 for korleis bygge mest mogleg berekraftig. Manualen viser korleis ein best kan bygge berekraftig og miljøvennleg etter prestasjonar innan ni område: Leing, helse- og innemiljø, energi, transport, vatn, material, avfall, arealbruk og økologi samt forureining. Klimatilpassing er innarbeida i fleire av dei ni områda. Manualen viser til konkret metodikk. Risikoanalyse for klimatilpassing er lagt inn som eit minstekrav for dei høgaste sertifiseringsnivåa «Excellent» og «Outstanding». Innafor tema robuste konstruksjonsløysingar (Mat) blir prosjekt premiert som kan dokumentere robuste konstruksjonsløysingar som toler framtidig klima basert på risikokartlegging.

EU sin taksonomi for berekraftig finans inneheld heilt konkrete krav til klimatilpassing. Det er eit mål at BREEAM-NOR skal dekke eit behov for dokumentasjon i næringa og vere ein drivar for nytenking i planlegging og bygging for miljø og auka berekraft.

Også på europeisk nivå arbeider éin med verktøy for klimatilpassing av bygningar. EU-kommisjonen gjennomfører for tida ein studie for å samle og syntetisere eksisterande metodar, spesifikasjonar, beste praksis og rettleiing for klimatilpassa bygningar til eit teknisk rettleiingsdokument med praktiske råd til fagfolk/industriaktørar. Dokumentet er meint å kunne refererast til eller brukast i ulike EU politiske dokument. Rettleiaren «EU-level technical guidance for adapting buildings to climate change» er varsla gitt ut i 2023. Foreløpig finns eit utkast.

1.5 Eksempel på klimatilpassing av bygning

Rapporten avsluttar med eit eksempel på klimatilpassing av eit nullutsleppsbygg. Her gir vi oversikt over nokre av dei bygningsmessige problemstillingane vi støytte på i utviklinga av Klima 2050 piloten ZEB-laboratoriet i lys av klimaomstilling. Den gjennomførte klimatilpassinga var sentral årsak til at bygget i 2022 fekk både *Statens pris for byggkvalitet* og Bygg21 sin pris for beste praksis; *Betonghammeren*.

2 Rammeverk for klimatilpassing

2.1 Klimatilpassa bygning – Definisjon

Nemninga «klimatilpassa bygning» er tradisjonelt bruka som fellesnemning for konstruksjonar som blir planlagt, prosjektert og utført for å tole forventa lokal klimapåkjenning frå nedbør, snølast, vind, solstråling, temperatur og flaumvatn. Vi meiner at tilpassing til eit klima i endring må inkluderast i fokuset for å redusere samfunnsrisiko. Ved prosjektering av nye bygningar held det ikkje å sjå på vêret som har vore.

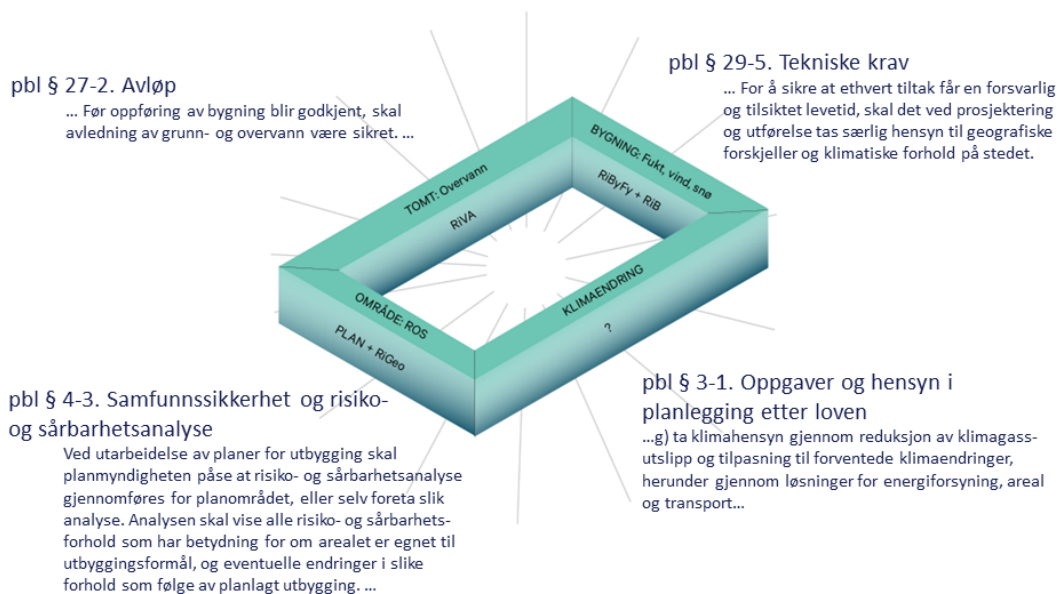


Figur 2.1: Eksempel på lokal klimatilpassing frå Nordkapp kommune. Bygningane er plassert i ly mellom to knausar ute på odden.

2.2 Klimatilpassing i bygningsregelverket

2.2.1 Plan og bygningsloven (pbl)

Dagens bygningsregelverk omhandlar ikkje klimatilpassing samla, men stiller krav til elementa som inngår i klimatilpassing kvar for seg. Figur 2.2 gir ei oversikt over lovteksten i pbl sortert på elementa *område*, *tomt*, *bygning* og *klimatilpassing* samt kven som normalt har ansvar for ivaretaking i ein plan- og byggesaksprosess. Korleis klimaendring skal bli ivaretatt er ikkje tydeleggjort i dagens regelverk.



Figur 2.2: Klimatilpassing i plan- og bygningsloven

2.2.2 Område

Om eit område er egna for utbyggingsformål blir vurdert i form av risiko- og sårbarhetsanalyse (ROS), ref. plan og bygningslova (pbl) § 4-3 og Byggteknisk forskrift (TEK17) kapittel 7 «Sikkerhet mot naturpåkjenninger»:

§ 7-1. *Generelle krav om sikkerhet mot naturpåkjenninger*

§ 7-2. *Sikkerhet mot flom og stormflo*

§ 7-3. *Sikkerhet mot skred*

§ 7-4. *Sikkerhet mot skred. Unntak for flodbølge som skyldes fjellskred*

Innleiinga til kapittel 7 peikar spesielt på at effekt av klimaendringar kan få betydning for både plassering av bygningar og for lastene dei skal tåle. Vidare er det poengtert at «plan- og bygningsloven med forskrifter skal bidra til at nye bygninger og konstruksjoner tilpasses et endret klima». Auka risiko for flaum og skred er peika på spesielt.

Ansvarleg for planregulering og RiGeo har eit spesielt ansvar når det gjeld vurdering om området er egna for utbygging.

2.2.3 Tomt

Rundt og under bygningen gjeld krav om bortleiing av grunn- og overvatn (pbl § 27-2 og TEK17 § 13-10, § 13-11 og § 15-8):

§ 13-10. *Fukt fra grunnen*

Rundt bygningsdeler under terreng og under gulvkonstruksjoner på bakken, skal det treffes nødvendige tiltak for å lede bort sigevann og hindre at fukt trenger inn i konstruksjonene.

§ 13-11. *Overvann*

Terreng rundt byggverk skal ha tilstrekkelig fall fra byggverket dersom ikke andre tiltak er utført for å lede bort overvann, inkludert takvann.

§ 15-8. *Utvendig avløpsanlegg med ledningsnett. Overvann og dredivann*

- (1) Overvann og dredivann skal i størst mulig grad infiltreres eller på annen måte håndteres lokalt for å sikre vannbalansen i området og unngå overbelastning på avløpsanleggene.*
- (2) Bortledning av overvann og dredivann skal skje slik at det ikke oppstår oversvømmelse eller andre ulemper ved dimensjonerende regnintensitet.*

Krav til handtering av overvatn og dredivatn er som regel, RiVA sitt ansvar.

2.2.4 Bygning

For sjølve bygningen gjeld overordna tekniske krav om forsvarleg og tilsikta levetid opp mot geografiske forskjellar og klimatiske forhold (pbl § 29-5). TEK17 stiller krav om å tåle fukt-, vind- og snøpåkjenning:

§ 10-2. *Konstruksjonssikkerhet*

- (3) Grunnleggende krav til byggverkets mekaniske motstandsevne og stabilitet, herunder grunnforhold og sikringstiltak under utførelse og i endelig tilstand, kan oppfylles ved prosjektering av konstruksjoner etter Norsk Standard NS-EN 1990 Eurokode: Grunnlag for prosjektering av konstruksjoner og underliggende standarder i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999, med tilhørende nasjonale tillegg.*

§ 10-3. *Nedfall fra og sammenstøt med byggverk*

- (1) Tak- og fasadematerialer med påmontert utstyr og innretninger skal utføres og festes slik at de ikke faller ned under forutsatte klimatiske forhold og dimensjonerende laster.*
- (2) Byggverket skal sikres slik at is og snø ikke kan falle ned på steder hvor personer og husdyr kan oppholde seg.*

§ 13-9. *Generelle krav om fukt*

Grunnvann, overvann, nedbør, bruksvann og luftfuktighet skal ikke trenge inn og gi fuktskader, soppdannelse eller andre hygieniske problemer.

§ 13-12. *Nedbør*

- (1) Fasadekledning, vindu, dør og installasjon som går gjennom vegg, skal utformes slik at nedbør som trenger inn blir drenert bort og fukt kan tørke ut uten at det oppstår skader.*
- (2) Tak skal prosjekteres og utføres med tilstrekkelig fall og avløp slik at regn og smeltevann renner av. Nedbør, snøsmelting og ising skal ikke føre til skader på byggverket.*
- (3) I luftede takkonstruksjoner, hvor det kan oppstå kondens på undersiden av taktekning, eller der taktekning ikke er tilstrekkelig tett til å hindre inntrenging av vann, skal den underliggende konstruksjonen beskyttes med vanntett undertak*

Oppfylfilling av klimatilpassingskrava til bygning skal sikrast av RiByFy og RiB.

2.2.5 Klimaendring

Plandelen av pbl stiller krav om tilpassing til forventna klimaendringar (§ 3-1).

Innleiinga til TEK17 sitt kapittel 7 peikar spesielt på at effekt av klimaendringar kan få betydning for både plassering av bygningar og for lastene dei skal tåle. Vidare er det poengtert at «plan- og bygningsloven med forskrifter skal bidra til at nye bygninger og konstruksjoner tilpasses et endret klima». Auka risiko for flaum og skred er peika på spesielt. Dette er tema som naturleg høyrer heime hos ansvarleg for planregulering og RiGeo i vurdering av om området er egna for utbygging.

