



TRONDHEIM, OCTOBER 21-23

FROM LOW ENERGY BUILDINGS TO
PLUS ENERGY DEVELOPMENTS



PAPERS PRESENTED AT THE CONFERENCE PASSIVHUSNORDEN 2012

TABLE OF CONTENTS

DAY 1

MAIN CONFERENCE HALL	5
THE SKARPNES RESIDENTIAL DEVELOPMENT - A ZERO ENERGY PILOT PROJECT.....	5
NET ZEB OFFICE IN SWEDEN - A CASE STUDY, TESTING THE SWEDISH NET ZEB DEFINITION.....	6
DESIGN OF A ZERO ENERGY OFFICE BUILDING AT HAAKONSVERN, BERGEN	7
PASSIVE- AND PLUS ENERGY ROW HOUSES IN NEAR-ARCTIC CONTINENTAL CLIMATE.....	8
POWERHOUSE ONE: THE FIRST PLUS-ENERGY COMMERCIAL BUILDING IN NORWAY.....	9
SMALL CONFERENCE HALL A.....	10
RETROFITTING OF EXISTING BUILDING STOCK – AN ARCHITECTURAL CHALLENGE ON ALL SCALES.....	10
DESIGN OF A PASSIVE HOUSE OFFICE BUILDING IN TRONDHEIM.....	11
PASSIVE HOUSE WITH TIMBER FRAME OF WOOD I-BEAMS – MOISTURE MONITORING IN THE BUILDING PROCESS.....	12
TIMBER FRAME CONSTRUCTIONS SUITABLE FOR PASSIVE HOUSES	13
SMALL CONFERENCE HALL B.....	14
IMPROVEMENT OF TRADITIONAL CLAMPED JOINTS IN VAPOUR- AND WIND BARRIER LAYER FOR PASSIVE HOUSE DESIGN.....	14
PASSIVE DYNAMIC INSULATION SYSTEMS FOR COLD CLIMATES.....	15
POSSIBILITIES FOR CHARACTERIZATION OF A PCM WINDOW SYSTEM USING LARGE SCALE MEASUREMENTS	16
ENERGY DESIGN OF SANDWICH ELEMENT BLOCKS WITH AGGREGATED CLAY.....	17
HEATING AND COOLING WITH CAPILLARY MICRO TUBES INTEGRATED IN A THIN-SHALE CONCRETE SANDWICH ELEMENT.....	18
SMALL CONFERENCE HALL C.....	19
GUIDELINES FOR DEVELOPING ONE-STOP-SHOP BUSINESS MODELS FOR ENERGY EFFICIENT RENOVATION OF SINGLE FAMILY HOUSES.....	19
OPPORTUNITIES AND BARRIERS FOR BUSINESS MODELLING OF INTEGRATED ENERGY RENOVATION SERVICES	20
PROMOTION OF ONE-STOP-SHOP BUSINESS FOR ENERGY EFFICIENCY RENOVATION OF DETACHED HOUSES IN NORDIC COUNTRIES	21
AMBITIOUS UPGRADING OF POST-WAR MULTI-RESIDENTIAL BUILDINGS: PARTICIPATION AS A DRIVER FOR ENERGY EFFICIENCY AND UNIVERSAL DESIGN.	22

DAY 2 - MORNING SESSION

MAIN CONFERENCE HALL	23
DEVELOPMENT OF ENERGY EFFICIENT WALL FOR RETROFITTING	23
ENERGIKONSEPT FOR OPPGRADERING AV NORDRE GRAN BORETTSLAG I OSLO	24
KAMPEN SCHOOL - RETROFITTING OF AN HISTORIC SCHOOL BUILDING WITH ENERGY EFFICIENT VENTILATION AND LIGHTING SYSTEM.....	25
REDUCING ENERGY CONSUMPTION IN A HISTORICAL SCHOOL BUILDING	26
EXAMPLES OF NEARLY NET ZERO ENERGY BUILDINGS THROUGH ONE-STEP AND STEPWISE RETROFITS .	27
 SMALL CONFERENCE HALL A.....	28
OPTIMAL SPACE HEATING SYSTEM FOR LOW-ENERGY SINGLE.FAMILY HOUSE SUPPLIED BY LOW- TEMPERATURE DISTRICT HEATING.....	28
PERFORMANCE EVALUATION OF A COMBINED SOLAR-THERMAL AND HEAT PUMP TECHNOLOGY IN A NET-ZEB UNDER STOCHASTIC USER-LOADS.....	29
HEAT PUMP SYSTEMS FOR HEATING AND COOLING OF PASSIVE HOUSES	30
UTFORDRINGER MED INNREGULERING AV VAV ANLEGG I PASSIVHUS.....	31
THE POTENTIAL OF FAÇADE-INTEGRATED VENTILATION (FIV) SYSTEMS IN NORDIC CLIMATE.....	32
 SMALL CONFERENCE HALL B.....	34
MARIENLYST SCHOOL – COMPARISON OF SIMULATED AND MEASURED ENERGY USE IN A PASSIVE HOUSE SCHOOL.....	34
VERIFICATION OF ENERGY CONSUMPTION IN 8 DANISH PASSIVE HOUSES.....	35
A PASSIVE HOUSE BASED ON CONVENTIONAL SOLUTIONS ON THE MARKET	36
MEASUREMENTS OF INDOOR THERMAL CONDITIONS IN A PASSIVE HOUSE DURING WINTER CONDITIONS.....	37
 SMALL CONFERENCE HALL C.....	38
FROM PASSIVE HOUSE TO ZERO EMISSION BUILDING FROM AN EMISSION ACCOUNTING PERSPECTIVE	38
LIFECYCLE PRIMARY ENERGY USE AND CARBON FOOTPRINT FOR CONVENTIONAL AND PASSIVE HOUSE VERSIONS OF AN EIGHT-STORY WOOD-FRAMED APARTMENT BUILDING.....	39
COST EFFECTIVENESS OF NEARLY ZERO AND NET ZERO ENERGY BUILDINGS.....	40
ARCHITECTURAL FREEDOM AND INDUSTRIALIZED ARCHITECTURE - RETROFIT DESIGN TO PASSIVE HOUSE LEVEL.....	41
ARCHITECTURAL QUALITIES IN PASSIVE HOUSES.....	42
SUSTAINABLE VENTILATION.....	43

