



Rapport

Rapport:	Passivbygg som forskriftskrav i 2020		
Oppdragsgiver:	Statens Bygningstekniske Etat		
Dato:	21. Desember 2009		
Oppdrag- / Rapportnr.	119602 / 1		
Tilgjengelighet	Konfidensielt		
Utarbeidet av:	Niels Lassen, Anders Fylling, Mads Mysen, Tor Helge Dokka, Lilly Bordewich	Fag/Fagområde:	Energibruk
Kontrollert av:	Anders Fylling,	Ansvarlig enhet:	Multiconsult AS
Godkjent av:	Niels Lassen	Emneord:	Passivbygg
2	21.12.2009	62	As. N
Utg.	Dato	Tekst	Ant.sider Utarb.av Kontr.av Godkj.av

Sammendrag

Man har i arbeidet med denne rapporten undersøkt hva som må gjøres for å nå et mål om Passivbyggstandard for alle nybygg innen 2020, både gjennom utviklingsarbeid og mulige trinnvise skjerpinger av energikravene. Arbeidet har ført til følgende konklusjoner:

Behov for utvikling

Det er ferdigstilt et begrenset antall bygninger med passivbyggstandard i Norge, de fleste av disse er boliger. Bygningene har blitt bygget av Man kan dermed slutte at det finnes tilgjengelig kompetanse og teknologi for å bygge Passivbygg i Norge. Myndighetenes utfordring ligger i å heve omfanget av dette til å gjelde alle byggenæringens bransjer og for alle bygningskategorier. De største utfordringene vurderes å ligge innen de to følgende feltene:

- *Teknologi og kunnskap*
Passivbygg kan bygges med teknologi og produkter som er tilgjengelige på markedet i dag. Dette gjelder spesielt for de enkleste bygningskategoriene. Disse kan imidlertid med fordel forbedres og utvikles for å oppnå bedre markedsattraktivitet, effektivitet, komfort og økonomi. Det er behov for å øke vår kunnskap på en del felter for å sikre og dokumentere at de ønskede effektene på miljø, økonomi og komfort oppnås ved innføring av Passivbygg som forskriftskrav.
- *Kompetanse i bransjen*
Det eksisterer tilstrekkelig kompetanse i byggebransjen for å bygge Passivbygg. Denne finnes imidlertid i begrensede miljøer og først og fremst hos de få som har bygget Passivbygg til nå. Det ligger en stor utfordring i å spre denne kompetansen til alle byggenæringens aktører. Siden en betydelig del av aktørene i bransjen ikke har vilje eller ressurser til å ligge i forkant av kravene når det gjelder kompetanse vil en stor del av kompetansespredningen måtte foregå ved at forskriftskrav brukes som pressmiddel.

Forslag til tiltak

- Tung satsning på informasjonsspredning og kompetanseheving i bransjen.
 - Stor fokus på virkelige prosjekter (pilotbygg, forbildeprosjekter).
 - Opprettelse av sentralt senter for informasjon om Passivbygg og hvilke ambisjoner myndighetene har for fremtidens byggeforskrifter. Samkjøring av myndighetenes satsning på Passivbygg.
- Grundig utarbeidelse implementering av forskriftskrav
 - Grundig opparbeidelse av nødvendig kunnskap for å fastsette hensiktsmessige forskriftskrav.
 - Tidlig varsling av hva kravene kommer til å bli, enten ved informasjonskampanjer eller ved innføring av forskriftene.
 - Målrettede tiltak for å sikre at kompetansespredningen når alle deler av byggenæringen på et så tidlig tidspunkt som mulig.
- Grundig kontroll og oppfølging for å sikre kvalitet og bygge erfaringer

Prosjektgruppa ser det som fullt mulig å innføre Passivbygg som forskriftskrav innen 2020, og også tidligere enn dette. Dette krever imidlertid systematisk og målrettet arbeid for å heve kompetansen i markedet og sikre at det fastsettes forskriftskrav som er til miljøets og samfunnets beste.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	2
1. Bakgrunn	5
1.1 Bakgrunn for oppdraget	5
1.2 Generelt om uttrykket Passivbygg	5
1.3 Dagens krav og standarder for Passivbygg	5
1.4 Definisjon av Passivbygg i denne rapporten	5
1.5 Forutsetninger for oppdraget	6
2. Nullpunktanalyse	7
2.1 Passivbygg i Norge i dag	7
2.1.1 Byggeprosjekter med Passivbyggstandard	7
2.1.2 Liste over prosjekter	7
2.1.3 Nærmere beskrivelse av noen prosjekter:	12
2.1.4 Geografiske forskjeller	12
2.2 Tilgjengelig teknologi for Passivbygg	13
2.2.1 Innledning	13
2.2.2 Tilgjengelig teknologi	13
2.2.3 Tilgjengelige metoder og verktøy	15
2.3 Kompetanse om Passivbygg i Norge i dag	16
2.3.1 Generelt om utviklingen av kompetanse om Passivbygg	16
2.3.2 Vurdering av kompetansenivå og vilje i byggenæringens ulike bransjer	16
2.3.3 Vurdering av kompetansenivå og vilje i ulike regioner	17
3. Bygningskategorier med spesielle utfordringer	18
3.1 Passivbygg i ulike bygningskategorier	18
3.2 Eventuelle begrensninger i bygningskategorier	19
4. Utfordringer for Passivbyggstandard i nybygg	22
4.1 Utfordringer m.h.t. kompetanse i bransjen	22
4.2 Utfordringer m.h.t. tilgjengelig teknologi og vitenskap	23
4.2.1 Behov for utvikling av teknologi for Passivbygg	23
4.2.2 Behov for utvikling av verktøy og metoder	26
4.2.3 Behov for ny viten	27
4.3 Bygningstekniske utfordringer	29
4.3.1 Arkitektoniske premisser ved Passivbygg	29
4.3.2 Fukt og økte isolasjonstykkelser	30
4.3.3 Tetthet	32
4.4 Utfordringer m.h.t. økonomisk gjennomførbarhet	33
4.4.1 Merkostnader ved Passivbygg	33
4.4.2 Økonomiske konsekvenser for byggenæringen	36
4.5 Utfordringer mht. lovgivning og regelverk	37
4.5.1 Tilpasning til passivstandard i energimerkeordningen	37
4.5.2 Krav til fornybarandel av varmeleveranse i TEK-07	37
4.5.3 Gradvis implementering i TEK	38

4.5.4	Kompliserte standarder og forskrifter	38
4.5.5	Store isolasjonstykkelser og utnyttingsgrad	38
4.5.6	Energivurderinger og byggesak	38
4.5.7	Klimatilpasning av forskriftskrav	38
4.5.8	Miljøsanering	39
4.5.9	Sertifisering og kontroll	39
5.	Utfordringer for Passivbyggstandard ved hovedombygginger	40
5.1	Ombygging til Passivbygg og energieffektivisering i eksisterende bygningsmasse	40
5.2	Krav ved ombygging til Passivbygg	40
5.2.1	Minimum komponentkrav for Passivbygg	40
5.2.2	Etterisolering av eldre konstruksjoner	41
5.2.3	Bygningsfysikk og etterisolering av konstruksjoner	42
5.2.4	Praktiske krav ved ombygging til Passivbygg	43
5.3	Utfordringer iht. dagens regelverk	44
5.3.1	Definisjon av hovedombygging frem til i dag	44
5.3.2	Praksis ift. energikrav ved hovedombygginger	44
5.3.3	Reguleringsplan og store isolasjonstykkelser	45
5.4	Forutsetninger for tekniske installasjoner	47
5.5	Økonomiske forutsetninger	47
6.	Forslag til tiltak for Passivbygg som forskriftskrav i nybygg	48
6.1	Kompetanse	48
6.2	Teknologi / vitenskap	49
6.3	Forskrifter og standarder	51
6.4	Økonomi	54
6.5	Forslag til tiltak fra spørreundersøkelse	55
7.	Forslag til tiltak for å oppnå Passivbyggstandard ved hovedombygginger	56
7.1	Muligheter og begrensninger for ombygging til Passivbygg	56
7.2	Forslag til utforming av krav ved hovedombygging	57
7.3	Andre tiltak	58
8.	Muligheter for strengere krav enn Passivbygg i fremtiden	59
9.	Konklusjon	60
10.	Forslag til videre studier	62

Vedlegg

Vedlegg 1: Spørreundersøkelse ang. erfaring med bygging av Passivbygg

Vedlegg 2: Spørreundersøkelse ang. kompetanse blant ressurspersoner innen Passivbygg

1. Bakgrunn

1.1 Bakgrunn for oppdraget

Denne studien har blitt utført av Multiconsult med bidrag fra SINTEF Byggforsk på oppdrag fra Statens Bygningstekniske Etat. Målet med rapporten er å vurdere forutsetninger, begrensninger og muligheter rundt myndighetenes ambisjon om innføring av Passivbygg som forskriftskrav innen 2020, samt gi en oversikt over tilstanden i byggenæringen i dag når det gjelder dette temaet.