Når det gjeld bortleiinga av overvatn og dreinsvatn (§ 15-8. (2)) minner veiledninga til TEK17 om at klimaendringar gir auka årsnedbør, meir intens korttidsnedbør og fare for raskare snøsmelting. Vurdering av konsekvens av klimaendring for bortleiing av overvatn og dreinsvatn er ein naturleg del av RiVA sitt ansvar.

For generelle krav om fukt (TEK17 § 13-9) oppfordrar veiledninga til bruk av material som tåler framtidig fuktpåkjenning, for å sikre robustheit mot fuktpåkjenning. Ansvar her ligg hos RiByFy, men klimaendringsformuleringa er vag og plassering av rådet i veiledninga gir den lite merksemd.

2.3 Nyttige verktøy ved prosjektering

2.3.1 Om grunnlaget for oversikta

Relevante og nyttige hjelpemiddel ved prosjektering av klimatilpassa bygningar er kartlagt av Julie Sandli Danbolt i hennar masteroppgåve frå 2018 (Danbolt, 2018). Oversikta er kome fram gjennom intervju med prosjekterande, gjennomgang av byggereglene og dokumentstudie av konkrete prosjekt. Ein vidareutvikla versjon av oversikta til Danbolt (2018) er sortert på elementa *område*, *tomt*, *bygning* og *klimatilpassing* og tatt inn i det etterfølgjande som tabell 2.1 til 2.4. Oversikta gir seg ikkje ut for å vere komplett. Andre gode hjelpemiddel kan også eksistere. Hjelpemidla kan også vere aktuelle opp mot andre krav enn dei gitt i tabellane. Kommunane kan i tillegg ha nyttige veiledarar på sine nettsider.

2.3.2 Å få tak i rett kompetanse

For å svare opp dei klimatilpassingsutfordringane som bygningsregelverket peikar på er det heilt avgjerande at dei ulike funksjonane i ei plan- og byggesak blir dekt av aktørar med rett kompetanse. Klima 2050 rapporten til Sivertsen et al. (2019) presenterer ei overordna tverrfagleg rettleiing for korleis ei anskaffing av aktørar til ein plan- og byggeprosess kan gjennomførast slik at god klimatilpassing av tiltaket blir oppnådd. Rettleiinga peikar på tema som må belysast og oppgåver som må løysast med betydning for klimatilpassing.

2.3.3 Område

Om eit område er egna for utbyggingsformål skal vurderast i form av risiko- og sårbarheitsanalyse etter krav gitt i pbl § 4-3 og TEK17 Kap.7. Nyttige verktøy for å svare opp myndighetskrav er samla i tabell 2.1.

Tabell 2.1: Relevante og nyttige hjelpemiddel ved vurdering av om eit område er egna for utbyggingsformål.

Hjelpemiddel	Kommentarar
Kart og andre verktøy	
DSB Kunnskapsbanken	Ny nettside som per dato ikkje er gjort tilgjengeleg på grunn av den generelle sikkerheitssituasjonen. Har som mål å samle data om samfunnssikkerheit. Vil vere nyttig i ROS-analyse.
SeNorge.no	Nettstad med snøkart, klimakart og anna informasjon om vêr og vatn.
Norsk klimaservicesenter (klimaservicesenter.no)	Nettside som mellom anna gir relevant vêrdata og statistikk.
NVE Kartkatalog	Nettportal for alle NVE sine kart om vatn, vern og sikring, fare, aktsemdsområde m.m.
Miljøstatus (miljostatus.miljodirektoratet.no)	Kartløyning med eit bredt spekter av informasjon som erosjonsrisiko, lausmasser, radonfare, flaumrisiko for 10 år og 100 år, freda og verneverdige bygg, og nedbørs- og temperaturendring fram mot år 2100.
Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase (NGU)	Her finns lausmassekart som mellom anna er relevant i vurdering av infiltrasjonsevne
LaRiMiT (NGI)	Hjelpemiddel utvikla i Klima 2050 for sikring mot nedbørsutløyste skred. Gir informasjon om tekniske og ikkje-tekniske sikringstiltak mot slike skred.
Varsom Xgeo (NVE)	Ekspertverktøy til bruk for beredskap, overvaking og varsling av flaum-, jordskred- og snøskredfare.
NVE Flom- og skredfare i din kommune	Nettside med mye informasjon om flaum- og skredfare i alle kommunar.
Kartverket Se havnivå	Nettportalen gir informasjon om observert og varsla vannstand, tidevatn, landheving og framtidig havnivå
Overordna veileदारar for å svare opp pbl § 4-3 og TEK17 kap.7	
Utbygging i fareområde. DiBK Temarettleiing.	Temarettleiinga omhandlar krav til tryggleik mot naturpåkjenningar ved plassering og utbygging i fareområde. Den beskriv ansvaret kommunen har som forvaltningsmyndigheit i byggesaksbehandlninga. Den skildrar også ansvaret utbyggar har, og fortel kva tryggningsnivå som skal leggjast til grunn ved bygging i fareområde.
Samfunnssikkerhet i kommunens arealplanlegging. DSB veileder	Gir informasjon om krav og tips for gjennomføring av ROS-analyse
Byggforskserien 311.200 (2013) Forebygging av flom- og skredskader. Lovgivning og ansvar	Gir informasjon om ansvarsfordeling ved førebygging av flaum og skred. Gir oversikt over kva lovverk som gjeld, og kva aktørar som er relevante. Kort om krav til og gjennomføring av ROS-analyser, samt enkelte referansar til kor det finns nyttig informasjon.
Flaum- og skredfare i arealplanar. NVE Retningslinjer nr. 2/2011, oppdatert 2014	Retningslinjene viser korleis kommunane kan oppfylle krava som følger av plan- og bygningslova og byggtknisk forskrift for naturfarane flaum, erosjon, skred og skredgenererte flodbølger
Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar. NVE Veileder nr 4/2022	Rettleiaren er laga for å støtte kommunane i arbeidet med å førebygge skade frå overvatn knytt til vassmengder.
Naturfareforum (naturfareforum.com)	Nettside med rapportar frå NIFS-prosjektet 2002- 2015, kor det vart arbeidet med å klimatilpasse vegar og bane. Fleire av rapportane er relevante for geoteknisk prosjektering.

Tabell 2.1: Fortsett

Hjelpemiddel	Kommentarar
Tematiske veiledarar spesielt relevant for TEK17 § 7-3	
Byggforskserien 311.125 (2015) <i>Snøskred. Skredfare og sikring</i>	Generell informasjon om snø, ulike typar snøskred og korleis ein kan vurdere faren for snøskred. Kort beskriving av ulike sikringstiltak. Relevant ved ROS-analyse og områdeplanlegging. Viser til NVE for informasjon om skreddata.
Byggforskserien 311.126 (2015) <i>Sørpeskred. Skredfare og sikring</i>	Gir generell informasjon om sørpeskred, korleis dei blir utløyst, korleis vurdere skredfare og aktuelle sikringstiltak. Relevant ved områdeplanlegging og ROS-analyse. Viser til NVE for informasjon om skreddata.
Byggforskserien 311.135 (2013) <i>Steinsprang og steinskred. Farevurdering og sikringstiltak</i>	Generell informasjon om steinskred, førekomst, ulike utløysingsmekanismar m.m. Beskriv kort korleis ein kan vurdere skredfare og ulike sikringstiltak. Relevant ved områdeplanlegging og ROS-analyse.
Byggforskserien 311.137 (2016) <i>Løsmasseskred i bratt terreng. Farevurdering og sikringstiltak</i>	Kort informasjon om lausmasseskred, kor og korleis slike skred blir løyst, kor vanlege dei er samt korleis vurdere skredfare og gjere sikringstiltak. Nyttig ved områdeplanlegging og ROS-analyse.
Byggforskserien 311.146 (2015) <i>Leirskred. Sikringstiltak</i>	Kort informasjon om leirskred, korleis førebygge, kva ein må tenke på ved arbeid i faresoner, og kva som typisk løyser ut slike skred. Beskriv kort sikringstiltak etter utløyst skred. Nyttig ved områdeplanlegging og ROS-analyse.
NVE <i>Sikkerhet mot kvikkleireskred. Veileder 1/2019</i>	Gir metodikk for geotekniske utreiingar og dokumentasjon av tilfredsstillande sikkerheit mot områdeskred i kvikkleire.
NVE <i>Veiledning ved små inngrep i kvikkleiresoner.</i>	Gir informasjon om vurderingar som bør gjerast i samband med graving av grøfter, planeringsarbeid og nye byggeprosjekt i kvikkleiresoner.
<i>Geoteknikk i vegbygging. Håndbok V220. Statens vegvesen</i>	Beskriv fagleg grunnlag, berekningsprinsipp og rettleiing for geoteknisk prosjektering
<i>Grunnforsterkning, fyllinger og skråninger. Håndbok V221. Statens vegvesen</i>	Gir informasjon om dimensjoneringsgrunnlag for og utføring av grunnforsterkning, stabiliserande tiltak og fyllingar, og viser også enkelte eksempel på prosjekter
<i>Veger og snøskred. Håndbok V138. Statens vegvesen</i>	Gir ei samla oversikt over årsakene til snøskred, kva som gir auka fare for skred og sikringstiltak
<i>Flom- og sørpeskred. Håndbok V138. Statens vegvesen</i>	Gir ei oversikt over prosessane som fører til at skred blir utløyst, og beskriv alternative sikringsmetodar.
Lærebokstoff om vurdering av eignaheita til eit område med tanke på utbygging	
Byggforskserien 511.101 (2012) <i>Byggegrunn og terreng</i>	Omhandlar byggegrunn, byggtekniske omsyn ved ulike grunnforhold og grunn- og terrengforholda si betydning for plassering av hus på ei byggetomt.
Byggforskserien 511.204 (2012) <i>Enkle grunnundersøkingar for bygging av småhus</i>	Beskriv relevante instrument og metodar for kartlegging av type byggegrunn. Kan vere relevant for tidleg vurdering av ei tomt si eignaheit for bygging.
Byggforskserien 311.109 (2005) <i>Klimaundersøkingar</i>	Omhandlar lokalklima og klimaundersøking for kartlegging av om areal er egna for bygging, for disponering av uteareal, og for vurdering av konsekvens av eventuell utbygging. Legg særleg vekt på vind- og snøforhold.
<i>Veger og drivsnø. Håndbok V137. Statens vegvesen</i>	Inneheld mellom anna informasjon om klimaundersøkingar og konstruktive tiltak utanfor vegen som kan vere interessant ved områdeplanlegging og -utvikling

2.3.4 Tomt

Krav til handtering av overvatn og dreinsvatn er gitt i pbl §37-2 og TEK17 § 13-10, 13-11 og 15-8. Nyttige verktøy for å svare opp myndigheitskrav er samla i tabell 2.2.