DAY 2 - AFTER LUNCH SESSION

MAIN CONFERENCE HALL	44
ERFARINGER MED PASSIVHUS – ET SYSTEMATISK OVERBLIKK	44
LIVING IN SOME OF THE FIRST DANISH PASSIVE HOUSES.....	45
EVALUATION OF THE INDOOR ENVIRONMENT IN 8 DANISH PASSIVE HOUSES.....	46
LESSONS FROM POST OCCUPANCY EVALUATION AND MONITORING OF THE 1 ST CERTIFIED PASSIVE HOUSE IN SCOTLAND.....	47
OVERHEATING IN PASSIVE HOUSES COMPARED TO HOUSES OF FORMER ENERGY STANDARDS.....	48
 SMALL CONFERENCE HALL A	 49
BOLIGPRODUSENTENES BIM-MANUAL FOR PASSIVHUSPROSJEKTERING	49
SIMULATION OF A LOW ENERGY BUILDING IN SWEDEN WITH A HIGH SOLAR ENERGY FRACTION.	50
SS 24 300: A SWEDISH STANDARD FOR ENERGY CLASSIFICATION OF BUILDINGS.....	51
NS3701: A NORWEGIAN STANDARD FOR NON-RESIDENTIAL PASSIVE HOUSES	52
 SMALL CONFERENCE HALL B.....	 53
GEOMETRISKE KULDEBROERS INNVIRKNING PÅ NORMALISERT KULDEBROVERDI	53
HAM AND MOULD GROWTH ANALYSIS OF A WOODEN WALL	54
HYGROTHERMAL CONDITIONS IN EXTERIOR WALLS FOR PASSIVE HOUSES IN COLD CLIMATE CONSIDERING FUTURE CLIMATE SCENARIO.....	55
PERFORMANCE OF 8 COLD-CLIMATE ENVELOPES FOR PASSIVE HOUSES	56
LABORATORY INVESTIGATION OF TIMBER FRAME WALLS WITH VARIOUS WEATHER BARRIERS	57
 SMALL CONFERENCE HALL C.....	 58
VAD BEHÖVS FÖR ETT MARKNADSGENOMBROTT AV NYBYGGNATION OCH RENOVERING TILL PASSIVHUS - ANALYS FRÅN SEMINARIESERIE	58
KOMMUNERS MÖJLIGHETER ATT STYRA UTVECKLINGEN MOT PASSIVHUS I SVERIGE OCH UTBILDNING AV BESTÄLLARE INOM KOMMUNAL SEKTOR	59
PASSIVHUSCENTRA I NORDEN	60
BUILD UP SKILLS NORWAY: COMPETENCE LEVEL ON ENERGY EFFICIENCY AMONG BUILDING WORKERS	61

Erfaringer med passivhus – et systematisk overblikk

Michael Klinski, Åshild Lappegard Hauge, Tor Helge Dokka, Judith Thomsen, Sidsel Jerkø
SINTEF Byggforsk, Postboks 124 Blindern, N-0314 Oslo, +47 22 96 55 53, michael.klinski@sintef.no

Sammendrag

SINTEF Byggforsk har laget en rapport som gir en systematisk oversikt over erfaringer med passivhusboliger, både i Norge og i andre land. Bakgrunnen er at det eksisterer relativt få evalueringer av bygde norske passivhusprosjekter, og at erfaringer fra andre land heller ikke foreligger i opparbeidet systematisert form. Utredningen bygger på en gjennomgang av eksisterende litteratur, samt nærmere analyse av noen utvalgte norske prosjekter. Dette inkluderer bl.a. dybdeintervjuer med beboere, utbyggere og utførende, samt drøfting av egne erfaringer i bygde prosjekter.

Det er få passivhusboliger i Norge som per i dag er evaluert, og disse har ikke kunnet bli fulgt opp over lang tid ettersom passivhus er relativt nytt i Norge. Rapporten tar imidlertid for seg svært mange studier av prosjekter i Mellom-Europa og også noen studier som sammenligner prosjekter i flere land, selv om bare få av disse er offentliggjort i vitenskapelige tidsskrifter. Rapporten belyser tema som erfaring fra prosjektering og byggeprosess, byggsikkerhet og helserisiko, beregnet og målt energibruk, brukervennlighet, markedsføring, kostnader og egnethet for volumproduksjon. Det blir dessuten diskutert hvilke utfordringer som er spesielt knyttet til passivhus, og hva som gjelder alle nye boliger eller alle bygninger generelt. I tillegg blir det drøftet om det finnes spesielle utfordringer knyttet til nordisk bokkultur. Det er ønskelig å følge opp noen av de norske prosjektene over lengre tid. Avslutningsvis drøftes framtidige forskningsbehov, hvor bl.a. forskning relatert til inn klima og helse anses som viktig.

Rapporten konkluderer med at passivhus i hovedsak har de samme utfordringene som andre nyere boliger etter Byggeteknisk forskrift. Passivhus som et helhetlig, stedstilpasset konsept medfører imidlertid større kvalitetssikring ved prosjektering og bygging, og konseptet er mer robust og dermed bedre egnet til å takle ulike brukervaner. I Norge er forskjellen mellom aktuelle forskriftskrav og krav til passivhus mye mindre enn i Mellom-Europa, slik at konseptet lettere bør kunne tas i bruk av vanlige aktører i bransjen.