1.2 Generelt om uttrykket Passivbygg

Passivbygg refererer i første omgang til det mer kjente uttrykket Passivhus, men ordet Passivbygg benyttes av de Norske myndighetene i den pågående debatten rundt innføring av Passivbygg som forskriftskrav. Passivhus ble definert av Passivhausinstituttet i Darmstadt, Tyskland på 1990-tallet ut ifra et funksjonelt kriterium.¹

"Et Passivhus er en bygning med komfortabelt inneklime, som er mulig å oppnå kun med ettervarming eller etterkjøling av uansett nødvendige ventilasjonsluftmengder."

Definisjonen er uavhengig av klima og bygningstype, men tallverdier og tekniske spesifikasjoner har blitt avledet og utformet for ulike bygningstyper og klima. Mest kjent blant disse er kravet om maksimalt oppvarmingsbehov på 15 kWh/m²år som har blitt brukt som hovedkriterium bl.a. i Tyskland. Definisjonen har hovedsakelig vært forbundet med boligbygg, men gjelder i prinsippet for alle typer bygninger.

I denne rapporten benyttes ordet Passivbygg om alle typer Passivhus i sammenheng med utviklingen av de Norske forskriftskravene. Begrunnelsen for dette er først og fremst at oppdragsgiveren for denne rapporten, og de norske myndigheter for øvrig, bruker Passivbygg om Passivhus for alle bygningstyper i debatten rundt fremtidens forskriftskrav.

1.3 Dagens krav og standarder for Passivbygg

Det finnes i dag flere ulike standarder for Passivhus. Den tyske passivhusstandarden regnes som den første og mest sentrale for boligbygninger, men siden denne er utviklet for det tyske klimaet egner den seg ikke direkte for bruk i Norge. Selv om standarden er laget for boligbygninger, benyttes den også for andre bygningstyper med maksimalt oppvarmingsbehov på 15 kWh/m²år som hovedkriterium. Det finnes per i dag fortsatt ingen oppsummering av passivhuskriterier for andre bygningstyper i Tyskland.

Norsk Standard prNS3700:2009 Kriterier for lavenergi og Passivhus – Boligbygninger har vært på offisiell høring våren 2009 og ventes fastsatt tidlig 2010. Denne standarden er per i dag det nærmeste vi kommer en offisiell definisjon av hva som kan kalles Passivhus i Norge.

1.4 Definisjon av Passivbygg i denne rapporten

I den foreløpig eneste norske definisjonen av Passivhus, *Norsk standard prNS-3700* er det lagt opp til en mer detaljert samling kriterier enn det som er tilfelle i den tyske standarden. Forslag til tilsvarende kriterier har blitt utarbeidet for yrkesbygg i SINTEF Byggforsk prosjektrapport 42/2009 "Kriterier for passivhus- og lavenergibygg – Yrkesbygg".

¹ Passivhaus institut www.passiv.de

I forbindelse med debatten rundt fremtidens Norske Passivbygg anser vi at ordet Passivbygg i denne rapporten benyttes i henhold til den opprinnelige definisjonen av ordet Passivhus, som nevnt i avsnitt 1.1. Dermed benyttes ordet Passivbygg om bygninger med følgende kvalifikasjoner:

1. Bygning med meget godt isolert bygningskropp med minimale luftlekkasjer og kuldebroer, styrt ventilasjon og høyeffektiv varmegjenvinning.
2. Dette fører til kraftig redusert effektbehov til romoppvarming, som gir mulighet til forenkling og kostnadsreduksjon av varmeanlegget.
3. Det bør være mulig å dekke oppvarmingsbehovet med luftbåren oppvarming via ventilasjonsanlegget i tråd med den opprinnelige funksjonsbaserte definisjonen av Passivhus.

Det må noteres at den ovenstående definisjonen av Passivbygg ikke er påvist gjennomførbar i alle klimasoner i Norge. Den endelige definisjonen av Passivbygg som kan benyttes i byggeforskriftene må dermed avklares nærmere.

1.5 Forutsetninger for oppdraget

Dette oppdraget omhandler et meget stort tema med en i utgangspunktet begrenset kostnadsramme. Det er fra oppdragsgivers side valgt å legge fokus på vurderinger fremfor analysearbeid og forskning.

Det er derfor i rapporten forsøkt å basere seg på tidligere gjennomførte analyser og tidligere publikasjoner. På de steder der det har vært behov for egne analyser, har disse blitt gjort så enkle som mulig og er kun ment å gi et grovt overslag.

Vurderingene i rapporten er ment å formidle forfatterens innstilling som fageksperter på mange av de vanskelige spørsmålene som preger den aktuelle debatten rundt innføring av Passivbyggstandard som energikrav i byggeforskriftene. Vurderingene er ikke på noen måte å oppfatte som fasitsvar.

Rapporten er et samarbeidsprosjekt mellom SINTEF Byggforsk og Multiconsult, der Multiconsult har hatt hovedansvaret. Selv om det har blitt samarbeidet om rapporten som helhet har ansvaret vært delt slik at SINTEF har hatt hovedansvar for kapittel 2.1, 2.2 og 3., og Multiconsult for de øvrige kapitler.

2. Nullpunktanalyse

2.1 Passivbygg i Norge i dag

2.1.1 Byggeprosjekter med Passivbyggstandard

Det er ferdigstilt et begrenset antall bygninger med tilnærmet passivbyggstandard i Norge, de fleste av disse er boliger.

Fra Tromsø i nord til Stavanger i sør både bygges og planlegges det Passivbygg, alt fra eneboliger tilpasset en tomt til store felt som planlegges utbygd med fra 700 (Stavanger) til 1200 boliger (Trondheim). Blant disse finner man skoler, hotell og kontorbygg. Den første passivbyggombyggingen av leilighetsblokk er også under planlegging. Det store omfanget som er under planlegging i forhold til det begrensede antallet ferdigstilte prosjekter, vitner om en raskt økende interesse for passivbygg som stadig omfatter nye bygningskategorier.

Både Husbanken, kommunene, Enova, næringslivet og private ildsjeler viser seg å være aktive pådrivere for disse prosjektene.

I noen prosjekter har man engasjert lokalmiljøet ved å la f.eks. videregående skoler og universitet være med på planleggingen.

I handlingsplanen "Framtidens Byer" legger man grunnlaget for forpliktende samarbeidsavtaler mellom byene og staten. Målet er å utnytte tilgjengelige ressurser bedre, utvikle mer effektive virkemidler og prøve ut nye tiltak for å fremme klima- og miljøvennlige byer. Byene som deltar i samarbeidet er de 13 største byene i Norge: Oslo, Bærum, Drammen, Sarpsborg, Fredrikstad, Porsgrunn, Skien, Kristiansand, Sandnes, Stavanger, Bergen, Trondheim og Tromsø.

2.1.2 Liste over prosjekter

Nedenfor følger en oppstilling av kjente Passivbyggprosjekter i Norge i dag.

- **Tabell 2.1:** Ferdigstilte prosjekter
- **Tabell 2.2:** Prosjekter under utførelse
- **Tabell 2.2:** Prosjekter under planlegging / på idèstadiet

Listene er ikke å oppfatte som fullstendige da det stadig vil skje endringer i antallet ferdigstilte og påbegynte prosjekter, men er ment å gi et overordnet bilde av dagens situasjon.