Tabell 2.2: Relevante og nyttige hjelpemiddel ved prosjektering av system for handtering av overvatn og dreinsvatn.

Hjelpemiddel	Kommentarar
Kart og andre verktøy	
<i>SeNorge.no</i>	Nettstad med snøkart, klimakart og anna informasjon om vêr og vatn.
<i>Norsk klimaservicesenter (klimaservicesenter.no)</i>	Nettside som mellom anna gir dimensjoneringsgrunnlag for nedbørintensitet i form av Intensitet-Varighet-Frekvens (IVF-verdier).
<i>Løsmasser - Nasjonal løsmassedatabase (NGU)</i>	Her finns lausmassekart, som mellom anna er relevant i vurdering av infiltrasjonsevne
<i>G R A N A D A - Nasjonal grunnvannsdatabase (NGU)</i>	Gir grunnvassborehol og oppkomme med topografisk kart
<i>NEVINA Nedbørfelt-Vannføring-INdeks-Analyse (NVE)</i>	Kartteneste for generering av nedbørfeltgrenser. Kan verre nyttig ved prosjektering av overvannshandtering.
Kommunane sine eigne kartløysningar	Viser mellom anna VA-leidningar i kommunen. Enkelte kommunar viser også grunnforhold, flaumvegar og flaumfare
Byggforskserien 451.031 (2013) <i>Klimadata for dimensjonering mot regnpåkjønning</i>	Gir klimadata for dimensjonering av utvendig kledning og taknedløp mot regnpåkjønning og grunnlag for handtering av overvatn.
<i>Bekkeåpning som klimatilpassningstiltak. Klima 2050 Report 25/2021</i>	Rapporten gir ei kortfatta, overordna oversikt over kva forhold som må undersøkast og utførast i ulike fasar i ein bekkeopningsprosess. Den gir òg eksempel på hjelpemiddel éin kan støtte seg på i arbeidet.
<i>Ovase.no</i>	Nettportal utvikla som del av Klima 2050, samlar relevant kunnskap om handtering av overvatn. Per dato er nettsida nede på grunn av den generelle sikkerheitssituasjonen.
Tematiske veiledarar spesielt relevant for TEK17 § 13-10	
Byggforskserien 514.221 (2020) <i>Fuksikring av konstruksjoner mot grunnen</i>	Forklarar prinsipp for fuksikring av konstruksjonar mot grunnen og viser tiltak for å hindre at vatn skal gjere skade.
Byggforskserien 521.203 (2004) <i>Fundamentering med ringmur og ventilert kryperom</i>	Beskriv særskilte tiltak for fuksikring av ringmur og kryperom
Byggforskserien 517.421 (2010) <i>Voller og skrånningar</i>	Gir informasjon om oppbygging av voller og behandling av skrånningar og korleis dei kan skjerme mot vind, nedbør og flaum.
Tematiske veiledarar spesielt relevant for TEK17 § 13-11 og § 15-8	
<i>Veiledning i klimatilpasset overvannshåndtering. Norsk Vann Rapport 162/2008</i>	Gir informasjon om utfordringar med handtering av overvatn, viktige prinsipp og råd for gjennomføring av god handtering av overvatn.
<i>Klimatilpassningstiltak innen vann og avløp i kommunale planer. Norsk Vann Rapport 190/2012</i>	Rapporten gir ei praktisk og konkret innføring i korleis klimatilpassingstiltak innan vatn og avløp kan inkludrast i kommunane sitt planarbeid
<i>Åpne flomveger i bebygde områder. Norsk Vann Rapport 204/2014</i>	Beskriv metodar for ein systematisk kartlegging av dei opne flaumvegane som grunnlag for å gjere tiltak for å redusere konsekvensane av vatn på feil veg.
<i>Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar. NVE Veileder nr 4/2022</i>	Rettleiaren er laga for å støtte kommunane i arbeidet med å førebygge skade frå overvatn knytt til vassmengder.
<i>Vegbygging. Håndbok N200. Statens vegvesen</i>	Gir krav og føringar for dimensjonering, materialval og utføring for handtering av overvatn.
Byggforskserien 311.015 (2012) <i>Vann i by - håndtering av overvann i bebygde områder</i>	Informasjon om prinsipp og ulike metodar for handtering av overvatn. Tek for seg klimatilpassing, både geografisk tilpassing, og kort om endringar i framtida inkludert påverking. Gir anbefalte løysingar for ulike områdetypar.
Byggforskserien 514.114 (2012) <i>Løsning for lokal håndtering av overvann i bebygde områder</i>	Forklarar prinsipp for lokal handtering av overvatn, kva forhold det er viktig å vurdere og ulike løysingar.

Tabell 2.2: Fortsett

Hjelpemiddel	Kommentarar
Tematiske veiledarar spesielt relevant for TEK17 § 13-11 og § 15-8, fortsett	
<i>Åpne overvannsløsninger. Erfaringer og anbefalinger. Statsbygg (2004)</i>	Gir nyttig informasjon om ulike opne overvannsløysingar som kan brukast ved prosjektering.
NS 3055:1989 <i>Dimensjonering av ledninger for vann- og avløpsanlegg i bygninger</i>	Beskriver metode for dimensjonering av overvannsledningar
Kommunal VA-norm/ Norsk VA-norm	VA-normene gir mellom anna informasjon om lokale krav og retningslinjer for handtering av overvatn.

2.3.5 Bygning

Ansvar for oppfyljing av klimatilpassingskrava til sjølve bygningskroppen blir normalt tatt hand om av RiByFy og RiB. Nyttige verktøy for prosjekterande er gitt i tabell 2.3.

Tabell 2.3: Relevante og nyttige hjelpemiddel ved planlegging og prosjektering av bygning med tanke på snø-, vind-, regn- og fuktpåkjening.

Hjelpemiddel	Kommentarar
Kart og andre verktøy	
<i>SeNorge.no</i>	Nettsted med snøkart, klimakart og anna informasjon om vår og vatn.
<i>Norsk klimaservicesenter (klimaservicesenter.no)</i>	Nettside som mellom anna gir relevant vêrdata og statistikk.
Kommunane sine egne kartløysningar	Viser mellom anna VA-leidningar i kommunen. Enkelte kommunar viser også grunnforhold, flaumveggar og flaumfare
Tematiske veiledarar spesielt relevant for TEK17 § 10-2	
Byggforskserien 471.041 (2003) <i>Snølast på tak. Dimensjonerende laster</i>	Viser korleis ein bestemmer snølast på tak, men er ikkje oppdatert til gjeldande dimensjoneringsstandard.
<i>Snølast i Norge 1961-2020. Klima 2050 Report 36/2022</i>	Nye dimensjonerande snølastar for norske kommunar.
Byggforskserien 471.043 (2003) <i>Vindlast på bygninger</i>	Viser korleis ein bestemmer vindlast på bygningar, men er ikkje oppdatert til gjeldande dimensjoneringsstandard.
NS-EN 1990 Eurokode og underliggende standardar i serien NS-EN 1991 til NS-EN 1999 frå Standard Norge	For dimensjonering av bygningskonstruksjonen.
Byggforskserien 451.021 (2018) <i>Klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring</i>	Gir klimadata for termisk dimensjonering og frostsikring av bygningar. Relevant med tanke på krav til grunnleggande stabilitet, men også for krav til energieffektivitet (TEK17 Kap. 14)
Byggforskserien 521.112 (2019) <i>Gulv på grunnen med ringmur. Telesikring og varmeisolering av oppvarmede bygninger</i>	Beskriv telesikring av gulv på grunn med ringmur for oppvarma bygningar avhengig av frostpåkjening.
Tematiske veiledarar spesielt relevant for TEK17 § 10-3	
Byggforskserien 525.931 (2017) <i>Snøfangere</i>	Viser dimensjonering og innfesting av snøfangarar
Tematiske veiledarar spesielt relevant for TEK17 § 13-9	
Byggforskserien 471.111 (1999) <i>Beregningsmetode for å unngå kondens eller muggvekst på innvendige overflater</i>	Gir ein metode for å vurdere risiko for muggvekst eller overflatekondens basert på klimadata.
Byggforskserien 474.511 (2021) <i>Fuktsikkerhet. Viktige kontrollpunkter ved prosjektering og utførelse</i>	Tek for seg fuktsikring av bygningar og gir sjekklister for fuktsikring av klimaskjermen.
Byggforskserien 501.107 (2007) <i>Ren, tørr og ryddig byggeprosess</i>	Beskriv tiltak i byggeperioden for å oppnå eit godt innemiljø i ferdig bygning, utan forureining og fuktskadar frå byggeperioden