Studier fra andre land viser f.eks. at konsentrasjon av muggsopp er lavere i passivhus enn i konvensjonelle bygg. Disse funnene henger tett sammen med bruken av balansert mekanisk ventilasjon. Noen studier refererer også bedring i selvrapportert helse hos beboerne. Norske og utenlandske brukerevalueringer av passivhus viser at inn klima er godt, og rapportert som bedre enn i konvensjonelle boliger.

Utredningen ble gjort på oppdrag fra Husbanken. I sammenheng med videre oppfølging av prosjektet vil det etter sommeren foreligge mer detaljerte målings- og evalueringsresultater fra noen norske prosjekter. Disse vil inngå i en presentasjon på konferansen.

Innledning

SINTEF Byggforsk har laget en rapport som gir en systematisk oversikt over erfaringer med passivhusboliger, både i Norge og i andre land. Denne artikkelen er basert på rapporten. For en mer omfattende fremstilling av temaet, se rapporten (Klinski et al., 2012).

Det eksisterer relativt få evalueringer av bygde norske passivhusprosjekter, og erfaringer fra andre land foreligger heller ikke i opparbeidet systematisert form. Utredningen bygger derfor på en gjennomgang av eksisterende litteratur, samt nærmere analyse av noen utvalgte norske prosjekter. Dette inkluderer bl.a. dybdeintervjuer med beboere, utbyggere og utførende, samt drøfting av egne erfaringer i bygde prosjekter. De få passivhusboliger i Norge som per i dag er evaluert, har ikke kunnet bli fulgt opp over lang tid ettersom passivhus er relativt nytt i Norge. Det finnes imidlertid svært mange studier av prosjekter i Mellom-Europa og også noen studier som sammenligner prosjekter i flere land, selv om bare få av disse er offentliggjort i vitenskapelige tidsskrifter.

Målet har vært å systematisere erfaringer med passivhus på følgende områder: Erfaring fra prosjektering og byggeprosess, byggskader og helserisiko, beregnet og målt energibruk, brukervennlighet, markedsføring, kostnader og egnethet for volumproduksjon. Det blir dessuten diskutert hvilke utfordringer som er spesielt knyttet til passivhus, og hva som gjelder alle nye boliger eller alle bygninger generelt. I tillegg blir det drøftet om det finnes spesielle utfordringer knyttet til nordisk bokultur.

Metode

Utredningen er begrenset til boligbygg, med unntak for erfaring fra prosjektering og byggeprosesser i barnehager og skoler som kan være like relevant for boliger. Metodisk er arbeidet lagt opp på følgende måte:

1: Systematisering av tilgjengelig underlag

1. Gjennomgang av eksisterende utredninger og annen relevant litteratur om passivhusprosjekter i Norge.
2. Innhenting av informasjon fra norske prosjekter, hvor denne ikke eksisterer i tilstrekkelig grad.
3. Systematisering av funnene og identifisering av behov for relevant dybdeanalyse.

2: Dybdeanalyse av utvalgte prosjekter

4. Analyse av tegninger, beskrivelser, beregninger/simuleringer og målinger.
5. Intervju av sentrale aktører i prosjektene.
6. Beboerundersøkelser med spørreskjema og/eller kvalitative intervjuer.

3: Erfaringer i andre land

7. Gjennomgang av relevant litteratur og sammenstilling av erfaringer som kan være relevant.

Kvalitative intervju

I tillegg til kortere omtale av tre prosjekter, er fire norske boligprosjekter blitt analysert i dybden gjennom analyser av underliggende materiale og ulike målinger, samt intervju (eller spørreskjema):

Løvåshagen, blokkbebyggelse i Bergen,
NorONE, enebolig med utleieenhet på Sørumsand,
Rudshagen, eneboligfelt på Mortensrud i Oslo,
Granås, feltutbygging i Trondheim.

Byggherre, arkitekt, entreprenører og et utvalg beboere er intervjuet for hvert prosjekt, der dette har vært mulig. Tema for intervju og litteraturstudier har vært erfaringer fra prosjektering og byggeprosess, byggskader og helserisiko, beregnet og målt energibruk, brukervennlighet, markedsføring, kostnader og egnethet for volumproduksjon. De fleste intervjuene er gjort i møter av aktørene, en til en, eller to informanter av gangen. Et fåtall av intervjuene er gjort pr telefon eller via epost. Intervjuene har tatt ca en time pr aktør. Det er tatt notater i intervjuene, og disse notatene er senere gruppert og analysert i forhold til ovennevnte tema. Resultatene fra de norske dybdestudiene er også sammenlignet med erfaringer fra internasjonale studier.

Resultater

Erfaring fra prosjektering og byggeprosess

Erfaringer med prosjekterings- og byggeprosessen viser at god og jevnlig oppfølging på byggeplassen er nødvendig og må kunne bygge på presist formulerte krav samt detaljerte tegninger og beskrivelser¹. Prosjekteringen må inkludere korrekte og nøyaktige energiberegninger, gjennomført med presise inndata som tar med alle forutsetninger som klima på byggested, reelle forhold på sol og skygge samt materialer og konstruksjoner som det blir bygd (Peper, 2008). Det vil si at konvensjonelle forenklete beregningsprogrammer ikke er egnet.

Beslutningsprosesser i norske rehabiliteringsprosjekter kan pga. eierstrukturen være mer komplisert enn i sentraleuropeiske land. Planleggings- og optimaliseringsprosessen i både nybygg- og rehabiliteringsprosjekter

¹ Dette utelukker ikke at det utvikles tilpassede løsninger på byggeplassen i dialog mellom prosjekterende og utførende, hvis dette er et bevisst valg spesielt i innovative prosjekter.

kan også være mer krevende i Norge enn i Mellom-Europa ettersom mange aktører ikke er vant til nye tekniske løsninger og ikke alle komponenter er tilgjengelig i introduksjonsfasen av passivhus (Klinski et al., 2011). Erfaringene med norske passivhusprosjekter viser at byggevarerprodusentene kan være viktige samarbeidspartnere for å finne gode tekniske løsninger. Erfaringer med byggeprosessen i Norge viser også hvor viktig det er med insitamentene for å finne gode tekniske løsninger, slik at ingen parter taper økonomisk på å komme opp med løsninger som er innovative.

