

Klimatilpassa nullutsleppsbygg

Å bygge nullutsleppsbygg 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 fokuset på klimagassreduksjon kan gå ut over klimatilpassinga. Vi gir her ei oversikt over nokre av dei bygningsmessige problemstillingane vi støytte på i utviklinga av ZEB-laboratoriet i lys av klimaomstilling.

Tore Kvande

Institutt for bygg- og miljøteknikk

Berit Time

SINTEF

Gunnar Næss

LINK Arkitektur

Ingrid Almlı

Veidekke Entreprenør

«Klimatilpassa bygning» er tradisjonelt bruka som fellesnemning for konstruksjonar som blir planlagt, prosjektert og utført for å motstå ulike typar av ytre klimapåkjenning – frå nedbør, snølast, vind, solstråling, temperatur og flomvatn. Ved prosjektering av nye bygningar held det ikkje å sjå på været som har vore. Vi meiner at tilpassing til eit klima i endring må inkludera i fokuset for å redusere samfunnsrisiko.

Tilpassa bygningsutforming

Fokuset på solstrålingsproduksjon 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. Det ca. 20 m lange taket utgjer med sine bygningsintegreerte solceller (BIPV) ei stor, tett og svært glatt overflate. Ved kraftige regnskyl kjem store mengder vatn i høg fart ned langs taket mot takfoten (rafta). Utvendig takrenne var uaktuelt sidan den hadde 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 masteroppgåva. Her regntesta Katalin S. Johansen ulike takrenneutføringar i SINTEF sin RAWI (Rain and Wind) boks med 180 l vatn per min, noko som er forventa dimensjonerande regnvær i Trondheim om 100 år. Erfaring med taket viser svært godt samsvar med observasjonane gjort under prøvinga i lab.

Regn- og vindskjerming av inngangspartiet vart gjort med innovervendt skråning av fasaden samt ei inntrekk dør i fasadelivet. Skjerminga kunne sjå litt knapp ut. Gjennom studentarbeid vart det derfor gjen-



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 Lollı, SINTEF.

nomført ein lokal vindanalyse. 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.

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 vindsperrlaget, 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. Løysninga er klima-

tilpassa forholda i Trondheim for å auke fuktrobustheita til taket.

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.

Klimatilpassa BIPV

For å maksimere energiproduksjon, gi god fuksikkerheit og redusere foringelsen 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 tekinga skulle vere snø- og regntett samtidig som vi skulle ha optimale temperaturforhold for solstrålingsproduksjon. Taklengda på 20 meter gjorde det ekstra utfordrande, men vi løyste det med at BIPV-skråtaket er utført som lufta tak med ei 126 mm høg luftespalte på undersida av panela. Andre takvinklar, taklengder eller klima kunne gitt anna utforming av luftespalta. Luftinga blir kontinuerleg følgt opp gjennom målingar.

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 vindsperre. Innfestingsløysningane for solcellepanela består av ein kombinasjon av trelektar, metallektar og innfestingsskinner. Trelektene er bruka som klemlektar til vindsperra medan metallektene/skinnene er bru-

ka til innfesting av solcellepanela, det vil seie der forventna vannpå-kjenning er størst. Slik har vi detalj-prosjektert innfestinga og luftinga til lokalt klima.

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 vindu sikrar gjennomlufting når det er behov for kjøling. Styrima kan settast opp til å følgje værmeldinga for å kjøle bygget før ein varmeperiode. Vindua kan overstyrast manuelt i tillegg til at manuelt opningsbare vindu kan gi ekstra lufting. Plasseringa av dei motorstyrte vindua i fasadane er nøye tilpassa lokale forhold. Kjøling med vinduslufting er ikkje aktuell for klima med varme sommardagar.

I første etasje er ikkje gjennomlufting med opningsbare vindu 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.

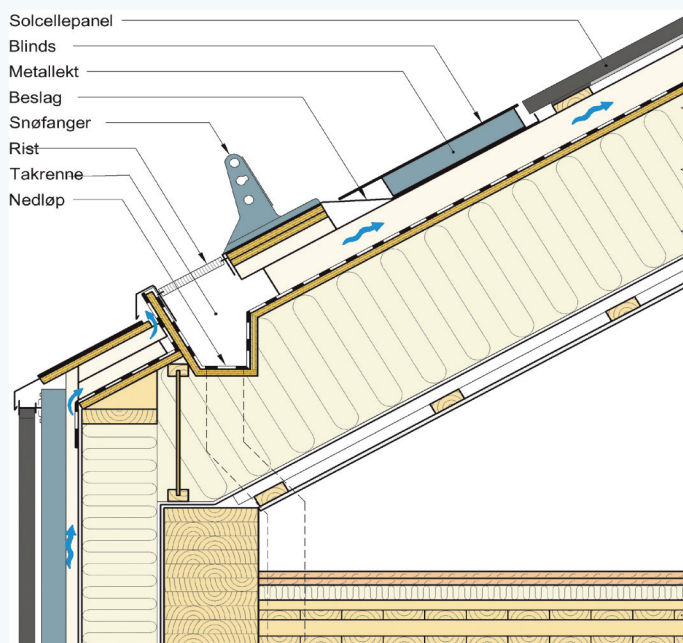
Tilrettelagt for fuktsikker byggeprosess

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. For å redusere CO₂ i bygginga valte vi mellom anna å bygge utan værbeskyttande telt. I staden vart det lagt vekt på god framdriftsplanlegging, kort byggetid, lokale fuktvermetiltak 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 fukt-måling vart sett i verk, og ingen delar av trekonstruksjonen vart bygd inn før vi hadde nådd 15 vekt-% trefukt.

Auka brukskvalitet og overvannshandtering rundt bygget

Utgangspunktet for overvannshandteringa rundt ZEB-laboratoriet er at leidningsnett 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 leidningsnett. Løysinga vi har valt er ein kombinasjon av mange



Utføring av takfoten på ZEB-laboratoriet med klimatilpassa skrått lufta BIPV-tak med varm inntrekk takrenne, materialeffektiv og fuktrobust takkonstruksjon og klimatilpassa lufta BIPV-fasade.

fordrøyningsløysingar, der avrenninga av dei ulike løysingane blir samla i eit stort fordrøyningsmagasin som kontrollerer felles påslepp til leidningsnett. 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 karakteristikk.

Bidrag til klimaomstilling

I sum skal dei gjennomførte klimatilpassingstiltaka gi oss eit bygg med lang levetid og dermed eit viktig bidrag til oppfylging av nullutsleppsambisjonen.