Tabell 2.3: Fortsett

Hjelpemiddel	Kommentarar
Tematiske veiledarar spesielt relevant for TEK17 § 13-12	
Byggforskserien 451.031 (2013) <i>Klimadata for dimensjonering mot regnpåkjenning</i>	Gir klimadata for dimensjonering av utvendig kledning og taknedløp mot regnpåkjenning og grunnlag for handtering av overvatn.
Byggforskserien 542.003 (2013) <i>Totrinnsstetning mot slagregn på fasader. Luftede kledninger og fuger</i>	Beskriv prinsippet om totrinnsstetning og presenterer klimasoneinndeling etter slagregnpåkjenning. Detaljar om dei enkelte kledningstypane er gitt i <i>Byggforskserien</i> gruppe 542
<i>Luftede kledninger. Anbefalinger for klimatilpassing. Klima 2050 Report 23/2021</i>	Rapporten gir ei samla framstilling av anbefalinger for lufting av dei mest vanlege typane lufta kledning. Hovudvekt er på erfaring med slagregnpåkjenning. Detaljar om dei enkelte kledningstypane er gitt i <i>Byggforskserien</i> gruppe 542
Byggforskserien 520.415 (2004) <i>Beslag mot nedbør</i>	Beskriv ulike typar beslag, påkjenning dei må tåle, aktuelle material å bruke, samt metodar for skøyting for best mogleg fuktsikring.
Byggforskserien 533.102 (2018) <i>Vinduer. Typer og funksjoner</i>	Inneheld mellom anna informasjon om forhold som må vurderast med tanke på fuktsikring
Byggforskserien 523.701 (2018) <i>Innsetting av vindu i vegger av bindingsverk</i>	Beskriv innsetting av vindaug i bindingsverkvegg inkludert alternative plasseringar i veggen.
Byggforskserien 523.702 (2018) <i>Innsetting av vindu i mur- og betongvegger</i>	Beskriv innsetting av vindaug i mur- og betongvegg inkludert alternative plasseringar i veggen.
Byggforskserien 523.721 (2016) <i>Innsetting av ytterdører</i>	Beskriv vern mot nedbør og slagregn ved innsetting av ytterdører.
<i>Risikorammeverk for blågrønne tak. Klima 2050 Report 30/2022</i>	Rapporten presenterer eit støtteverktøy for utvikling og bygging av blågrønne tak med «sjekkpunkt» for viktige avgjerder for dei ulike fasane og fagdisiplinane involvert i taket.
Lærebokstoff relevant for klimatilpassing av sjølvbygningen	
Byggforskserien 311.109 (2005) <i>Klimaundersøkelser</i>	Omhandlar lokalklima og klimaundersøking for kartlegging av om areal er egna for bygging, for disponering av uteareal, og for vurdering av konsekvens av eventuell utbygging. Legg særleg vekt på vind- og snøforhold.
Byggforskserien 311.110 (2005) <i>Arealdisponering og vernetiltak i værharde utbyggingsområder</i>	Viser prinsipløysingar som å redusere klimapåkjenningane på bygningar og uteareal i værharde utbyggingsområde.
Byggforskserien 321.020 (2005) <i>Plassering og utforming av mindre bygninger på værharde steder</i>	Beskriv forhold av interesse for klimatilpassing av bygningar som korleis solforhold, vind og snø påverkar bygget. Gir relevant informasjon for planlegging av uterom og utforming av geometrien til bygg.
Byggforskserien 517.551 (2014) <i>Skjerming av uteplasser</i>	Beskriv utandørs skjermvegger som kan bidra til å skape lun uteplass med vern mot vind og innsyn og betre utnytting av solvarmen.
Byggforskserien 361.501 (2020) <i>Utforming av balkonger og terrasser i boliger</i>	Viser utforming av private balkonger og terrasser i bustadbygg også med tanke på skjerming mot klima.
Byggforskserien 521.011 (2005) <i>Valg av fundamentering og konstruksjoner mot grunnen</i>	Gir informasjon om viktige forhold relatert til fundamentering av småhus. Beskriv ulike typar fundamentering og kva terreng dei eignar seg i.
Byggforskserien 523.002 (2008) <i>Yttervegger over terreng. Egenskaper og konstruksjonsprinsipper. Krav og anbefalinger</i>	Beskriv generelle eigenskapar og konstruksjonsprinsipp for yttervegger over terreng. Dei enkelte ytterveggstypane er behandla i detalj i <i>Byggforskserien</i> gruppe 523.
Byggforskserien 523.111 (2015) <i>Yttervegger mot terreng. Varmeisolering og tetting</i>	Beskriv hovudprinsipp for varmeisolering og tetting av yttervegger mot terreng inkludert løysingar med god varmeisolasjon og sikkerheit mot fuktskadar
Byggforskserien 525.002 (2018) <i>Takformer, taktyper og oppbygning</i>	Gir generell informasjon om ulike takformer og når dei er egna inkludert forhold relatert til klimatilpassing. Viser til <i>Byggforskserien</i> gruppe 525 for meir informasjon om spesifikke typar takkonstruksjonar og -terrassar.

Tabell 2.3: Fortsett

Hjelpemiddel	Kommentarar
Lærebokstoff, fortsett	
Byggforskserien gruppe 544	Omhandlar ulike typar taktekking
Byggforskserien 573.121 (2003) <i>Materialer til luft- og dampetting</i>	Beskriv funksjon, krav, materialtypar og bruksområde til ulike sperresjikt
Byggforskserien 571.403 (2013) <i>Metaller til bygningsbruk. Klassifisering og eigenskaper</i>	Gir informasjon om aktuelle eigenskapar for ulike metall med tanke på lang levetid
Byggforskserien 571.404 (2013) <i>Metaller til bygningsbruk. Bruksformål og prosjektering</i>	Gir bruksområde for ulike metall og omsyns ein bør ta for å oppnå lang levetid

2.3.6 Klimaendring

For å vere føre var tilrår regjeringa i Meld. St. 33 (2012-2013) at høge alternativ for nasjonale klimaframskrivingar blir lagt til grunn når konsekvensane av klimaendringar skal vurderast. Det betyr i praksis å bruke høgutsleppsscenarioet RCP8.5.

Når det gjeld å ta omsyn til klimaendring i prosjektering av bygningar, er tilgjengelege verktyø tilpassa for eksempel fuktberkningsprogram for bygningar, relativt mangelfullt enn så lenge. Men Norsk klimaservicesenter har utarbeidd fylkesvise klimaprofilar og klimaframskrivingsprosjeksjonar til bruk i kvalitative og kvantitative analyser. Klimaservicesenteret har også utarbeidd forslag til klimapåslag som det er naturleg å bruke i samband med dimensjonering av spesielt overvatn. Dei same klimapåslaga bør brukast ved vurdering av takvatn. Sjå elles tips til hjelpemiddel i tabell 2.4.

Tabell 2.4: Relevante og nyttige hjelpemiddel ved vurdering av konsekvensar av klimaendring

Hjelpemiddel	Kommentar
<i>Klima i Norge 2100</i> (Hanssen-Bauer et al., 2015)	Inneheld referansedata for eit klima i endring
<i>Potential risk of wood decay.</i> MET report no. 8/2017	Rapporten gir oversikt over forventa endring i risiko for treåte i eit klima i endring
Norsk klimaservicesenter (klimaservicesenter.no)	Nettside som leverer det nasjonale kunnskaps-grunnlaget om klimaendringar for klimatilpassing inkludert fylkesvise klimaprofilar.
DSB. <i>Havnivåstigning og stormflo.</i> Veileder (2016)	Gir grunnlag for å vurdere havnivåstiging i framtida samt tiltak for å møte havnivåstiging
<i>Hvordan ta hensyn til klimaendringar i arealplanleggingen.</i> NVE Faktaarka 3/2015	Gir informasjon om konsekvens av klimaendring med tanke på trygghet mot naturfare og kva omsyn ein bør ta i arealplanlegging.
<i>Rettleiar for handtering av overvatn i arealplanar.</i> NVE Veileder nr 4/2022	Rettleiaren er laga for å støtte kommunane i arbeidet med å førebygge skade frå overvatn knytt til vassmengder.
<i>Se havnivå.</i> Kartverket sin nettportal	Gir informasjon om observert og varsla vannstand, tidevatn, landheving og framtidig havnivå

2.4 Risikovurderingsmoment ved planlegging og prosjektering

I det etterfølgjande har vi samla risikovurderingsmoment (fysisk risiko) vedrørende klimatilpassing av bygningar etter plassering/orientering og bygningsdel. Sjå kapittel 2.4.1 til 2.4.4. Oversikta er meint for bevisstgjerjing av risiko med klimapåkjenning på bygningar og som hjelpemiddel for å sikre at klimatilpassingstiltak blir ivaretatt i tverrfagleg planlegging og prosjektering av eit tiltak (bygning). Oversikta er utvikla i samarbeid med Norgeshus som del av *SFI Klima 2050* og *Verktøykasse for klimatilpassing av boliger*. Fargeskalaen gir informasjon om fysisk risiko og behov for eventuelle ekstra tiltak. Grøn farge indikerer løysingar eller påkjenningar som gir låg risiko for klimarelaterte skadar, medan raud farge indikerer løysingar eller påkjenningar kor det vil vere nødvendig med ekstra vurdering for å redusere risiko for skadar.

2.4.1 Plassering på tomt/orientering av bygning

KLIMABELASTNING Nå og i fremtiden	RISIKO FOR BYGNING		VÆR OPPMERKSOM PÅ (OBS)!
NEDBØR (SNØ OG REGN) + VIND			
Plassering	God skjerming	Værutsatt	Klimatiske forhold, nå og i fremtiden, på stedet der boligen skal stå
Bygningsform	Enkel geometri	Komplisert geometri	Form og størrelse på bygningen påvirker nedbørsforhold rundt og på bygningen
Inngangsparti	God skjerming	Vind og snøutsatt	Sterk vind og snøfionndannelse
Uteplasser	God skjerming	Vind og nedbørsutsatt	Plassering og skjerming mot opptredende værretning
NEDBØR			
Avrenning og overvannshåndtering	Ingen nedbørsendring	Mer nedbør	Områder og kapasitet for overvannshåndtering oppstrøms og nedstrøms tomta. For de fleste steder i Norge forventes økte nedbørsmengder
Skredfare	Ingen nedbørsendring	Mer nedbør	Skredfare på tomta? For de fleste steder i Norge forventes økte nedbørsmengder
SOL			
Uteplasser	Solrikt	Skyggefullt	Plassering for å sikre attraktivt uteområde
Orientering av bygning	Gode solforhold	Uheldige solforhold	Overoppvarming. Dagslystiltgang
VIND OG SNØ			
Statisk dimensjonering	Lite vind Lite snø	Mye vind Snøutsatt	Store geografiske og lokale forskjeller

2.4.2 Konstruksjon mot grunn

KLIMABELASTNING Nå og i fremtiden	RISIKO FOR BYGNING		VÆR OPPMERKSOM PÅ (OBS)!
OVERVANN			
Avrenning	Fall fra bygning	Ikke fall fra bygning	Overflatevann og vann fra taknedløp må ledes bort
Drenering	Gode drengmasser	Usikker dreneringsfunksjon	Yttervegger mot terreng må ha et drenerende sjikt på utsiden slik at ikke overvann eller sigevann når veggens overflate Vanddamp fra grunnen må stoppes og kapillærsuging unngås
GRUNNVANN			
Vanntrykk	Grunnvannstand under konstruksjon	Periodevis vanntrykk mot konstruksjon	Forventa vanntrykk mot konstruksjon krever vanntett utførelse
FROSTMENGDE			
Telesikkerhet	Frostsikre masser	Telefarlige masser	Dimensjonering av markisolasjon og ringmursisolasjon i forhold til lokale frostmengder