Byggskader og helserisiko

Det finnes ikke norske studier om byggskader og helserisiko i passivhus siden passivhusene i Norge er såpass nye. Studier fra andre land viser at konsentrasjonen av muggsopp er lavere i passivhus enn i konvensjonelle bygg. Det er også rapportert om lavere radonnivå i passiv-/ lavenergihus, og lavere konsentrasjon av andre forurensende stoffer. Disse funnene henger tett sammen med bruken av balansert mekanisk ventilasjon. Balansert ventilasjon hindrer bakterie- og soppbelastning, men krever også at partikkelfilter skiftes når de skal. I boliger uten balansert ventilasjon må man regne med betydelig høyere konsentrasjon av skadelige og forurensende stoffer i luften.

Noen av de gjennomgåtte studiene refererer også til selvrapportert helse hos beboerne. Beboere i passivhus rapporterer om bedre helse enn i konvensjonelle hus, eller at de har fått bedre helse etter å ha flyttet inn i passivhus. Ingen studie rapporterer spesielle byggskader i passivhus.

Gjennomsnittlig energibruk og variasjoner i energibruk

Norske og utenlandske studier viser at energibruk i mange lavenergi- og passivhus avviker i forhold til energiberegninger; noen er bedre og noen er verre enn forventet. Det er lite som tyder på at avvikene er større i passivhus enn i andre undersøkte hus (Peper, 2008). I studier som sammenligner passivhus og andre lavenergihus, har passivhus gjennomgående lavere energibruk. Mange studier måler energibruk i innkjøringsfasene, der energibruken kan være høyere enn senere. Energibruken forventes å stabilisere seg ca ett år etter at bygget er tatt i bruk, men det er funnet få studier som følger opp energibruk over lengre tid.

Energibruken påvirkes i alle boliger også mye av hvordan boligen brukes av beboerne. Feil bruk av boligen på bakgrunn av at beboerne har fått for lite informasjon om hvordan det skal brukes, eller at beboerne sløser med energi, kan gi store utslag på energimålingene. I flere prosjekter velger beboere en høyere innetemperatur enn den som er lagt inn i energiberegningen. Dette øker forbruket noe. Tilsvarende gjelder om beboere sover med åpent vindu på soverommet, men passivhuskonseptet er robust og fungerer også med slike brukervaner. Energiforbruket er likevel betydelig lavere enn konvensjonelle nye bygg.

Brukervennlighet for vanlige brukere

Norske og utenlandske brukerevalueringer av passivhus viser at inneklime er godt, og rapportert som bedre enn i konvensjonelle boliger (Thomsen et al., 2011; Hauge et al., 2011; Berndgen-Kaiser mfl., 2010; Zalejska-Jonsson, 2011).

Til tross for at beboerne rapporterer om godt inneklime, er det noen studier som viser at beboerne kan finne innetemperaturen for lav om vinteren, og for høy om sommeren, men tilsvarende gjelder også for konvensjonelle boliger (Zalejska-Jonsson, 2011). Brukerevalueringer som sammenligner passivhus med konvensjonelle boliger, viser at konvensjonelle boliger oppleves varmere på sommertid enn passivhus. Problemer med overtemperatur ser ut til i første rekke å være knyttet til store glassflater og manglende solskjerming, og til dels dårlige muligheter for vinduslufting. Arkitektur som er preget av store glassflater, er utfordrende på sommerstid, uavhengig av om det er passivhus eller ikke. Viktig er i alle disse tilfeller å kunne bruke solavskjerming for å holde temperaturene nede, og dette har ikke vært vanlig praksis i norsk bokultur. I de siste årene ser en imidlertid mer og mer at solskjerming tas i bruk også på nye konvensjonelle bygg. I passivhus kan en bevisst prosjektering for å redusere varmetap fra tekniske anlegg bidra til å redusere overtemperaturproblemer ved at uønsket varmetilskudd reduseres. Problemer med lave vintertemperaturer kan skyldes igangkjøringsproblemer eller feil på tekniske anlegg, men kan også skyldes at brukere foretrekker høyere innetemperaturer enn det som forutsettes ved prosjekteringen.

God informasjon om bruk og drift av tekniske anlegg i et passivhus er avgjørende for effektiv bruk av bygningen, og derfor et viktig tema for videre forskning (Thomsen et al., 2011). Mange studier viser at brukerne

har fått for lite informasjon om styringssystemene eller konsekvensene av ulike innstillinger til å kunne bruke bygningen optimalt (Berndgen-Kaiser mfl., 2010; Fischer 2008; Isaksson, 2009; Isaksson & Karlsson, 2006). I noen tilfeller kan styringssystemene være utformet på en måte som gjør dem vanskelig å forstå og bruke. Dette gjelder også andre boliger som har balansert ventilasjon eller utstyr som varmepumper og solfangere.

Det finnes ingen norske studier om vedlikehold av passivhus, men en svensk studie fremhever at det er et stort behov for informasjon til beboerne om hvordan passivhusene bør vedlikeholdes (Sikander et al., 2011). Det er mange beboere som ikke forstår at driftssystemene krever en viss oppmerksomhet, eller er usikre på om de har riktige innstillinger. De har gjort sine egne innstillinger, men uten å forstå resultatene av disse. Dette kan være kritisk for hvor godt passivhuset fungerer. Andre studier viser at f.eks. filterskift fungerer forholdsvis bra også når dette utføres av beboerne selv. Ingen av de analyserte studiene indikerer at det i passivhus er større utfordringer for vedlikehold av bygningskroppen enn i konvensjonelle bygg.