Tabell 2.1: Ferdigstilte prosjekter

ANTALL	BOLIGTYPE	GEOGRAFISK BELIGGENHET	KONSTRUKSJON	TEKNISKE INSTALLASJONER	UTBYGGER/ DIV. INFORMASJON
11	boliger	Tromsø (I-box)	Massivtre	Solfanger, Kryssvarmeveksler	Sivilarkitekt Odd Karl Steinsvik, Passivhus Norge AS http://www.passivhus.no/ibox.html
1	bolig	Lier (Huset på Haugen)	Massivtre, Rockwool Isorast	Solfanger integrert i rekkverk	Pilotprosjekt Husbanken Aktiv Energi v/Georg Orvedal, Arkitekt Bengt G. Mikalsen http://www.aktivenergi.no/
1	bolig	Sørumsand (Nor-One)	Treelement med Celluloseisolasjon	Vakumsolfanger, Gråvannv., luft-vann varmepumpe	Harald Ringstad i samarbeid med Husbanken og SINTEF. http://www.norone.info/index.php
28	leiligheter	Bergen (Løvåshagen)	Dobb.vegg 40cm iso I- profil tak 50cm iso	Roterende varme- veksler, Solfanger	Forbildeprosjekt Enova. Samarbeid mel. SINTEF, ByBo og Husbanken. Utbygger: ByBo AS, Arkitekt: ABO Arkitekter, PL: Siv.ing. Jan Kavlie Jørgensen RIB:Node; RIV:Geir Knudsen AS RIE: Trond Wickman AS Entreprenør: ByggMester Vest Utførende VVS: Grefstad Utførende Ventilasjon: YIT
2	boliger	Grimstad, Fevik (Vessøya)			Ark. Bengt Michalsen AS i samarb. med Husbanken og UjA http://www.bgm.no/
1	bolig	Oslo/Skøyen (Villa Stoknes)	Massivtre RW flexsystem Kledning: Malmfuru Livsløpsstandard NB! Bygges under telt frem til bygget er tett/lukket.	Motstrømsgjenvinner Vakuumsolfanger El., Bioetanol Vannbåren gulvvarme bad/gang	Byggherre: Fam. Stoknes Arkitekter: Medplan /Stein Stoknes Hovedentreprenør: Jo Toftdal Spes.rådg. Passivhusteknikk: SINTEF Byggforsk, Tilskudd fra Enøketaten Oslo
1	barnehage	Bærum/Fornebu (Storøya Barnehage)	Dobbeltveggkonstr., I.profil tak	Roterende varme- gjenvinner, Fjernvarme	Prosjekteier: Bærum kommune Arkitekt: Kvadrat Arkitektkontor Entreprenør: HENT Rådgivning: Rambøll RIE: SINTEF Byggforsk
1	barnehage	Frosta, N-Trønderlag	Isorast, Torvtak	Luft-luft varmepumpe	Prosjekteier: Steinar Juberg Arkitektkontor: Kvadrat Arkitekter Samarb. Frosta kommune, Siv.ing. Eilert Bjerkan (Energi- og klimaplanlegging) og Husbanken, Tilskudd fra Enova for kartlegging av energibruk.

Tabell 2.2: Prosjekter under utførelse

ANTALL	BOLIGTYPE	GEOGRAFISK BELIGGENHET	KONSTRUKSJON	TEKNISKE INSTALLASJONER	UTBYGGER/ DIV. INFORMASJON
1	bolig	Bodø	I-profil + Glava Extreme 33		Mesterhus Forventet ferdig: Vår 2010
4	boliger	Blakstad, Froland			Intensjonsavtale mel. Husbanken, kommunen, Blakstad vgs og UiA. Forventet ferdig: Første spadetak tatt
1	barnehage	Drammen, Fjell			Utbygger: Drammen Eiendom KF Prosjektleder: Monika Pedersen Bystyret bevilget 28,4 mill. 16/6-09
1	skole	Drammen (Marienlyst skole)	Dobbeltveggløsning	Roterende varme- gjenvinner Fjernvarme	Utbygger: Drammen Eiendom KF, Prosjektleder: Rino Pettersen, Siv.ark.: Monika Pedersen Teknisk: Geir Andersen 6500 m2, Budsjett: ca. 225 mill., Tilskudd fra Enova: 4,8 mill Forventet ferdig: sommer 2010

Tabell 2.3: Prosjekter under planlegging/ på idèstadiet

ANTALL	BOLIGTYPE	GEOGRAFISK BELIGGENHET	KONSTRUKSJON	TEKNISKE INSTALLASJONER	UTBYGGER/ DIV. INFORMASJON
700	boliger	Stavanger (Jåtten)		Solfanger, Biopellets	Skanska Bolig og Jåttå Utbyggings-selskap
300	Boliger, rekkehus, leiligheter	Trondheim Granås/Heimdal			Heimdal utbyggingselskap AS (HUS)
12	boliger	Skaun			
21	boliger	Røros			
25 + 8	boliger	Fjell			
15 + 5	boliger	Øvre Sædal			
1	kontorbygg	Ski (Vestveien)			
1	skole rehabilitering	Linesøya, Åfjord Kommune, Sør-Trøndelag	Rehabilitering av gml. Skolebygning fra 1952 "sokk-metoden": Taket tas av og huset isoleres fra utsiden. Taket monteres.	Passivbygg-komponenter	Prosjektleder: Thomas Flower-Ellis og Sukhi Karlsen Rådgiver: Hans Eeck Kostnadsramme: 9 mill. Planlagt ferdigstilt: vår 2011 www.linesoyagalleri.no/
168	leiligheter rehabilitering	Skedsmo (Myrenga Borettslag)	Isoleres fra utsiden Vil ikke oppfylle alle Passivbyggkrav.	Passivbygg-komponenter	Utbygger: USBL Rådgiver: SINTEF Byggforsk
1200	boliger	Trondheim (Brøset)	Klimanøytral byde		Samarbeid mel. Trondheim kommune, SINTEF, NTNU, TOBB, Tr.heim Energi og Husbanken Prosjektleder: Are Risto Øyasæter v/Byplankontoret Trondheim Planlagt byggestart: 2012 www.Trondheim.kommune.no/broset
128	leiligheter	Kristiansand, Hamresanden (Gurines Seniorboliger)	Satser på å bruke mest mulig lokale produkter og bygge-materiell. Bærende konstruksjon i Massivtre. Elementproduksjon: Trebyggeriet på Evje	Solfanger, Pelletsanlegg (felles) Bil-pool: 3 elbiler	Miljøfyrtårn/Svane, Null-utslipp bygg Utbygger: Cornelius Verkerk Siv.arkitekt: Gunnar Knutsen Samarbeid med SINTEF Byggforsk, UiA, Husbanken, Innovasjonen Norge, Trefokus samt Grønn Hverdag www.arkitektgk.no/kontakt.html
1	hotell	Kristiansand, Hamresanden		Overskuddsvarme fra Gurines Seniorboliger skal benyttes til oppvarming av svømmebasseng	Miljøfyrtårn/Svane, Null-utslipp bygg Utbygger: Cornelius Verkerk Siv.arkitekt: Gunnar Knutsen Samarbeid med SINTEF Byggforsk, UiA, Husbanken, Innovasjonen Norge, Trebyggeriet, Trefokus samt Grønn Hverdag Bruksareal Hotell: 9100 m2
9	leiligheter	Moss (sentrum)		Grønt tak	Byøkologisk prosjekt Utbygger: Jobb i Bygg Siv.arkitekt: Mahtab Aslam
6	rekkehusleil.	Oslo (Dalssvingen 14)			Utbygger: Passivhus Oslo AS, Arkitektkontoret GASA Tilskudd fra Enøketatens Oslo
1	bolig	"Celsius" (Systemhus-katalogen)	40cm iso. i vegg, intern termisk vegg	solfanger, varmepumpe	Systemhus
110	boliger	Sola kommune (Skadbergbakken)	Massivtre		Intensjonsavtale mel. Husbanken og utbygger Skadberg Eiendomsutvikling, Arkitektfirma: Helen&Hart
17	boliger	Oslo (Rudshagen borettslag, Mortensrud)	Første boligfelt med massivtre i Oslo		Utbygger: OBOS Prosjektutvikler: Hans Dahl, OBOS Arkitektkontor: SPOR Arkitekter

39	boliger	"TellHus" i Trondheim (Moholt)		Fjernvarme	Utbygger: Veidekke Eiendom Arkitekt: Svein Skibnes Arkitektkontor Kompetansetilskudd fra Husbanken Ferdigprosjektert
500	boliger	Trondheim (Lilleby)		Sannsynligvis fjernvarme	Utbygger: Veidekke Eiendom

2.1.3 Nærmere beskrivelse av noen prosjekter:

Jåtten:

Skanska Bolig og Jåttå Utbyggingsselskap (JUS) planlegger utbygging av 650-700 boliger med passivbyggstandard i et nytt 180 dekar stort boligområde på Jåttå, i Hinna Bydel ca 9 km sør for Stavanger sentrum.