2.4.3 Tak

KLIMABELASTNING Nå og i fremtiden	RISIKO FOR BYGNING		VÆR OPPMERKSOM PÅ (OBS)!
NEDBØR (SNØ OG REGN) + VIND			
Takgeometri	Enkel	Kompleks/sammensatt	Utforming av tak, bruk av kilrenner, arker og sammensatte tak kan kreve kompensasjon i mer robust undertak eller tettere takteknig.
Kapasitet sluk og nedløp	Mange sluk	Få sluk	Avrenning til taksluk dimensjoneres i henhold til framtidig belastning, dvs. med klimapåslag.
Nødoverløp	Mange nødoverløp	Ingen nødoverløp	Nødoverløp plasseres der det ikke legges opp løv og snø, og gjør det enkelt å se funksjonalitet fra bakkenivå
Takrenne	Stor kapasitet	Ingen takrenne Takrenne uten fall	Takrennestørrelse og -fall dimensjoneres i henhold til taktype, takutforming og klimapåkjenning med aktuelt klimapåslag.
Gjennomføringer (pipe, tekniske installasjoner)	Ingen gjennomføringer	Mange gjennomføringer	Alle gjennomføringer medfører en svakhet i tettesjiktet og en risiko for lekkasje
Blågrønt tak	Stor fordryningskapasitet	Ingen fordryningskapasitet	Vurder behov sett i forhold til endra klima og forhold på/oppstrøms/nedstrøms tomte. Risikovurdering under planlegging, prosjektering og utførelse. Fordryende tak har begrenset kapasitet under vinterforhold (frost)
SLAGREGN (NEDBØR + VIND)			
Tetthet takteknig	Liten slagregnpåkjenning	Stor slagregnpåkjenning	For åpne tekninger som f.eks takstein og skifer vil mye vann kunne drive inn under takteknigen. Mer tette tekninger som metallplater, vil fungere bedre.
Utforming parapetbeslag	Liten slagregnpåkjenning	Stor slagregnpåkjenning	På steder med stor til moderat slagregnpåkjenning bør parapetbeslag utformes med utfellingskammer
Møneutforming	Stor grad av regntetthet	Liten grad av regntetthet	Dersom en prosjekterer tett løsning må en sikre tilstrekkelig gjennomlufting ved raft eller gavl
Undertak	Separat vindsperre og undertak ved lav takvinkel	Lav takvinkel med kombinert vindsperre og undertak	Undertaksprodukter er Teknisk Godkjent/anbefalt til en nedre takvinkel. Skjøtene og avslutninger/tilgrensninger til andre bygningsdeler er de sårbare punktene. Valg bør ses i sammenheng med valg av takteknig.
NEDBØR/FUKT OG TEMPERATUR			
Materialvalg	Uorganiske materialer	Organiske materialer	Avklar fornuftige materialvalg og løsninger med tanke på nedbrytning og levetid. Klimaendringer vil føre til økt fare for begroing og råteskader. Vurder f.eks impregnering virke
SNØ			
Statisk dimensjonering – endring i snømengde	Mindre snø	Økt snølast	For indre deler av Sør-Norge forventes økte snølast
Utkraga bygningsdeler (eks. takutstikk, balkonger)	Liten snølast	Stor snølast	Husk å dimensjonere. Vær obs! på fokkdannelse
Lufting av tak	Lite snø	Mye snø	For steder med mye snø må taket kunne luftes fra raft til raft fordi luftinga i mønet blir blokkert i lengre perioder.
SNØ + VIND			
Snødrift	Liten snødrift	Stor snødrift	For steder med stor snødrift må det etableres inndrevssikre lufteåpninger
VIND			
Takteknig	Lite vind	Mye vind	Avblåsning
Takutstikk	Liten utkraging	Stor utkraging	Husk å dimensjonere. Vær oppmerksom på lokal kastevind
Type undertak	Tunge undertak	Lette rullprodukter	Sterk vind kan gi blafring (lyd) for lette undertak som ikke er understøttet
SOL			
Plassering luftinntak (ventilasjon)	Nordvendt luftinntak	Solutsatt luftinntak	Påvirker kjølebehov

2.4.4 Vegg/fasade

KLIMABELASTNING Nå og i fremtiden	RISIKO FOR BYGNING		VÆR OPPMERKSOM PÅ (OBS)!
SLAGREGN (NEDBØR + VIND)			
Tetthet kledning	Tette kledninger	Åpne kledninger	På steder med stor til moderat slagregnpåkjenning vil det komme vann inn bak åpne kledninger. Det må hensynstas i valg av lekter og vindspærresystem.
Lufting kledning	Luftet	Ikke luftet	Sikre lufting også over og under alle vindu.
Utforming; Avstand til terreng	God avstand	Kledning i kontakt med terreng	Nødvending avstand til terreng bestemmes ut fra risiko for sprut
Plassering og fuksikring av vindu	Stor slagregnpåkjenning: Plassert ute i vegg Kaldt innlandsklima: Plassert inne i vegg	Stor slagregnpåkjenning: Plassert inne i vegg	Når mye slagregn, plasser vindu ute i vegg (ved vindsperre). Når kaldt og lite regn er plassering inne i vegg gunstig med tanke på varmetap. Bruk to-trinns fugetetting.
Regnbestandig vindsperre	Liten slagregnpåkjenning	Stor slagregnpåkjenning	Vindspærren skal tåle forventet fuktbelastning. GU kan være utsatt for utvasking
NEDBØR OG TEMPERATUR			
Materialvalg	Uorganiske materialer	Organiske materialer	Avklar fornuftige materialvalg og løsninger med tanke på nedbrytning og begroing. Klimaendringer vil føre til økt fare for begroing og råteskader. Vurder f.eks impregneret virke. Tegl og betong må tåle forventa frostpåkjenning. For deler av landet vil vi få en økning i antall frysepunktpasseringer
	Ikke nedbørsatt sted	Nedbørsatt sted	
	Få frysepunktpasseringer	Hyppe frysepunktpasseringer	
Vindu	Vedlikeholdsrobuste vinduer	Ubehandla trevinduer	Vurder vindu med aluminiumsbekledning Risiko for begroing ved lyse farger og organiske overflater
SNØ			
Utforming og avstand til terreng	Lite snøfionndannelse	Mye snø	«Fotside» vinduer er uegnet når mye snø. Nødvending avstand til terreng bestemmes ut fra risiko for snøfionndannelse
SOL			
Solavskjerming vindu	Solavskjerming	Ingen solavskjerming	Overoppheting/Lite komfort p.g.a sol/drivhuseffekt
VIND			
Fasadekledning	Lite vind Omfattende innfesting	Mye vind Ikke gjennomtenkt innfesting	Avblåsing
Solavskjermingsystem	Lite vind Automatikk styrt med hensyn på vind	Mye vind Manuell styring av utvendige persienner	Type, innfesting og styring

3 Eksempel på klimatilpassing av nullutsleppsbygg

3.1 Problemstilling

Å bygge nullutsleppsbygg¹ betyr å ta ned materialbruken, velje bygningsmaterial med lite CO₂-fotavtrykk og lang levetid, og å balansere utsleppa med produsert nok fornybar energi. Erfaring er at søkelyset på klimagassreduksjon kan gå ut over klimatilpassinga. Utvikling og bygging av ZEB-laboratoriet (figur 3.1) gav mykje erfaring i å handtere både utfordringane med å nå klimagassreduksjon og samtidig sikre tilpassing til eit klima i endring. I sum skal dei gjennomførte klimatilpassingstiltaka gi oss eit bygg med lang levetid og dermed eit viktig bidrag til oppfyljing av nullutsleppsambisjonen.



Figur 3.1: I utvikling av ZEB-laboratoriet har vi fokusert både på klimagassreducerande tiltak og på tiltak for klimatilpassing til eit framtidig klima. Inkludert er også eit anlegg for handtering av overvatn tilpassa dei lokale forholda. Foto: Nicola Lolli, SINTEF.

3.2 Tilpassa bygningsutforming

Fokuset på solstråmproduksjon favoriserer gjerne bygningsutforming utan takutstikk og anna konstruktivt vern av fasaden. For ZEB-laboratoriet vart det valt ei bygningsform med «skarpe» kantar, ingen takutstikk og heile takflata vendt mot sør for å fange mest mogleg sol. Manglande takutstikk er uheldig med tanke på å minimere regnpåkjenninga på fasadane. Takutstikk kan også bidra til skjerming av inngangsparti med tanke på snø og regn.

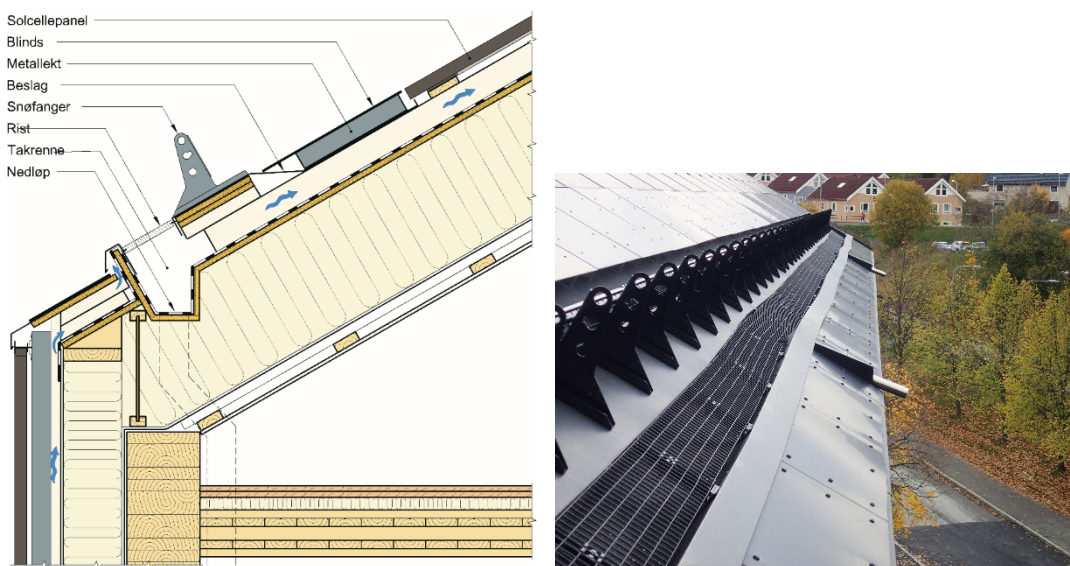
Det ca. 20 m lange taket på ZEB-laboratoriet utgjer med sine bygningsintegreerte solceller (BIPV) ei stor, tett og svært glatt overflate. Ved kraftige regnskyll kjem store mengder vatn i høg fart ned langs taket mot takfoten (rafta). Utvendig takrenne var uaktuelt sidan den hadde

¹ ZEB-laboratoriet har ein ZEB-COM ambisjon. Det betyr at fornybar energiproduksjon på eller ved bygget skal kompensere for klimagassutslepp frå produksjon av material, bygging og drift av bygget i 60 år (Fufa et al. 2016).

vorte så stor at den hadde skugga for solcellene i øvre del av fasaden. I staden har vi i prosjektet utvikla ei innvendig («varm») takrenne integrert i takflata. For å optimalisere solcellearealet ønska vi ei så smal takrenne som mogleg. Kor smal den kunne vere var tema i ei masteroppgåve. Her regntesta Katalin S. Johansen (2019) ulike takrenneutformingar i SINTEF sin RAWI (Rain and Wind) boks med 180 l vatn per minutt, noko som er forventa dimensjonerande regnvêr i Trondheim om 100 år. Sjå figur 3.2. Utført takrenneløysning er vist i figur 3.3. Erfaring med taket viser svært godt samsvar med observasjonane gjort under prøvinga i lab.