Erfaringer fra markedsføring og salg

Norske og utenlandske studier viser at passivhus ikke selges på bakgrunn av miljøegenskaper, men i hovedsak som andre boliger på bakgrunn av lokalisering, planløsning, estetikk og lignende (Buber et al., 2007; Schnieders & Hermelinks, 2006; Haavik og Aabrekk, 2007; Zalejska-Jonssons, 2011). Boligens energieffektivitet er oftest kun en bonus for beboerne. Erfaringer viser derfor at det er gunstig å fokusere på salgsargumenter som passivhusenes komfort og gode inneklima, istedenfor å satse på energisparing som hovedargument. Dette kan derimot være i endring. Energieffektiviteten til en bolig blir et viktigere salgsargument framover fordi kunnskapen om energieffektivisering i bygninger øker blant folk flest. Ovennevnte studier viser også at det å bo i et passivhus fører til at beboerne blir mer opptatt av miljøvern og energieffektivitet.

Kostnader

Både norske studier og studier fra andre land viser at kostnadene ved å heve ambisjonene fra konvensjonell boligbygging til passivhus kan ligge på ca 5-10 % av byggekostnadene. Dette vil variere etter hvilken standard som er sammenligningsgrunnlag. Studiene viser større merkostnader i forhold til boliger uten mekanisk ventilasjon, men mindre merkostnader sammenlignet med lavenergiboliger som allerede har balansert ventilasjon. Passivhus kan til og med ha lavere kostnader enn lavenergiboliger med noe høyere energibehov fordi disse trenger et mer komplekst oppvarmingssystem. Det er også vist at totalkostnader for passivhusprosjekter kan ligge innenfor vanlige variasjoner av byggekostnader i en region, hvis det planlegges og optimaliseres nøye. I andre land har det vist seg at forholdsvis store merkostnader for passivhus og tilhørende komponenter blir mindre etter hvert som passivhus får en større markedsandel og aktørene har lært av bygde prosjekter (Lang, 2010). Et eksempel fra Norge er at merkostnader for passivhusvinduer allerede har sunket og fortsetter å synke i forhold til konvensjonelle moderne vinduer².

Egnethet for volumproduksjon

Markedsutviklingen i deler av Tyskland og spesielt i Østerrike viser at passivhus i dag bygges i stort antall, både når det gjelder småhus og store blokkprosjekter. Passivhus har vist seg å fungere i praksis. Passivhus er en "pakke" som prosjekterende og byggeindustrien kan brukes som helhet, men den må tilpasses sted og klima. Konseptet som sådan er "materialnøytralt" og kan bygges i bærende tre, mur, betong eller en kombinasjon av disse; materialer kan være konvensjonelle eller mer økologiske. I Tyskland og Østerrike var det i utgangspunktet et stort gap mellom passivhus og hus på forskriftsnivå. For Norges del med strengere energiforskrifter er "spranget" mellom nye hus etter TEK 10 og passivhus mye mindre, slik at konseptet lettere bør kunne tas i bruk av vanlige aktører i bransjen.

Å utvikle gode stedstilpassede passivhusløsninger kunne være til stor hjelp for mindre, regionale aktører på byggemarkedet. På sikt kunne dette føre til en solid forankret vekst av passivhusbygging. Et viktig hjelpemiddel kunne være at Byggforskserien viser flere alternative løsninger som er tilpasset ulik klima. Passivhus medfører etter vår vurdering ingen prinsipielle vanskeligheter utover energieffektive hus etter TEK 10, så lenge det ikke velges oppvarming via ventilasjonsluft. Passivhus er lavenergiboliger etter et optimalisert og stedstilpasset konsept, som i tillegg medfører større kvalitetssikring ved prosjektering og bygging. Som et slikt helhetlig og forståelig konsept burde passivhus være godt egnet for volumproduksjon.

² Personlig informasjon fra Lisbeth Otterness i NorDan i telefonsamtale med Michael Klinski 19.12.2011.

Utfordringer i forhold til nordisk bo-kultur

Vi har ikke funnet studier som tar for seg ulike sider ved norsk eller nordisk bokultur i forhold til passivhus/lavenergihus. Vi vil likevel trekke fram noen tema man kan diskutere i den sammenhengen, tema det kan være verdt å se på i videre forskning, eller ta opp i holdningskampanjer.

Høy velstand og lave el-priser påvirker energibruk

Norge er i dag preget av velstand og lave energipriser når det gjelder elektrisitet. I tillegg har den høye andelen eneboliger og selveiertradisjonen ført til et høyt energiforbruk (gjelder bare elektrisitet, ikke oppvarming) pr innbygger sammenlignet med andre land. Elektrisk energi har vært rimeligere enn i andre land, og produksjonen renere. Dette kan medvirke til at folk flest ikke ser verdien av energieffektivisering av bygg. Der i mot er interessen for naturvern og bekymringene for global oppvarming stadig økende. 80 % av voksne er noe eller svært bekymret for klimaendringene (Uzzel, 2010). Bevisstheten om nødvendigheten av energieffektivisering øker, og blant noen beboere er dette en av de viktigste grunnene til f.eks. å oppgradere bygningsmassen etter passivhuskonseptet. For andre beboere er det kun en bonus (Hauge, 2011).