Brøset:

Brøset, syd for Trondheim sentrum, blir landets første klimanøytrale byområde. Klimaaspektet er med helt fra starten av i kommunens planlegging av 1200 nye boliger med passivbyggstandard i bydelen Brøset <http://www.forskning.no/artikler/2009/oktober/232142>.

Myhrerenga:

Myhrerenga borettslag i Skedsmo kommune nordvest for Skedsmokorset består av 168 leiligheter som ble bygget i 1967. Det har utviklet seg noe fukt og råteskader i fasade og et generelt behov for rehabilitering. Beboerne og USBL har gått inn for en ombygging til passivbygg, eller mer presist en ombygging med passivbyggkomponenter siden man ikke klarer å nå alle passivbyggkriterier ved en slik ombygging. Målet er å redusere oppvarmingsbehovet med 90 % fra ca 180 til 18 kWh/m², og behovet for levert energi med 70% fra 275 til 80 kWh/m². Blokkene har en utforming som gjør dem velegnet for ombygging til Passivbygg.



Bilde 2.1: Myhrerenga borettslag med 168 leiligheter blir sannsynligvis Nordens første rehabilitering med passivbyggkomponenter.

2.1.4 Geografiske forskjeller

Det bygges og planlegges bygninger med tilnærmet passivbyggstandard spredt over hele landet. Alle de store byene med tilliggende områder er representert, det bygges i kalde innlandsstrøk og i mildere kystklima.

Enova og Husbanken har vært sentrale aktører som har stimulert til bygging av Passivbygg gjennom økonomiske støtteordninger fordelt over det meste av landet. Spesielt mye aktivitet har det vært i regionene Stavanger, Drammen, Kristiansand og Trondheim hvor blant annet initiativet "fremtiden byer" bidrar til konkrete regionale miljøambisjoner for fremtiden. FutureBuilt (tidligere By- og boligutstillingen Oslo - Drammen), et ti-årig program med en visjon om å utvikle klimanøytrale byområder og bygninger, stimulerer også til økende omfang av prosjekter med passivbygg ambisjoner.

2.2 Tilgjengelig teknologi for Passivbygg

2.2.1 Innledning

Det finnes teknologi for å bygge passivbygg i dag, og det har som nevnt blitt bygget flere passivbygg i Norge. Man kan dermed slutte at det finnes nødvendig tilgjengelig teknologi for de enkle bygningstypene som småhus, boligbygg, barnehager og skoler. Utenfor Norge, særlig i Tyskland, Nederland og Østerrike finnes det bygg med passivbyggstandard for de fleste bygningkategorier, og det bygges ”nullutslippsbygg”/ ”nullenergibygging” andre steder i verden. En vesentlig forskjell mellom yrkesbygg og boliger er at yrkesbygg har større internlaste som betyr energibruk og økte utfordringer for å få tilfredsstillende komforttemperatur på varme dager. Dette gir behov for gode løsninger for å redusere kjølebehov og evt. utnytte passiv kjøling primært og frikjøling sekundært.

2.2.2 Tilgjengelig teknologi

Bygningsmessige komponenter

Det finnes dører og vinduer som er sertifisert for passivbygg av Passivhusinstituttet i Tyskland. Øvrige krav til isolasjonsevne og tetthet oppnås med vanlige isolasjons-, dampspærre- og vindspærre produkter. Norske vindusprodusenter som NorDan har laget egne "passiv" vinduer med oppgitt U-verdi som tilsvarer sertifiserte passivhaus produkter i Tyskland, i tillegg er flere av produktene som er sertifisert av passivhusinstituttet også tilgjengelige på det norske markedet.

Det finnes også ”state of the art” isolasjonsprodukter som f.eks. vacuumisolasjon. Disse er foreløpig svært dyre og har en del praktiske begrensninger, men har blitt brukt i noen få prosjekter. Det er ventet at bruken av denne type produkter vil øke ettersom de utvikles videre og prisene synker.

Ventilasjon

Det finnes ventilasjonsvarmegjenvinnere med årsvirkningsgrad opp mot 90 %. Det er laget ventilasjonssystemer med meget lav SFP².

Roterende varmegjenvinnere kan ha dokumenterte virkningsgrader på over 90 % (også på kalde dager). Virkningsgraden er også avhengig av faktorer som materialeegenskaper, fronthastighet, tykkelse på rotoren og smussbelegg, og det er viktig å være oppmerksom på at virkningsgraden ikke trenger å være god i alle tilfeller med roterende varmegjenvinner. Dokumentasjonen for roterende varmegjenvinnere må være gyldig for aktuelle fronthastigheter.

Høyeffektive plategjenvinnere på markedet har mindre risiko for tilbakeføring av lukt/forurensninger enn roterende gjenvinnere og benyttes ofte i ventilasjon av bad, kjøkken sykehus etc. Disse kan samtidig så vidt oppnå akseptabel årsmiddel virkningsgrad i henhold til TEK2007 (ca 70 % for en gjenvinner med nominell temperaturvirkningsgrad på 80 %, forutsatt en avrimingsautomatikk som gir en minimal avkastetemperatur på 5°C). Vi mener å se en tendens mot bedre produkter som følge av TEK2007. Dette gjelder alle typer gjenvinnere. Motstrøms-platevarmevekslere med "intelligente avrimingsløsninger" kan være eksempler på dette. Så langt er dokumentasjonen for mangelfull til å konstatere at disse minimum kan oppnå 80 % på årsbasis. En bør avvete å heve ambisjonsnivået for bygningkategorier som trenger adskilte luftstrømmer inntil dokumentasjon av funksjon (lekkasje) og ytelse viser at slike

² ”Specific Fan Power” eller spesifikk vifteeffekt er et uttrykk for hvor energieffektiv ventilasjonsanlegg er. – behov for energi til viftedrift

produkter har fortrinn i forhold til roterende gjenvinnere. Det er likevel grunn til å tro at en ytterligere skjerping av kravene til varmegjenvinning for andre bygningskategorier vil forsterke produktutviklingen i denne retning.

Behovsstyring

Passivbyggkriteriene betinger utstrakt bruk av behovsstyring³. Behovsstyring kan og bør i Passivbygg omfatte all formålsavhengig energibruk, slik som belysning, utstyr, og styring av varme og kjøling i forhold til bruksmønster og solavskjerming. Behovsstyringsteknologi kan gi vesentlig reduksjon av energibruk og gir også mulighet for å hente ut historiske bruksdata. En presis CO₂-sensor sammen med måling av den behovsstyrte ventilasjonsluftmengden vil blant annet kunne fortelle når et lokale har vært i bruk og av hvor mange brukere. Dette kan gi verdifull informasjon om hvor effektivt bygningene utnyttes og videre hvordan man kan optimalisere bruken av en bygning og dens tekniske installasjoner ytterligere, for eksempel gjennom ”benchmarking”. Behovsstyring kan også kobles opp mot andre overvåkningssystemer som adgangskontroll, brannvarsling med mer. Mulighetene knyttet til behovsstyring er sjelden fullt ut utnyttet, og det viser seg ofte at dagens anlegg for behovsstyring ikke realiserer den teoretiske gevinsten man kunne fått ved optimal styring.

Forenklete vannbårne varme- og kjølesystemer

I mange nye konvensjonelle yrkesbygg vil installert oppvarmingseffekt ofte være i størrelsesorden 100-200 W/m²⁴. Installert kjøleeffekt vil også for enkelte byggkategorier komme opp tilsvarende størrelser. For Passivbygg kan dette tallet reduseres med ca. 50 til 90 %⁴. Dette gir mulighet for en betydelig kostnadsreduksjon i varme- og kjøleanlegget, både når det gjelder produksjon (kjeler, kjølemaskiner, etc.), akkumulering (beredere, tanker), distribusjon (rør, ventiler, pumper) og avgivelse (radiatorer, gulvvarme).

Dette er mulig med dagens teknologi, men mangel på spesielt tilpassede produkter og løsninger, særlig for yrkesbygg, vil medføre unødvendige kostnader og behov for detaljprosjektering.