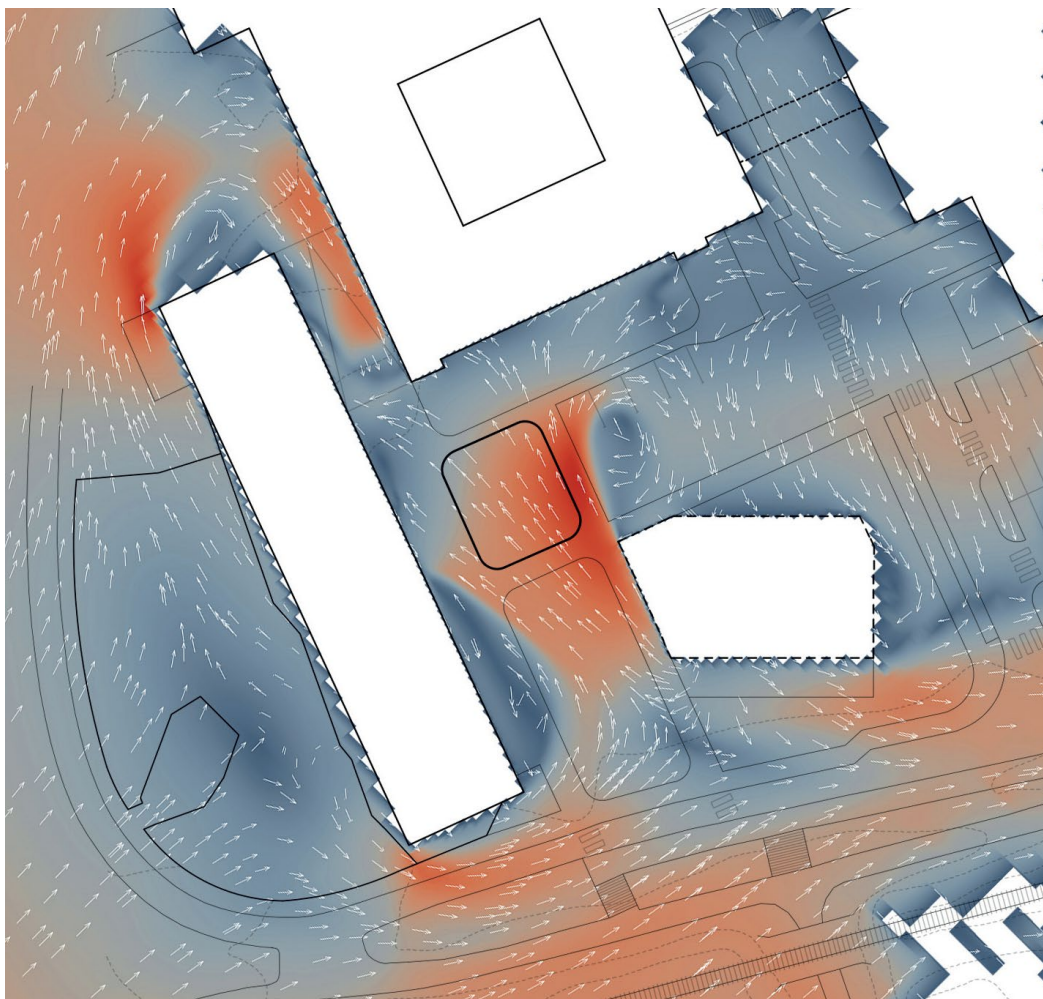


Figur 3.2: Testing av takrenneløysningar i laboratoriet. Kraftige regnskyll på glatt taktekning gir mykje vatn som renn i stor fart nedover taket. Med for smal takrenneåpning vil ikkje vatnet bli fanga av takrenna (venstre foto). Bruk av rist kan leide vatnet ned i renna og samtidig hindre at løv blokkerer taknedløpa (høgre foto).



Figur 3.3: Takavslutning med «varm» takrenne, snøfangarar, løvsamlar og nødoverløp

Regn- og vindskjerming av inngangspartiet vart gjort med innovervendt skråing av fasaden samt ei inntrekk dør i fasadelivet slik vist i figur 3.1. Skjerminga kunne sjå litt knapp ut. Gjennom studentarbeid vart det derfor gjennomført ein lokal vindanalyse, sjå figur 3.4. Analysen viste at hovudinngangen er lagt på den minst vindutsette delen av bygget. Erfaring med bygget er at skjerminga har fungert som vi håpa på.

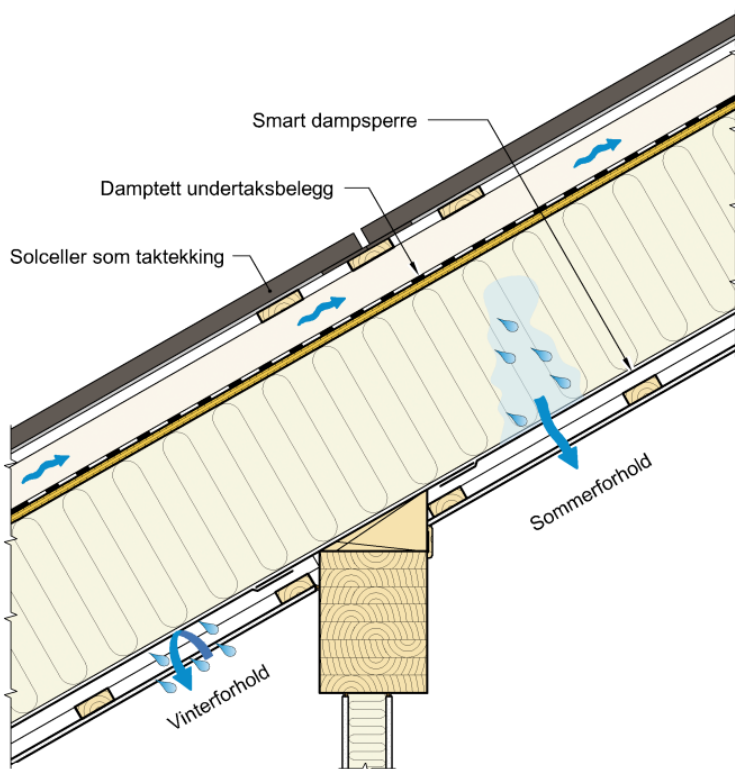


Figur 3.4: Eksempel på vindanalyse gjennomført av Pugachenko & Aniskova (2019) i deira masteroppgåve om utvikling og plassering av sykkelbod.

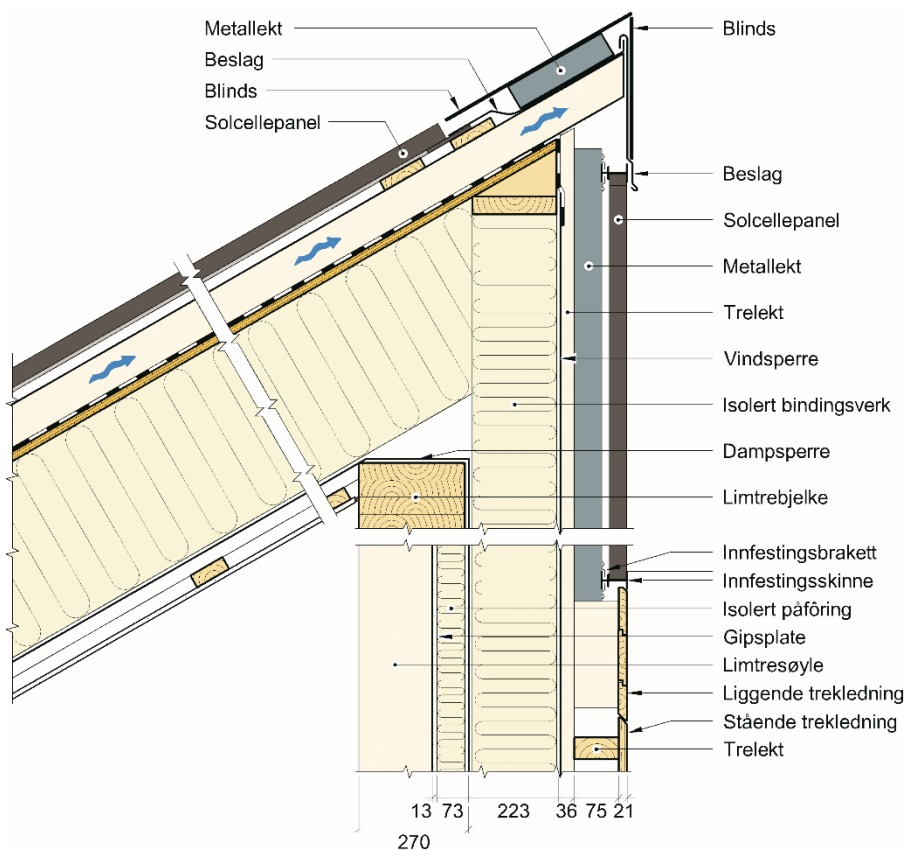
3.3 Redusert materialbruk og lang levetid

Å velje bygningsmaterial med lang levetid er normalt også eit godt klimatilpassingstiltak. Å ta ned materialbruken kan derimot påverke klimatilpassinga fordi ein fort risikerer val av mindre fuktrobuste løysingar. ZEB-laboratoriet er bygd med skrått, kompakt tretak og smart dampsperre. Sidan BIPV-taket krev eit fuktrobust undertak og eit solid platelag for god innfesting, var alternativet ei utføring med separat undertak og vindsperre. Vårt alternativ spara materialbruken til den ekstra luftinga og vindsperrrelaget, men hindrar utoverretta tørking av takkonstruksjonen. Val av dampsperre og detaljutføring av det kompakte taket gjer at vårt tak tørkar innover ved sommarforhold og utover i mønet (i toppen av ytterveggen). Sjå figur 3.5. Løysninga er klimatilpassa forholda i Trondheim for å auke fuktrobustheita til taket og forutsett i vårt tilfelle bruk av *Isola AirGuard®Smart2* fuktadaptiv dampsperre i taket og *Isola Tyvek® UV-Facade* som vindsperre i mønet. Sjå figur 3.6.

Det finns andre fuktadaptive fuktsperrer enn *AirGuard®Smart2* på marknaden, men det er viktig å vere klar over at dei ulike produkta har ulik profil på dampmotstanden. Det betyr at dei er ulike når det gjeld kva dampmotstand som gjeld ved ulike relative luftfuktignivå (RF-nivå). Det må derfor gjerast eigne vurderingar av eignaheit for den aktuelle dampsperra i kvart tilfelle.



Figur 3.5: Prinsipp for verkemåten til «smarte», også kalla fuktadaptive dampsperrer.