Gulvvarme på badet kan gi økt energibruk

Det kan være utfordringer ved den norske eller nordiske bokulturen som gjør det vanskelig å bruke energieffektive boliger riktig. Som gjennomgangen av utenlandsk og norsk forskning på området viser, er bruken av bygningene avgjørende for om de fungerer etter sin hensikt. Vi mener at utfordringene ved energisløsing henger sammen med velstand og lite kunnskap om hvordan energibruk påvirker klimaet, og at den økende forståelsen for klimaendringene vil føre til en mer nøktern energibruk på sikt. For eksempel er gulvvarme på badet en selvfølge for mange nordmenn gjennom hele året og kan medvirke til overoppvarming, mens det i andre land vil bli sett på som "sløsing" med strøm. Det kan henge sammen med hvordan badet har utviklet seg til et "spa" i mange norske hjem, men kan ikke forklares med kaldt klima siden det er mindre utbredt i andre nordiske land. Også den sterke norske eller nordiske preferansen for gulvvarme generelt kan øke energiforbruket spesielt i energieffektive hus med kortere fyringssesong enn andre hus, når varmen av komfortgrunner er slått på mye lenger enn det er behov for varme.

Vanlig å ikke slukke lyset i rom som ikke er i bruk

Det å la elektriske lys stå på når man ikke er hjemme og bruke mye varmtvann, er andre eksempel. Igjen gjelder den førstnevnte vanen bare Norge, ikke hele Norden. Det bør diskuteres om det bør settes i gang holdningskampanjer for raskere å kunne påvirke bovaner som er uheldige for energieffektivitet. Det er i hvert fall uheldig om det å bo i et passivhus fører til at man synes man kan bruke mer energi enn før. Ønsket om å ha et ildsted i boligen tenkes kanskje på som typisk norsk, men i småhus er det utbredt også i andre land. Det er også mulig å ha peis i passivhus, men det vil ikke være bruk for det som oppvarming, og det vil raskt bli for varmt.

Vinduslufting og kalde soverom

"I norske boliger med avtrekksventilasjon er det vanlig å ty til vinduslufting på soverom om natten for å få tilfredsstillende luftomsetning. (...) Andre nordiske land har ikke nødvendigvis de samme luftevaner på soverom", skriver Peter Schild (2003), dog uten til å vise til resultater som bekrefter denne antatte forskjellen direkte. Hans egen spørreundersøkelse i boliger med balansert ventilasjon viste at 26 prosent hadde soveromsvinduet oppe hele natta om vinteren. Over halvparten gjorde dette bare om sommeren, og resten "av og til". Schild referer en annen undersøkelse fra 1993, hvor kun en tredjedel av boligene hadde balansert ventilasjon, mens to tredjedeler hadde installert mekanisk avtrekksventilasjon. Også i denne undersøkelsen var det bare 24 % som åpnet soveromsvinduet hele året. Begge undersøkelser viser altså at det store flertallet ikke sover med åpent vindu når det er veldig kaldt. I tillegg kan en anta at en del gjør det rett og slett fordi luftkvaliteten ellers ikke er tilfredsstillende, og ikke nødvendigvis fordi de prefererer svært lave temperaturer.

På den andre siden viser det seg at soveromstemperaturer og åpne vinduer også er tema i mange av de gjennomgåtte utenlandske studier. Ønsker om lavere temperatur og eventuelt åpent vindu på soverom er åpenbart utbredt også i Mellom-Europa. Passivhusinstituttet har publisert en egen forskningsrapport om dette, med bl.a. redegjørelse for ulike strategier for temperaturdifferensiering i boligen (Feist m.fl. 2004). Ett av resultatene er at åpne vinduer på soverommet ikke øker oppvarmingsbehovet med mer enn 2 – 7 kWh/m² per år, og at maksimumstallet på 7 kWh/m²a i praksis aldri har blitt observert. Passivhuskonseptet er tilstrekkelig

robust for å kunne takle slike beboervaner og en slik moderat økning av oppvarmingsbehovet. Noen studier indikerer for øvrig at andelen beboere som sover med åpent vindu, minsker etter hvert ettersom de har vent seg til at luftkvaliteten er bra også med lukket vindu.

Gjør-det-selv-tradisjon

Andre særtrekk ved bokulturen i Norge som kan påvirke innføringen av energieffektive boliger, kan henge sammen med en "gjør-det-selv-tradisjon", men den er om mulig like utbredt i andre land, men får kanskje større konsekvenser i Norden på grunn av det kalde klimaet. Energieffektive boliger fordrer profesjonelle håndverkere, og det å bygge selv vil føre til for dårlig kvalitet. Selv om nordmenn bruker mye penger på oppussing, er det lite fokus på det å holde det bygningstekniske godt vedlike. Bilen blir jevnlig sendt til kontroll, men boligen, som er et mye dyrere investeringsobjekt og har større betydning for helse og livskvalitet, blir ikke kontrollert jevnlig av profesjonelle. Innføring av passivhusnivå som forskriftskrav vil kunne være en anledning til å diskutere om boligen blir mer utfordrende å drifte for alminnelige mennesker, og føre til at man ser det nødvendig å ha et jevnlig oppsyn med boligen av bygningskyndige. Vi kan likevel ikke se at passivhus er mer komplisert for beboerne enn boliger etter TEK 10. Tvert imot kan passivhus – bygget og kvalitetssikret etter en standard – være mer driftssikker og mer robust for ulike brukervaner.

Hva er problemer spesielt knyttet til passivhus, og hva er problemer knyttet til nye boliger og bygninger generelt?