Forenklete oppvarmingssystemer tilpasset Passivbygg er under utvikling, og disse finnes tilgjengelige på markedet i dag⁵. Disse er først og fremst myntet på boligbygg.

Forenklet luftbåret system

Alternativet til et vannbåret varmesystem i Passivbygg, er å bruke ventilasjonsanlegget til oppvarming og kjøling. I et ventilasjonsanlegg i yrkesbygg er disse dimensjonert for mye høyere luftmengder enn i en bolig, og overtemperaturene på innblåsningsluften for å holde tilstrekkelig høy romtemperatur er derfor relativt moderate. Tabell 4.1 i Kap. 4.2 viser hvilken innblåsningstemperatur som er nødvendig for å dekke oppvarmingsbehovet for de ulike byggkategoriene. Nødvendig innblåsningstemperatur varierer fra ca. 20 til 25 °C. Det er demonstrert at tilluft kan tilføres med overtemperatur forutsatt omrøringsventilasjon med riktig dimensjonerte tilluftsventiler, men dette bør utredes videre og demonstreres for forskjellige bygningskategorier og applikasjoner før dette kan utnyttes i større utstrekning i den fremtidige bygningsmasse. Blant annet er det kjent at luftbåret oppvarming med høye tilluftstemperaturer medfører økte materialeemisjoner fra overflatematerialer i bygningen. Omfanget og virkningene av dette er ikke tilstrekkelig kartlagt for norsk byggematerialer.

³ SINTEF Byggforsk Prosjektrapport 42/2009

⁵ SINTEF Byggforsk Prosjektrapport 39/2009 "Prosjektveileder forenklet anlegg for vannbåren oppvarming av boliger":

2.2.3 Tilgjengelige metoder og verktøy

Planleggingsverktøy

I Norge er det stort sett brukt beregnings- og simuleringsverktøy /stasjonære og dynamiske verktøy) som er godkjent etter NS 3031 for prosjektering av passivhus. Noen få prosjekter har også blitt prosjektert med PHPP 2007 (Passive House Planning Package 2007) som foreligger i engelsk utgave med en omfattende manual. De norske beregningsmetodene vurderes som tilstrekkelige for energiberegninger i de fleres Passivbygg prosjekter.

Produktsertifisering

Det finnes egnede konstruksjons- og systemløsninger utviklet for passivbygg. Det tyske passivhusinstituttet (<http://www.passiv.de/>) sertifiserer passivhusprodukter, konstruksjoner, og også planleggere av passivhus. Et brukbart utvalg av dører, vinduer, karm-løsninger, konstruksjonsløsninger og ventilasjonskomponenter er passivhussertifiserte med utstedte sertifikater som er nedlastbare. I tillegg er flere husprodusenter passivhussertifiserte. De norske produsentene har i liten grad utnyttet denne ordningen, selv om enkelte produkter markedsføres under passivbegrepet. Hvis man ønsker å få et bygg passivhussertifisert av passivhusinstituttet, så er det langt på vei et krav at man bruker produkter sertifisert av passivhusinstituttet.

Dette gjelder også ventilasjonsvarmegjenvinnere, men her må man ta hensyn til at enkelte produkter vil få lavere årsvirkningsgrad i det norske klimaet på grunn av kondenserings- og isingsproblematikk.

Det finnes i dag ingen sentralisert norsk ordning for sertifisering av Passivbygg eller Passivbygg-produkter.

Standarder

Norsk Standard prNS3700:2009 Kriterier for lavenergi og Passivhus – Boligbygninger er foreløpig den eneste norske standard som definerer Passivbygg, og gjelder kun for boligbygninger. Standarden var planlagt ferdig innen utgangen av 2009, men uenigheter i komiteen har ført til at ferdigstillelsen blir utsatt. Definisjonen av Passivbygg er ikke fullstendig korresponderende med den tyske definisjonen, først og fremst på grunn av at det flere steder i Norge er klimatiske forhold som ikke gjøre det mulig eller hensiktsmessig å oppnå det samme lave energibehovet som i bl.a. Tyskland.

2.3 Kompetanse om Passivbygg i Norge i dag

2.3.1 Generelt om utviklingen av kompetanse om Passivbygg

I prosjektet IEA SHC Task 37 Advanced Housing Renovation, Subtask A, Market strategies and communication, deltar Husbanken sammen med en rekke europeiske land med erfaring fra passivhus. I dette prosjektet jobbes det med en rapport som heter "From demonstration projects to volume market" som skal publiseres tidlig neste år. I denne rapporten deles veien fra demonstrasjonsprosjekter til alminnelig planlegging opp i tre faser: introduksjonsfasen med innovatører og forsknings- og demonstrasjonsprosjekter, vekstfasen med kvalitetsorienterte aktører, og volumfasen hvor passivbygg blir en del av alminnelig planlegging for de store aktørene som dominerer volummarkedet. I introduksjonsfasen er innovative aktører blant offentlig finansiering, forskningsinstitutter og bransje viktige aktører. Tre av de viktige barrierene er mangel på kunnskap, mangel på finansiering og mangel på interesse og etterspørsel. Enova, Husbanken og SINTEF Byggforsk har sammen med innovative aktører bidratt til at vi nå ser et økende antall demonstrasjonsprosjekter.

Som det fremgår av kapittel 2.1, er det i Norge pr i dag sluttført et begrenset antall passivbyggprosjekter. Disse prosjektene er i stor grad initiert av innovative miljøer og forskningsinstitusjoner, noe som viser at vi fortsatt befinner oss i introduksjonsfasen.

Samme kapittel viser at antallet planlagte prosjekter er langt større enn det som er gjennomført, og at disse prosjektene spenner over mange ulike bygningskategorier. Den kraftige økningen i antallet prosjekter taler for at vi nå er på vei inn i en vekstfase. Det er rimelig å anta at interessen for passivbyggprosjekter vil fortsette å øke fremover, og at vi vil få en kontinuerlig kompetanseheving i næringen etter hvert som flere og flere aktører får praktisk erfaring gjennom gjennomføring av nye prosjekter.

De som har vært med på de ferdigstilte prosjektene må sies å ha praktisk kompetanse på dette. Når det gjelder planlagte og igangsatte prosjekter vil de som gjør den største innsatsen i tidligfase ha opparbeidet seg mye kompetanse også gjennom disse. Dette gjelder først og fremst byggherre, arkitekt og rådgiver. De utførende er de siste som kommer inn og vil derfor ligge noe etter de andre på kompetanse.

Per i dag kjenner vi til to offisielle utdanninger innen Passivbygg i Norge:

- EVU-kurset lavenergiboliger og passivhus ved NTNU, (<http://videre.ntnu.no/link/nv11892>)
- Fra høsten 2010 tilbys det en internasjonal mastergrad i bærekraftig arkitektur ved NTNUs fakultet for arkitektur og billedkunst (<http://www.ntnu.no/studies/sustainablearchitecture>)

I tillegg holdes det kurs og seminarer i regi av f.eks. NAL og Lavenergiprogrammet.

2.3.2 Vurdering av kompetansenivå og vilje i byggenæringens ulike bransjer

Generell kompetanse i byggenæringen er avhengig av at aktørene har gjennomført prosjekter enten i Norge, eller i utlandet. Det har vært stor fokus på lavenergibygg og passivbygg de siste årene, og det siste året (2009) har bidratt til en kompetanseheving i byggenæringen. Spesielt gjelder dette kompetansen blant rådgivere og arkitekter. Det antas å være mindre utbredt kompetanse hos de utførende, siden de fleste passivbyggene fortsatt er på tegnebrettet. Generelt gjelder derimot at kvaliteten på arbeidene til de som faktisk har bygd passivbygg i Norge er god. Det har vært stor fokus på lufttetthet, og de strenge kravene har vist seg fullt mulige å oppfylle. Når det gjelder drift og bruk av passivbygg er kompetansenivået i Norge lavt, av samme årsak; De fleste passivbyggprosjektene er ikke bygget.

De som har den beste kompetansen på Passivbygg i dag, er de som har planlagt og gjennomført prosjekter innen passivbygg. Noen av aktørene med reell erfaring er listet opp i Tabell 2.1. Flere aktører har imidlertid god kompetanse på passivbyggkomponenter innen et spesifikt fagfelt, men totaliteten er mangelfull.