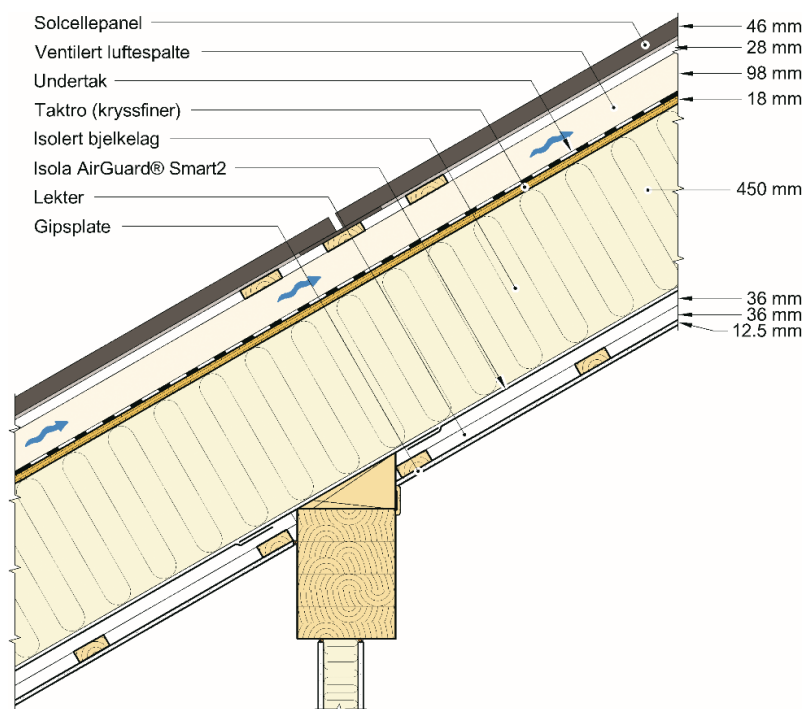


Figur 3.6: ZEB-laboratoriet si møneløysning sikrar utoverretta uttørking av det kompakte tretaket mot ytterveggen.

Fundament og golv på grunnen er utført i lågkarbonbetong. Det vart lagt ned ein god jobb i å balansere forholdet mellom mengde armering og betong for å minimere klimagassutsleppa. Av same årsak vart det gjort tiltak for velje optimal betongkvalitet basert på kva del av konstruksjonen som skulle støypast. Normalt ville bygget vore dimensjonert for 100 år levetid, men vi har valt å dimensjonere for 60 år sidan bygget for øvreg er dimensjonert for 60 år levetid. På den måten har vi redusert armeringsoverdekninga og dermed betongbruken.

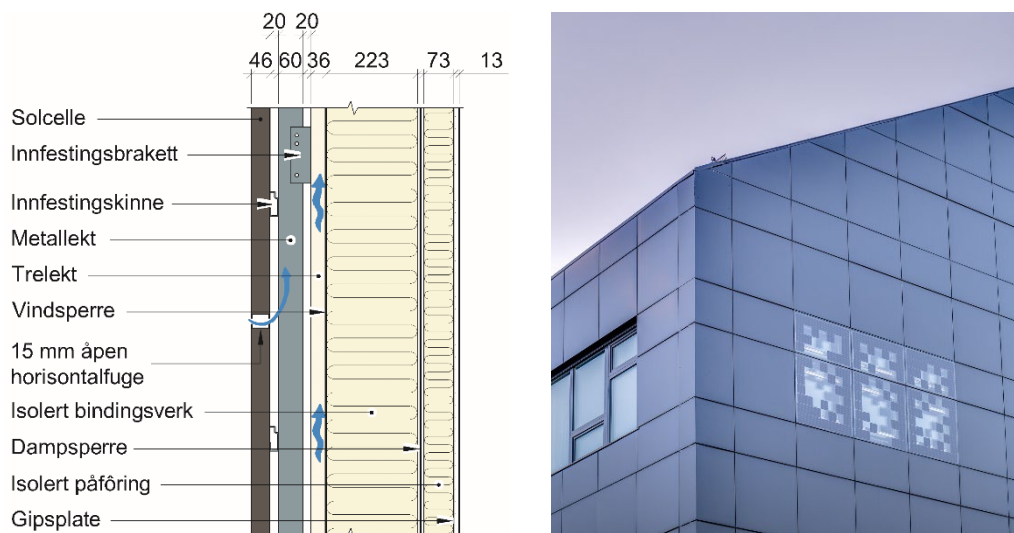
3.4 Klimatilpassa BIPV

For å maksimere energiproduksjon, gi god fuktsikkerheit og redusere forringelsen av solcellepanela er det nødvendig med god lufting bak panela. Ved bruk av BIPV på taket i ZEB-laboratoriet var redusert effektivitet på grunn av oppvarming ei sentral utfordring sidan solcellepanela også skulle oppfylle taktekningsfunksjonen. Det innebar at tekninga skulle vere snø- og regntett samtidig som vi skulle ha optimale temperaturforhold for solstråmproduksjon. Taklengda på 20 meter gjorde det ekstra utfordrande, men vi løyste det med at BIPV-skråtak er utført som lufta tak med ei 126 mm høg luftespalte på undersida av panela slik vist i figur 3.7. Andre takvinklar, taklengder eller klima kunne gitt anna utforming av luftespalta. Luftinga blir kontinuerleg følgt opp gjennom målingar.



Figur 3.7: BIPV med luftespalteoppbygging under solcellene.

BIPV-fasadekledninga er montert med 15 mm opne fuger slik at luft kan strøyme inn mellom panela og bidra til avkjøling. For å redusere regn- og UV-påkjenninga på vindsperra er det derfor bruka ei ekstra djup luftespalte (136 mm) mellom BIPV-panela og vindsperra på bakveggen. Det er likevel bruka ei regn- og UV-robust vindsperra. Innfestingsløyningane for solcellepanela består av ein kombinasjon av trelekter, metallekter og innfestingsskiner. Trelektene er bruka som klelekter til vindsperra medan metallektene/-skinnene er bruka til innfesting av solcellepanela, det vil seie nærmast dei opne fugene der fuktpåkjenninga er forventa å vere størst. Slik har vi detaljprosjekttert innfestinga og luftinga til lokalt klima. Sjå figur 3.8.



Figur 3.8: ZEB-laboratoriet har solcellepanel med opne fugar som kledning. Val av lektedimensjonar og materialkvalitetar er tilpassa regnforholda.

3.5 Redusert energibruk til drift

ZEB-laboratoriet har ikkje mekanisk kjøling. Det sparar vi veldig mykje energi på. Vi kjøler i staden bygget med vinduslufting. Automatisk motorstyrte vindauger sikrar gjennomlufting når det er behov for kjøling. Sjå figur 3.9. Styringa kan settast opp til å følgje værmeldinga for å kjøle bygget før ein varmeperiode. Vindua kan overstyra manuelt i tillegg til at manuelt opningsbare vindauger kan gi ekstra lufting. Plasseringa av dei motorstyrte vindauga i fasadane er nøye tilpassa lokale forhold. Kjøling med vinduslufting er normalt ikkje aktuelt for klima med mange fleire varme sommardagar enn Trondheim, og er derfor eit tiltak tilpassa lokalt klima.



Figur 3.9: Motorstyrte vindauger for automatisk lufting av kontorlokala.

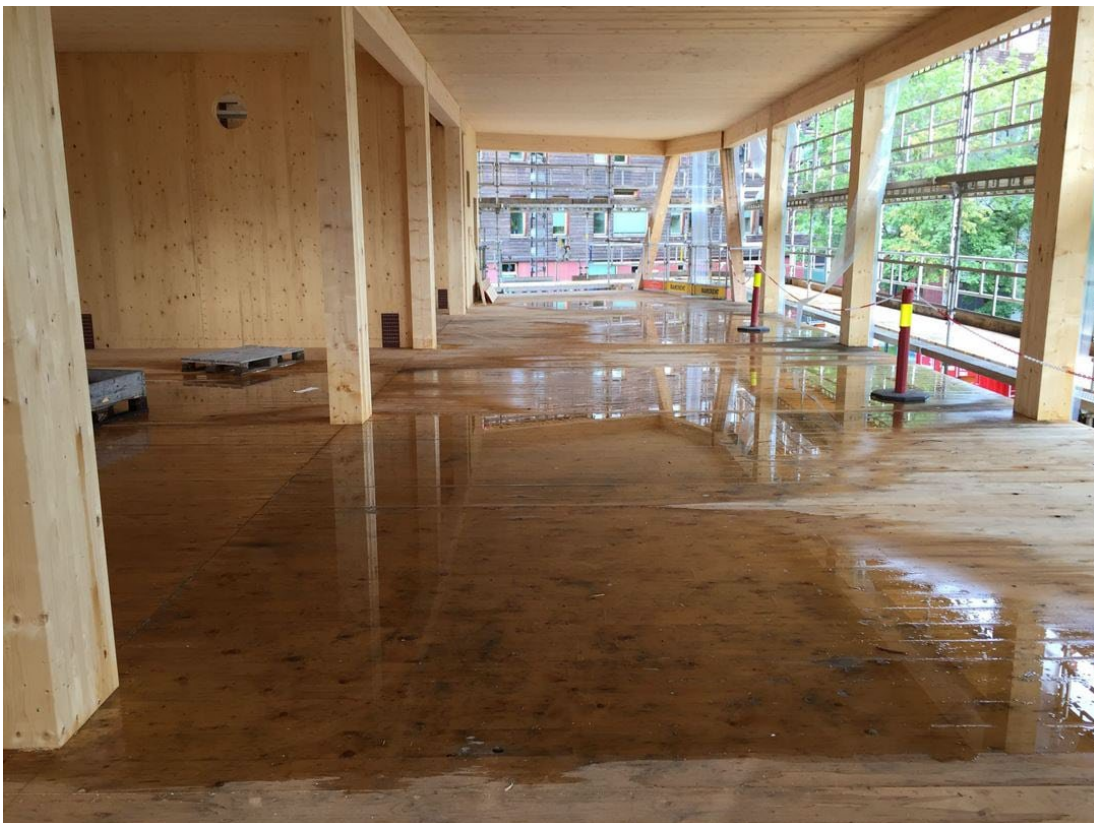
I første etasje er ikkje gjennomlufting med opningsbare vindauge ei god løysning. Mot sør har vi ein pergola for skjerming av uterommet som vi har kledd med delvis translusente solcellepanel for ekstra solskjerming og dermed vern mot overoppvarming i første etasje. Sjå figur 3.10.