Resultatene, både fra Norge og andre land, viser at på de fleste områder er brukerne fornøyde med å bo i passivhus. Likevel er det mange studier som rapporterer om inneklimate og temperaturproblemer for brukerne. Problemer med overtemperatur ser ut til i første rekke å være knyttet til store glassflater og manglende solskjerming, og til dels dårlige muligheter for vinduslufting. Problemer med lave vintertemperaturer kan skyldes igangkjøringsproblemer eller feil på tekniske anlegg, men kan også skyldes at brukerne foretrekker høyere innetemperaturer enn det som forutsettes ved prosjekteringen³. En del av disse utfordringene kan skyldes at undersøkelsene ble gjort i en tidlig fase av byggets levetid. I alle nye bygninger er det, uansett om det er passivhus eller ikke, utfordringer i begynnelsen. Det er lite som tyder på at overtemperaturproblemene er større i passivhus enn i andre nye hus. Tvert imot kan en bevisst prosjektering for å redusere varmetap fra tekniske anlegg (ventilasjonsanlegg, varmtvannrør, m.m.) bidra til å redusere overtemperaturproblemer ved at uønsket varmetilskudd reduseres. Arkitektur som er preget av store glassflater er utfordrende på sommerstid når temperaturen skal holdes nede og det ikke finnes solavskjerming. Dette er noe som gjelder alle nye bygninger med store glassflater, og ikke passivhus spesielt.

Det finnes et velkjent gap mellom beregnet og faktisk energibruk i bygninger. I leilighetsbygg blir energibehovet vanligvis beregnet som gjennomsnitt for hele bygget, mens det kan forventes at de enkelte leiligheter har ulik oppvarmingsbehov per kvadratmeter areal, avhengig av beliggenheten (i randsonen med mye yttervegg/tak/gulv på grunn eller midt i bygget, omgitt av andre leiligheter; ulik orientering mot sol). Variasjonen mellom identiske boliger er stor på grunn av ulik bruk av boligen. En stor familie vil ha mye større forbruk av varmtvann og elsesifikt forbruk til utstyr (komfyr, vaskemaskin, forbrukerelektronikk) enn en enslig person i samme leilighet, men til gjengjeld mindre behov for romoppvarming. Luftevaner og ulike preferanser for romtemperatur spiller også inn. Også avvik i utførelse (lufttetthet, innregulering av tekniske anlegg) kan bidra til tilfeldig variasjon.

I tillegg til denne tilfeldige variasjonen rundt en middelvei, kan det forkomme systematiske avvik mellom beregnet og faktisk forbruk som følge av feil prosjekteringsforutsetninger eller beregningsfeil. Eksempler på kilder til avvik kan være at lokalt klima avviker fra det som er lagt inn i beregninger, at det ikke er tatt hensyn til omliggende vegetasjon, terreng eller bebyggelse ved beregning av soltilskudd, at det regnes med lavere innetemperaturer enn det som brukeren stiller inn, eller at komponenter har avvik mellom reell og angitt ytelse.

³ En årsak kan dessuten være at det ikke er tilstrekkelig oppvarmingskapasitet i aktuelle rom eller hus. Dette kan skyldes feil i prosjektering (som er mulig i alle hus). Det kan imidlertid også diskuteres om prosjekteringsverktøyet/energiberegningen er basert på for høye interne varmetilskudd. Denne kritikken mot passivhusstandarder i bl.a. Norge og Sverige framføres av Passivhusinstituttet. Om en regner med for høye interne varmetilskudd, kan oppvarmingseffekten i praksis bli for lite, hvis det bor få personer i en leilighet, eller hvis beboerne bruker svært lite strøm til belysning og teknisk utstyr. Dette har vi ikke undersøkt nærmere.

Det er lite som tyder på at variasjon eller systematiske avvik er større for passivhus enn for andre hus. Tvert imot ligger avvikene i passivhus på et lavere nivå, uttrykt i absolutte tall på kilowattimer – selv om det prosentvis kan se høyt ut. Beregningsprogrammer for passivhus er mye mer presise enn forutsatt for konvensjonelle hus, og lokalt klima legges til grunn. Dette er gode forutsetninger for at avvik er mindre enn i vanlige bygg.

Erfaringer fra Løvåshagen indikerer at den innstallerte "av-og-på-knapp" for boligen, som er ment å slå av strøm når man forlater boligen, kan være vanskelig for beboere å bruke. Intervjuene viser at noen beboere mener knappen slår av kjøleskap, fryser, elektroniske klokker og andre anlegg de ikke ønsker å slå av. Det vil si at beboerne trenger mer informasjon om en slik funksjon, og en slik knapp trenger kanskje muligheter for mer detaljerte innstillinger for å kunne fungere etter sin hensikt. Eksempelet gjelder installasjoner i energieffektive hus generelt og ikke spesifikk for passivhus, men viser likevel at en del løsninger som finnes i dag, bør videreutvikles og informeres om på en bedre måte for å fungere i praksis.

I det store og hele kan vi ikke se at problemer og utfordringer er veldig spesielle for passivhus. I hovedsak har passivhus og nyere ordinære boliger de samme utfordringer. Passivhuskonseptet gir imidlertid bedre forutsetninger for å takle disse utfordringer, i og med at konseptet legger til grunn mer bevisst og nøyaktig prosjektering og god oppfølging i byggefasen. Konseptet er også robust for ulike beboervaner uten at energibruken øker mye, samt at høyere innvendige overflatetemperaturer og bedre lufttetthet minsker risiko for byggskader og gjør komfortfølelsen mindre avhengig av oppvarmingssystemet. Balansert ventilasjon er en større utfordring i land hvor dette tradisjonelt ikke er utbredt i vanlige hus, og heller ikke mye i lavenergiboliger. I Norge har både bransjen og beboere mer erfaring med denne løsningen, spesielt de siste årene ettersom slike anlegg er installert i de fleste hus etter Byggteknisk forskrift. Passivhus i Norge har derfor ikke vesentlig andre eller større utfordringer enn boliger bygd etter TEK 10.

Konklusjon

Passivhus har i hovedsak de samme utfordringene som andre nyere boliger etter Byggteknisk forskrift. Passivhus som et helhetlig, stedstilpasset konsept medfører imidlertid større kvalitetssikring ved prosjektering og bygging, og konseptet er mer robust og dermed bedre egnet til å takle ulike brukervaner. I Norge er forskjellen mellom aktuelle forskriftskrav og krav til passivhus mye mindre enn i Mellom-Europa, slik at konseptet lettere bør kunne tas i bruk av vanlige aktører i bransjen.