Som nevnt over er vi trolig på vei inn i en vekstfase for passivbygg. Interessen for passivbygg er økende og det er flere aktører som jobber aktivt for å tilegne seg kompetanse på dette. Dette gjør at kunnskapen om passivbygg, d.v.s. hva det er og hva det innebærer for et byggeprosjekt, er økende.

For å bygge opp om vurderingene rundt passivbyggstandard og kompetanse har det blitt gjennomført to spørreundersøkelser. I den ene har vi tatt kontakt med personer som har bygd, eller holder på å bygge passivbygg og stilt spørsmål om erfaringer, utfordringer, resultater o.a. I den andre har vi kontaktet profilerte personer med god kjennskap til markedet og til næringen og bedt om konkrete tilbakemeldinger på kompetansenivå i de ulike bransjene, utfordringer og muligheter ved innføring av krav til passivbyggstandard.

Resultater fra spørreundersøkelsene

Svarene fra spørreundersøkelsene indikerer at kompetansenivået i alle bransjene i byggenæringen er lavt pga manglende praktisk erfaring. Det største problemet ved gjennomføring av prosjekter er samhandlingen mellom forskjellige bransjer og forskjellige fag.

Det er et generelt inntrykk at interessen for passivbygg og kunnskapen om hva det er er økende i alle bransjer, men kompetanse generelt er en stor utfordring.

Resultater fra spørreundersøkelsene er anonymisert og finnes i Vedlegg 1 og 2.

2.3.3 Vurdering av kompetansenivå og vilje i ulike regioner

Hvilken kompetanse som finnes i de ulike regionene avhenger først og fremst av hva som er bygget pr i dag og hva som er under planlegging og utførelse. Inntrykket av dette er litt det samme som det som gjelder for bransjene. Kompetansenivået er i stor grad avhengig av engasjement og interesse. Spesielt interesserte regioner, byer og kommuner har ambisiøse planer f.eks. gjennom prosjektene: ”Fremtidens byer”, ”Future build” etc. Dette kan bl.a. skyldes ”tilfeldigheter” som god kompetanse og interesse hos beslutningstakere i kommune eller stat, eller resultatdrivende miljøer med høy kompetanse. I regioner der dette har ført til vellykkede prosjekter kan dette gi en ringvirkning som igjen fører til økt interesse og nye prosjekter.

3. Bygningskategorier med spesielle utfordringer

3.1 Passivbygg i ulike bygningskategorier

I SINTEF Byggforsk prosjektrapport 42, *Kriterier for passivbygg- og lavenergibygging – yrkesbygg*, foreslås kriterier for passivbyggstandard for alle bygningskategorier utenom boliger. Verdier for boligbygninger er angitt i *prNS 3700*. Med utgangspunkt i konkrete planløsninger som grunnlag for beregninger, foreslås spesifikke komponentverdier, energibudsjett, CO₂-ekv utslipp og varmetapstall. Videre foreslås det gjennomsnittlige ventilasjonsluftmengder basert på primærareal, persontetthet i primærarealet og tilstedeværelse i primærarealet. På tilsvarende måte er det forutsatt effektbehov for belysning og internlast.

	Varme-tapstall W/ m ² K	Energi-behov kWh/m ²	Oppvar-mings- behov kWh/m ² år	Effektbehov – varme W/m ²	Kjøle-energi kWh/m ²	Kjøle-effekt W/m ²	CO ₂ -utslipp kg/m ² år
Småhus	0,50	59	15	15	0	0	25
Leilighet	0,50	59	15	15	0	0	25
Barnehage	0,60	64	25	22	0	0	20
Kontorbygg	0,50	71,5	15	15	8,5	15	23,5
Skolebygg	0,50	54,5	15	15	0	0	18
Universitets/Høg- skolebygg	0,50	73,5	15	15	9	15	26
Sykehus	0,75	169	20	25	17	20	59
Sykehjem	0,65	120	14,5	20	5,2	10	40,5
Hoteller	0,65	109,5	20	18	9,3	10	36
Idrettsbygg	0,70	103,5	24,5	22,5	4,5	10	30
Forretningsbygg	0,65	108	18,5	30	14,5	20	38,5
Kulturbygg	0,5	68	24,5	25	5	10	22,5
Lett industri, verksteder	0,55	81	22,5	20	4,5	10	25

Tabell 3.1: Realistiske krav til Passivbygg for hver bygningskategori basert på dagens teknologi (ref SINTEF Byggforsk Prosjektrapport 42 og utkast prNS 3700)

Kravene i ovennevnte tabell medfører følgende komponentverdier, angitt i høyre kolonne:

Egenskap	Minstekrav prNS 3700 Boligbygninger	Minstekrav Prosjektrapport 42 Yrkesbygg	Komponentverdier eksempelbygg Prosjektrapport 42
U-verdi yttervegg	$\leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	0,10 – 0,12 $\text{W/m}^2\text{K}$
U-verdi gulv	$\leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$	0,08 – 0,09 $\text{W/m}^2\text{K}$
U-verdi tak	$\leq 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$	0,08 – 0,09 $\text{W/m}^2\text{K}$
U-verdi vindu	$\leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
U-verdi dør	$\leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 0,80 \text{ W/m}^2\text{K}$
Normalisert kuldebroverdi	$\leq 0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$	$\leq 0,03 \text{ W/m}^2\text{K}$
Virkningsgrad varmegjenvinner	$\geq 80 \%$	$\geq 80 \%$	80- 85 %
SFP-faktor ventilasjonsanlegg	$\leq 1,5 \text{ kW/m}^3\text{s}$	$\leq 1,5 \text{ kW/m}^3\text{s}$	$\leq 1,5 \text{ kW/m}^3\text{s}$
Lekkasjetall ved 50 Pa,	$\leq 0,60 \text{ h}^{-1}$	$\leq 0,60 \text{ h}^{-1}$	$\leq 0,60 \text{ h}^{-1}$

Tabell 3.2: Sammendrag av forslag til minstekrav for Passivbygg. (ref SINTEF Byggforsk Prosjektrapport 42 og utkast prNS 3700)

3.2 Eventuelle begrensninger i bygningskategorier

For passivbygg er det lagt til grunn best tilgjengelige teknologier, også når det gjelder ventilasjonsløsninger, belysning og teknisk utstyr. Det er i den ovennevnte rapporten satt anbefalte/minste verdier til luftmengder og interne varmetilskudd som er betydelig lavere enn de som det opereres med i tillegg A i NS 3031, som er ment for bruk i kontrollberegninger mot forskriftskrav. Det må utarbeides bedre grunnlag for hvilke ventilasjonsluftmengder og internlaste som kan benyttes både når det gjelder dagens status og hvilket potensial man har for reduksjoner av energibruken gjennom teknologiutvikling. Dette gjelder generelt for alle bygningskategorier, men spesielt for noen bygningstyper som har særskilte behov.

Strengt hygienekrav kan blant annet gjøre roterende varmegjenvinnere uegnet, noe som igjen gjør det vanskelig å nå angitte passivbyggkriterier (ihht SINTEF Byggforsk prosjektrapport 42/2009). Slike hygienekrav finner man blant annet i sykehus og prosessindustri. Videre kan smuss og fett i avtrekkskanalene gjøre roterende gjenvinnere uegnet i storkjøkken.

Den nedenstående tabellen viser antatt andel av hver bygningskategori hvor roterende varmegjenvinner kan være uegnet slik at passivbyggkriteriene blir vanskelige å tilfredsstille

Bygningskategori	Funksjoner hvor roterende varmegjenvinnere kan være uegnet	Anslått andel
Barnehage	Kjøkken	0-10%
Kontorbygg	Kjøkken	0-10%
Skolebygg	(Stor)kjøkken	0-20%
Universitet/høyskole	Laboratorium	0-20%
Sykehus	Storkjøkken, laboratorier, behandlingsrom og pasientrom	20-70%
Sykehjem	Storkjøkken, behandlingsrom, pasientrom	0-20%
Hoteller	Storkjøkken	0-10%
Idrettsbygg	Kjøkken, trimrom	0-60%
Forretningsbygg	Storkjøkken (inkludert restauranter)	0-30%
Kulturbygg	Kjøkken	0-10%
Lett industri/verksteder	Produksjonslokaler, laboratorium, verksted	0-100%

Tabell 3.3: Funksjoner hvor roterende varmegjenvinnere kan være uegnet.⁶

Industribygg

Bygninger med høye interne varmetilskudd og bygninger for lett industri krever i mange tilfeller store luftmengder som gjør det umulig å oppfylle Passivbygg krav. Det finnes i dag ens byggeforskrifter (TEK'07) dispensasjonsrett fra energikravene for bygninger med høye interne varmetilskudd som av den grunn ikke er tjent med å bygge med store isolasjonstykkelser.