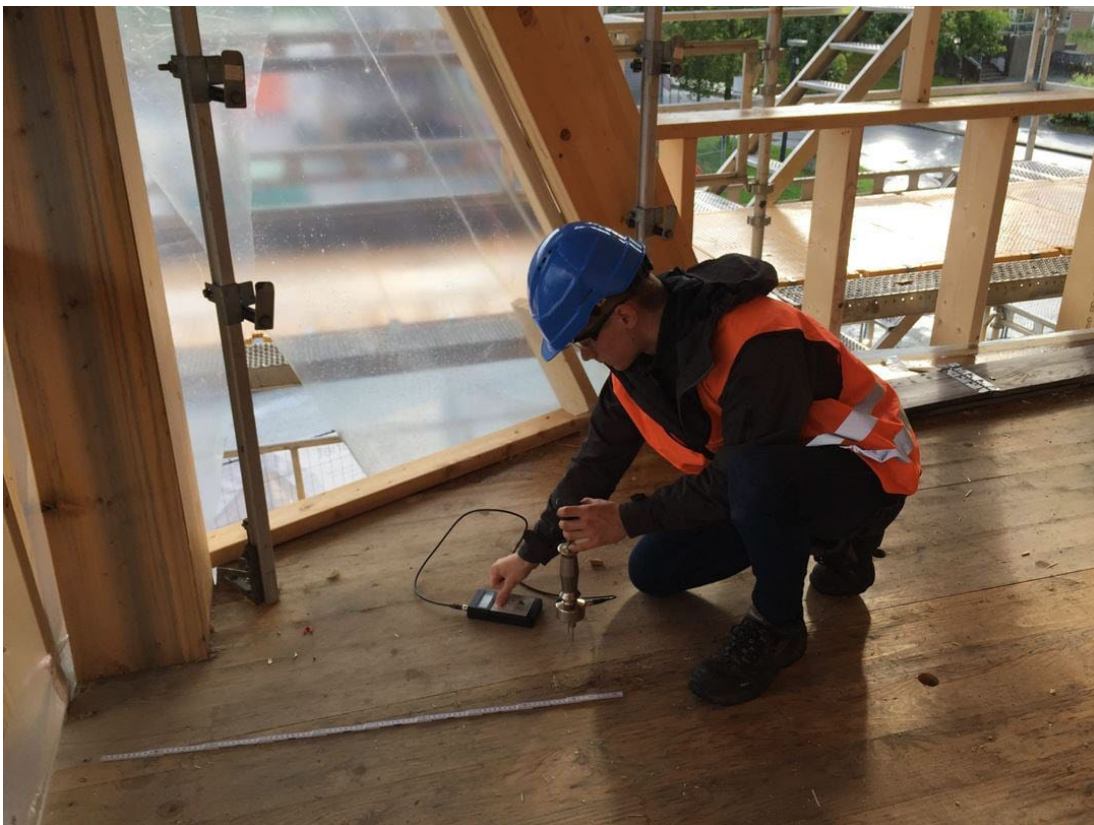
Figur 3.10: Pergolaen mot sør er forsøksfelt for solceller samtidig som den gir skygge som skjermar første etasje mot soloppvarming. Foto: Lindbak

3.6 Tilrettelagt for fuktsikker byggeprosess

Bæresystemet i ZEB-laboratoriet er av limtresøyler og -bjelkar med dekker og avstivande skiver i krysslaminert tre (KLT). Tre som byggemateriale, er sårbart for fuktigheit og spesielt for nedbør i byggeperioden, sjå figur 3.11. For å redusere utslepp av CO₂ i bygginga valte vi mellom anna å bygge utan vêrbeskyttande telt. I staden vart det lagt vekt på god framdriftsplanlegging, kort byggetid, lokale fuktvernetiltak og fjerning av mest mogleg fritt vatn etter nedbør. Trekonstruksjonen var montert i juli/august når vi av erfaring har minst regn i Trondheim. Tidleg tett bygg gjorde at vi fekk starte tørking av byggfukt i ein gunstig periode. Ekstra omfattande program for fuktmåling vart sett i verk, sjå figur 3.12, og ingen delar av trekonstruksjonen vart bygd inn før vi hadde nådd 15 vekt-% trefukt.



Figur 3.11: Dekkene i ZEB-laboratoriet etter ei kraftig regnskur.



Figur 3.12: Vi hadde lagt opp til ei tett oppfølging med fuktmåling for å ha kontroll med oppfukting og uttørking av trekonstruksjonen.

3.7 Auka brukskvalitet og overvannshandtering rundt bygget

Utgangspunktet for overvannshandteringa rundt ZEB-laboratoriet er at leidningsnettet i området har begrensa kapasitet samtidig som grunnforholda har dårleg infiltrasjonskapasitet. Det betyr at overvatnet må fordrøyast på eiga tomt så lenge som mogleg før det blir sleppt kontrollert på det kommunale leidningsnettet. Løysinga vi har valt er ein kombinasjon av mange fordrøyningsløysingar, der avrenninga av dei ulike løysingane blir samla i eit stort fordrøyningsmagasin som kontrollerer felles påslepp til leidningsnettet. Sjøå figur 3.13 til 3.15. Mellom anna blir takvatnet leida i eigen røyrleidning til fordrøyningsmagasinet. Vi har eit permeabelt dekke på arealet rundt bygget, fire regnbed og øvreg grønt areal som alle gir ein ekstra brukskvalitet og lokal fordrøyning av vatnet med eigen karakteristikkk.



Figur 3.13: ZEB-laboratoriet på Gløshaugen i Trondheim er ein viktig forskingsinfrastruktur også for utvikling av nye overvannsløysningar. Foto: m.c.herzog / visualis-images.



Figur 3.14: Overvannssystemet rundt ZEB-laboratoriet.



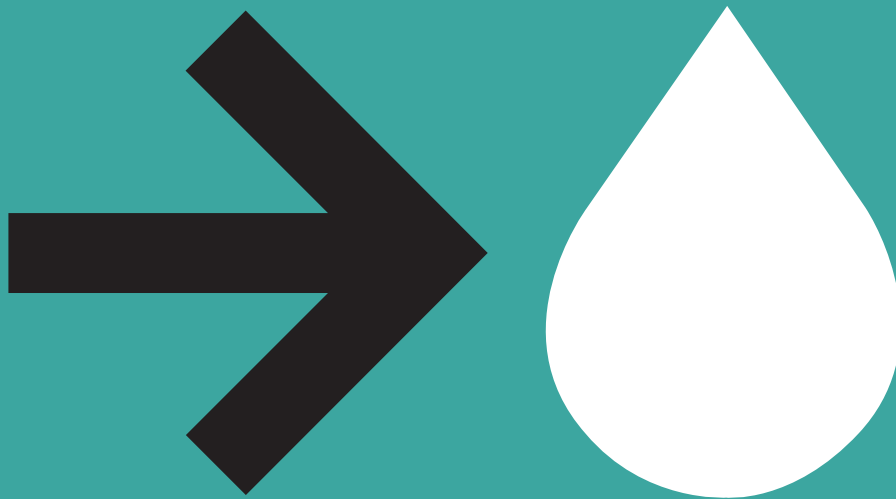
Figur 3.15: Installering av 52 m³ fordrøyningstank for oppsamling av vatn frå dei ulike delane av overvannshandteringssystemet rundt ZEB-laboratoriet.

4 Litteratur

- Danbolt JS: *Klimatilpassing av bygninger - Aktuelle hjelpemidler for prosjektering*. Master Thesis. NTNU, Trondheim 2018
- Fufa SM, Schlanbusch RD, Sørnes K, Inman M & Andresen I: *A Norwegian ZEB Definition Guideline*. ZEB Project report no 29. The Research Centre on Zero Emission Buildings (ZEB), Trondheim 2016
- Hanssen-Bauer I, Førland EJ, Haddeland H, Hisdal H, Mayer S, Nesje A, Nilsen JEØ, Sandven S, Sandø AB, Sorteberg A & Ådlandsvik B: *Klima i Norge 2100—Kunnskapsgrunnlag for klimatilpassing oppdatert i 2015*. NCCS report no 2/2015 (2.opplag). Meteorologisk institutt, Oslo 2015
- Hygen HO & Tajet HTT: *Temasamling | Ekstremnedbør*. Klima 2050 Note 62. SINTEF, Trondheim 2018
- Johansen KS: *Internal Rain Gutter for BIPV Roof*. Master Thesis. NTNU, Trondheim 2019
- Kvande T (Ed.): *Temasamling | Klimatilpassa bygning som mogleg markesfortrinn*. Klima 2050 Note 5. SINTEF, Trondheim, 2016
- Kvande T: *Temasamling | Klimatilpassa enebolig*. Klima 2050 Note 22. SINTEF, Trondheim, 2016
- Kvande T (Ed.): *Temasamling | Klimanormalar, referanseperiodar & konsekvensar av klimaendringar*. Klima 2050 Note 127. SINTEF, Trondheim 2021
- Lisø KR og Kvande T: *Klimatilpassing av bygninger*. SINTEF, Oslo 2007
- Lisø KR, Kvande T & Time B: Climate adaptation framework for moisture-resilient buildings in Norway. 11th Nordic Symposium on Building Physics. *Energy Procedia* 2017, Vol. 132, p. 628-633.
- Meld. St. 33 (2012-2013): *Klimatilpassing i Norge*. Det kongelige miljødepartement, Oslo 2013
- Pugachenko I & Aniskova A: *Exploring computational tools for environmental design. A study case on the design project of a low emission bike shed*. Master Thesis. NTNU, Trondheim 2019
- Riise EM, Sondell RKS, Solli J, Time B & Bø LA: *Klimatilpassing i arealplanlegging. Eksempler fra Trondheim*. Klima 2050 Rapport 29. SINTEF, Trondheim 2021.
- Sivertsen E, Elvebakk K, Kvande T & Time B: *Klimatilpasset bygning. Anvisning for anskaffelse i plan- og byggeprosessen*. Klima 2050 Report 12. SINTEF, Trondheim 2019
- Tajet HTT & Grinde L: *Snølaster i Norge 1961-2020*. Klima 2050 Report 36. SINTEF, Oslo 2022
- Thodesen B, Kvande T, Tajet HTT, Time B & Lohne J: Adapting Green-Blue Roofs to Nordic Climate. *Nordic Journal of Architectural Research* 2/2018, p. 99-126

Time B: *Temasamling | Klima 2050 Rammeverk for klimatilpassa bygning*. Klima 2050 Note 76. SINTEF, Trondheim 2019

Vikan TK: *Klimatilpasning av bygninger - Kartlegging av markedspotensiale til klimatilpasning blant partnere i SFI Klima 2050*. Master Thesis. NTNU, Trondheim 2016



CONSORTIUM

Private sector

SKANSKA

MESTERHUS

Multiconsult

Finans Norge

SKJÆVELAND
GRUPPEN

NORGESHUS

Leca

isola

Public sector



Statens vegvesen



Noregs
vassdrags- og
energidirektorat

AVINOR



Jernbane-
direktoratet



STATSBYGG



TRONDHEIM KOMMUNE

Research & education

SINTEF

BI

NTNU



Meteorologisk
institutt

NGI