Studier fra andre land viser f.eks. at konsentrasjon av muggsopp er lavere i passivhus enn i konvensjonelle bygg. Disse funnene henger tett sammen med bruken av balansert mekanisk ventilasjon. Noen studier refererer også bedring i selvrapportert helse hos beboerne. Norske og utenlandske brukerevalueringer av passivhus viser at inn klima er godt, og rapportert som bedre enn i konvensjonelle boliger.

Videre forskning

Utredningen ble gjort på oppdrag fra Husbanken. I sammenheng med videre oppfølging av prosjektet vil det etter sommeren foreligge mer detaljerte målings- og evalueringresultater fra noen norske prosjekter. Disse vil inngå i en presentasjon på konferansen.

Referanser

- Berndgen-Kaiser, Andrea, Runrid Fox-Kämper og Sofie Holtmann (2010). *Leben im Passivhaus. Baukonstruktion, Baukosten, Energieverbrauch, Bewohnererfahrungen*. Dortmund: Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung, ILS-forschung 2/10.
- Buber, R., Gadner, J. & Höld, R. (2007) Wohnen in Passivhäusern. Der Einsatz des Fokusgruppeninterviews zur Identifikation von Wohlfühlkomponenten. Buber, R. & Holzmüller, H.H. (eds.) (2007). *Qualitative Marktforschung, Konzepte – Methoden – Analysen*. Gabler Verlag, Wiesbaden
- Fischer, C. (2008). Feedback on household electricity consumption: A tool for saving energy? *Energy Efficiency* 1, 79–104.
- Haavik, T. & Aabrekk, S. E. (2007). *Business opportunities in sustainable housing. A Marketing guide based on experiences from 10 countries*. SHC task 28/ ECBCS Annex 38. Oslo: Husbanken.
- Hauge, Å.L., Mellegård, S., Amundsen, K. (2011). *Beslutningsprosesser i borettslag og sameier: Kva fører til bærekraftige oppgraderingsprosjekter?* Prosjektrapport 82. Oslo: SINTEF Byggforsk.
- Hauge, Å.L., Thomsen, J., Berker, T. (2011). User evaluations of energy efficient buildings – literature review and further research. *Advanced Energy Research* (5).
- Isaksson C, Karlsson F. (2006) 'Indoor climate in low-energy houses - an interdisciplinary investigation', *Building and Environment*, vol 41, pp1678-1690
- Isaksson C. (2009). *Uthålligt lärande om värmen? Domesticering av energiteknik i passivhus*, Dissertation, Linköping Linköpings Universitet
- Klinski, M., Thomsen, J., Hauge, Å.L., Jerkø, S., Dokka, T.H. (2012). *Systematisering av erfaringer med passivhus*. Oslo: SINTEF Byggforsk, Prosjektrapport 90.
- Klinski, Michael, Tor Helge Dokka og Åshild L. Hauge (2011). *Practical experience from the first apartment house renovation with Passive House components in Norway*. Conference proceedings PHN11 Helsinki, 4th Nordic Passive House Conference 17-19 Oct 2011.
- Lang, Günter (2010). *1000 Passivhäuser in Österreich. Passivhaus Objektdatenbank: Interaktives Dokumentations-Netzwerk Passivhaus, 3. Dokumentationsperiode 2006-2009*. Wien: Berichte aus Energie- und Umweltforschung 85/2010.
- Peper, Søren (2008). "Passivhaus-Heizsysteme in der Praxis". I *Heizsysteme im Passivhaus – Statistische Auswertung und Systemvergleich*, utgitt av Wolfgang Feist. Arbeitskreis kostengünstige Passivhäuser, Protokollband Nr. 38. Darmstadt: Passivhausinstitut.
- Sikander, E., Ruud, S. Fyhr, K., Svensson, O. (2011). Experience and evaluation of ten-year-old passive houses – indoor environment, durability and user convenience. Conference proceedings PHN11 Helsinki, 4th Nordic Passive House Conference 17-19 Oct 2011.
- Thomsen, J., Hauge, Å. L., Denizou, K., Jerkø, S., Wågø, S. & Berker, T. (2011). *User evaluations of energy efficient buildings. The interplay of buildings and users in seven European case studies*. ZEB-report.
- Zalejska-Jonsson, A. (2011). Assessing low-energy building performance from the perspective of residents and housing managers. Conference proceedings PHN11 Helsinki, 4th Nordic Passive House Conference 17-19 Oct 2011.



TRONDHEIM, OCTOBER 21-23
FROM LOW ENERGY BUILDINGS TO
PLUS ENERGY DEVELOPMENTS

The full papers can be viewed at the conference web site www.passivhusnorden.no after the conference. Thanks to all the paper authors that have made a valuable contribution to the conference. Thanks also to the Scientific Committee for reviewing the papers.

The Scientific Committee of the Passivhus Norden 2012 conference has been:

Inger Andresen, Norwegian University of Science and Technology (NO)

Åke Blomsterberg, Lund University (SE)

Tor Helge Dokka, SINTEF Building and Infrastructure (NO)

Hans Eek, Passivhuscentrum (SE)

Per Heiselberg, University of Aalborg (DEN)

Anne Grete Hestnes, The Norwegian University of Science and Technology (NO)

Riikka Holopainen, VTT (FI)

Ulla Janson, MKB Fastighet (SE)

Timo Kalema, Tampere University (FI)

Gry Kongsli, the Norwegian State Housing Bank (NO)

Anne G. Lien, SINTEF Building and Infrastructure (NO)

Björn Marteinsson, Innovation Centre Iceland (IS)

Søren Pedersen, Passivhus.dk (DEN)

Tore Wigenstad, Enova SF (NO)

www.akademikaforlag.no



akademika
forlag