Sykehus

Sykehus er sannsynligvis vår mest kompliserte bygningskategori. Sykehus har blant annet svært varierende og til dels strenge krav til funksjon og sikkerhet, utstrakt bruk av avansert teknisk utstyr, strenge hygienekrav og smittekontroll, døgkontinuerlig drift, stort forbruk av varmt vann og mange funksjoner med ekstreme krav til temperaturkontroll og luftkvalitet. Temperaturkrav kan variere fra fryserom med svært lave temperaturer til terapibad med temperaturer godt over 30 °C. Renhetskravene til luft og vann varierer. Områder skal både være enkle å komme til når det haster og kunne stenges av for uvedkommende. Lukt vil i noen tilfeller være en utfordring. Arbeidsmiljøet trenger dagslys, mens en del prosedyrer har behov for absolutt mørke.

Nye sykehus har en energibruk på 400 – 500 kWh/m² per år⁷ og er blant den mest energikrevende bygningsmassen i samfunnet og også den med høyest energirammekrav i TEK2007 (325 kWh/m²). Det er 5 millioner m² helsebygg i Norge (SSB 2006) der antagelig rundt 10 % ombygges/vedlikeholdes hvert år.

Det er sannsynligvis store muligheter for å redusere energibruken gjennom helhetlig utvikling og implementering av kunnskap uten nødvendigvis å nå Passivbygg standard innen temaene:

- funksjons- og arealplanlegging som også vektlegger gode energiløsninger
- utstyr som også er utformet i forhold til effektiv energibruk og muligheter for energigjenvinning og som ikke stiller unødvendige strenge krav til sine omgivelser
- systemløsninger som er optimalisert i forhold til sykehusfunksjoner, utstyrsintegrasjon og energigjenvinning.

⁶ Rapport 27/2008 – ”Justering av energikrav i TEK”, SINTEF Byggforsk 2008.

⁷ Erfaringsstall fra Rikshospitalet og AHUS

- utnyttelse av kunnskap, produkter og løsninger som primært er utviklet for andre bygningskategorier enn sykehus
- en drifts- og innkjøpsorganisering som sikrer energieffektiv utvikling av sykehusene i driftsfasen og som overfører beste-praksis-kunnskap inn i nye prosjekter

Slik utvikling kan stimuleres gjennom å bevilge midler til helhetlig FoU-aktivitet som inkluderer alle aktører i verdikjeden for sykehus. Økt innkjøpskompetanse blant Helseforetakene må prioriteres.

4. utfordringer for Passivbyggstandard i nybygg

4.1 utfordringer m.h.t. kompetanse i bransjen

Dagens situasjon for kompetanse i byggenæringen er beskrevet i kapittel 2.

Praktisk kompetanse med passivbyggstandard er begrenset til de veldig få som har gjennomført prosjekter. Videre er det mange aktører som har interesse av dette og som har tilegnet seg teoretisk kompetanse gjennom planlagte prosjekter, kursing o.a. Den store massen av små bedrifter i byggenæringen har liten kompetanse og begrenset interesse av å ta kostnadene ved å dekke kompetansesgapet som eksisterer i dag. Store deler av næringen velger å forholde seg til minimumskrav og mener at dette er eneste måten å overleve som bedrift. Dette gjør at svært mange vil gjøre det de må for å holde seg innenfor kravene som gjøres gjeldende til enhver tid og ikke forsøke å tilegne seg kompetanse utover dette.

Den største utfordringen m.h.t. kompetanse i byggenæringen vil derfor være vilje til kompetanseheving og endring. Denne viljen styres av forskjellig faktorer som: krav, lønnsomhet, profilering, idealisme o.a. Pr i dag er det først og fremst de bedriftene som tenker langsiktig og ser at de vil ligge i front om en stund ved å ta kompetanseløftet nå, de som ønsker å profilere seg som passivbyggbedrifter og de som har en idealistisk tilnærming til dette som opparbeider nødvendig kompetanse innen Passivbygg.

Under følger en oppstilling av utfordringer m.h.t. kompetanse opparbeidet med bakgrunn i de mottatte svarene fra spørreundersøkelsene:

- For dårlig praktisk kompetanse i alle ledd i dag
- Foretak er vant til å ”slippe unna” med å gjøre ting som vanlig
- For dårlig utdannings- og kurstilbud
- Det er gjennomført få prosjekter
- Det er for dårlig vilje til å ta i bruk eksisterende kunnskap
- For dårlig helhetstenking og tverrfaglig koordinering
- Det er varierende interesse i næringen
- Det er veldig stort kompetansespenn i næringen
- Den store massen av foretak har ikke gode nok systemer
- De systemene som finnes følges ikke og blir ikke kontrollert
- Passivbygg krever spesiell oppfølging og drift. Driftspersonell har behov for opplæring.

4.2 Utfordringer m.h.t. tilgjengelig teknologi og vitenskap

4.2.1 Behov for utvikling av teknologi for Passivbygg

Selv om dagens teknologier tilfredsstillende de viktigste behovene for å kunne bygge Passivbygg, kan løsningene forbedres og utvikles for å oppnå bedre markedsattraktivitet, effektivitet, komfort og økonomi. Det kan være behov for å utvikle nye og forbedrede *konsepter*, dvs. helhetlige grep for bygning og installasjoner, og det er behov for ny kompetanse for å sikre godt innklima i passivbygg som er et resultat av et samspill mellom en rekke faktorer. Det vurderes dermed at innføring av Passivbygg som forskriftskrav i 2020 ikke medfører uoverstigelige utfordringer mht. teknologi.

Dagens komponenter til Passivbygg er først og fremst benyttet og testet på boligbygninger. En vesentlig forskjell mellom yrkesbygg og boliger er at yrkesbygg har større internlast som medfører økt energibruk og utfordringer for å få tilfredsstillende komforttemperatur på varme dager. Dette gir behov for gode løsninger for å redusere kjølebehov og utnytte passiv kjøling primært og frikjøling sekundært. Det trengs sannsynligvis også en teknologiutvikling for effektivt å bygge Passivbygg med høy brukskvalitet for de forskjellige bygningstypene. Vi vil påstå at dagens teknologi bør være tilstrekkelig i de fleste tilfeller for å få tilfredsstillende temperaturkomfort i kontorbygg uten mekanisk kjøling. I bygninger med mye effektkrevende utstyr, må man stille krav til og utvikle utstyr som avgir mindre varmeeffekt og som kan spille med tekniske systemer slik at overskuddvarme kan fjernes og nyttiggjøres (til for eksempel varmt tappevann).

Nedenfor listes opp forslag til typer teknologier som bør og vil komme på markedet for å kunne bygge gode Passivbygg på en mest mulig kostnadseffektiv måte.

Bygningskomponenter

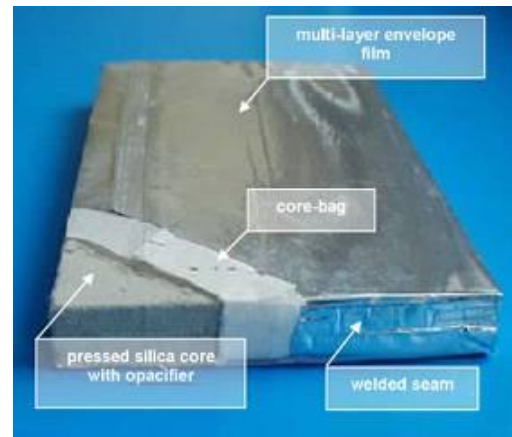
Tradisjonelle isolasjonsprodukter innebærer tykke vegger som ”stjeler” areal og som representerer et økt klimagassutslipp ved produksjon, transport og avhending. Sanering av isolasjonsprodukter representerer også andre miljø- og energiutfordringer og per i dag finnes det ikke gode løsninger for dette. I tillegg er det behov for produkter og konstruksjoner som kan redusere varmetapet gjennom omhyllingsflater ytterligere. Dette inkluderer produkter som:

- Mer effektive varmeisolasjonsmaterialer/-produkter for å oppnå redusert isolasjonstykkelse, f.eks. vakuumisolasjon.
- Robuste og kostnadseffektive konstruksjonsløsninger som integrerer nye materialer og energiproduserende produkter
- Bedre løsninger som minimerer kuldebroer og luftlekkasjer – spesielt yrkesbygg
- Helhetlige byggesystemer som ivaretar Passivbygg krav til isolasjon og lufttetthet.



Ref. Prof. Vojtěch Nováček, NTNU og Monica Bemer, SINTEF

Figur 4.1: *Maksimal brukskvalitet med minimal ressursbruk fordrer et helhetlig samspill mellom brukerens behov og adferd og byggets konstruksjon og installasjoner.*



Bilde 4.1: *Vakuumisolasjon er tilgjengelig på markedet i dag og isolerer opptil 10 ganger så godt som tradisjonell isolasjon. Produktene er imidlertid dyre og har flere praktiske begrensninger*

Vinduer og glassfasader står for en stor del av varmetapet i Passivbygg. Norske og utenlandske produsenter av slike produkter har hatt en enorm utvikling, men potensialet for ytterligere forbedringer innen dette er stort. De største forbedringene forventes at vil skje gjennom;

- Bedre isolerte profiler i fasadesystemer
- Tiltak for reduksjon/ eliminering av utvendig kondens
- HMS-vennlig metode for installering av tunge (trelags) vinduer
- Integreerte vindusløsninger med f.eks. konsepter for varmelagring fra sol eller integreerte solceller

Forenklete oppvarmings- og kjølesystemer

Som nevnt i kap. 2.2.2. finnes det potensial for forbedringer og forenkling av vannbårne oppvarmings- og kjølesystemer. I yrkesbygg er luftbårne systemer for oppvarming aktuelle, og det forventes en utvikling også på dette området. Oppvarming ved hjelp av ventilasjonsluft kan føre til økt emisjon fra overflatematerialer i bygninger. Det er behov for mer dokumentasjon av effekten på luftbåren oppvarming før dette kan anbefales i stor skala.

Byggkategori	Dimensjonerende varmeeffekt	Luftmengde i driftstiden*	Nødvendig innblåsnings-temperatur
Barnehage	22 W/m ²	6 m ³ /hm ²	24,8 °C
Kontorbygg	15 W/m ²	6 m ³ /hm ²	21,4 °C
Skolebygg	15 W/m ²	8 m ³ /hm ²	19,5 °C
Universitet- og høgskolebygg	15 W/m ²	7 m ³ /hm ²	19,3 °C
Sykehus	25 W/m ²	10 m ³ /hm ²	21,4 °C
Sykehjem	18 W/m ²	7 m ³ /hm ²	21,6 °C
Hoteller	18 W/m ²	6 m ³ /hm ²	23,3 °C
Idrettsbygg	22,3 W/m ²	6 m ³ /hm ²	23,4 °C
Forretningsbygg	30 W/m ²	12 m ³ /hm ²	20,4 °C

Kulturbygg	25 W/m ²	7 m ³ /hm ²	24,0 °C
Lett industri, verksteder	19,5 W/m ²	7 m ³ /hm ²	23,0 °C

Tabell 4.1: Viser nødvendig innblåsningstemperatur for å dekke simulert oppvarmingseffekt⁸.

Ventilasjon

Innen ventilasjon kan det utvikles mer effektive varmegjennvinnere med lav risiko for luktsmitte og som ikke får redusert virkningsgrad på kalde dager på grunn av gjenfrysing. Dette kan gjøres direkte med bedre gjennvinnerteknologi, eller gjennom bedre samspill mellom komponenter som gjenvinner og filter.

Tidligere studier (bl.a. i Norge, Sveits, og Sverige) har avdekket at den effektive virkningsgraden for aggregater med roterende varmegjennvinnere er typisk 60 til 70 % for aggregater med dokumentert 80% nominell temperaturvirkningsgrad. Lavere virkningsgrad skyldes ikke hovedsaklig feilaktig dokumenterte ytelser, men heller at innjustering og drift av aggregatet avviker fra de ideelle forutsetningene/forhold ved produktdokumentasjonen (pga. resirkulasjon og ubalanse i luftmengder). Det er viktig å utvikle systemer som sikrer at løsningene oppnår planlagt energibruk ved praktisk drift. Det er mulig at risikoen for unøyaktig innjustering er spesielt stor i aggregater med roterende varmegjennvinnere bl.a. fordi renblåsningssektorer vanskeliggjør balansering av luftmengder.

Ventilasjonssystemer kan gjøres mer energieffektive gjennom bedre utforming, komponenter og drift. Særlig viktig er det å utvikle bedre vifter og motorer sammen med mer robuste systemer for behovsstyring av luftmengdene. Det siste innebærer bedre sensorteknologi og styringsteknologi. Her kan blant annet storskala ”nano” produksjon og trådløse kommunikasjonssystemer gi rimelige systemløsninger og sensorer med en helt annen funksjonalitet og kvalitet enn det vi i dag kjenner. Trådløse kommunikasjonssystemer åpner muligheter for installasjonskostnader og enklere drift og vedlikehold enn dagens løsninger. Teknologiene vil også kunne utnyttes til raskere varsling ved feil og historisk funksjonalitetsdokumentasjon, som blant annet åpner muligheter for å dokumentere at krav til arbeidsmiljø er og har vært ivaretatt.

De største forbedringene forventes at vil skje gjennom;

- Mer effektive varmegjennvinnere som ikke får redusert virkningsgrad på kalde dager på grunn av gjenfrysing.
- Varmegjennvinnere med høy virkningsgrad som ikke har risiko for tilbakeføring av luft fra avtrekk til tilluft slik man risikerer med dagens roterende gjennvinnere.
- Mer effektive ventilasjonssystemer gjennom bedre utforming, komponenter og drift. Særlig viktig er det å utvikle bedre vifter og motorer. Man må også se på alternative løsninger for ventilasjonsanlegg med lavt energibehov til viftedrift, da man i Passivbygg ofte ser at energibruk til vifter er like stor som oppvarmingsbehovet.
- Ventilasjonsløsninger som utnytter naturlige drivkrefter for å redusere kjølebehovet.

Behovsstyring

Som beskrevet i kap. 2.2.2. er behovsstyring et viktig element i Passivbygg, både for energibruk, drift og oppfølging / utvikling. Det er forventet en stor utvikling på dette området.

De største forbedringene forventes at vil skje gjennom;

⁸ SINTEF Byggforsk -Prosjektrapport 42/ 2009, Vedlegg D

- Mer robuste systemer for behovsstyring av luftmengdene. For boliger kan de være svært enkle, for eksempel en setting for når huset er tomt, en setting for når man er hjemme og en setting for når det er stor personbelastning.
- Bedre sensortechnologi og styringstechnologi til lavere kostnad (forutsetter stor etterspørsel og dermed stort produksjonsvolum)
- Helhetlige, robuste og samkjørte trådløse kommunikasjonssystemer for behovsstyringen som omfatter alt som påvirker energibruk som belysning, utstyr, styring av varme/kjøling og persienner.

Energiforsyning:

De største forbedringene forventes at vil skje gjennom;

- Systemer for individuell avregning av energibruk kan være meget nyttige i blokker og borettslag der man i dag har felles avregning. Med individuell avregning kan man enklere gjøre den enkelte husholdning ansvarlig for sin egen energibruk og dermed stimulere til energisparing.
- Enkle systemer for måling av energiforbruk for å gi verdifull informasjon om hvor effektivt bygningene utnyttes og videre hvordan man kan optimalisere bruken av en bygning og en bygningsmasse.
- Lokale løsninger for utnyttelse av fornybare energikilder tilpasset bygg med lavt energibehov, samt utstyr for måling av energibruk fra disse.
- Distribusjonssystemer med mindre varmetap for at dette andelsmessig skal harmonisere med det lave formålsbehovet i passivbygg.
- Energi- og kostnadseffektive varme- og kjøleanlegg tilpasset Passivbygg.

4.2.2 Behov for utvikling av verktøy og metoder

Livsløpsvurderinger

Det er behov for utvikling av verktøy og metoder for å få bedre oversikt over aktuelle miljøaspekter ved Passivbygg. Først og fremst dreier dette seg om verktøy bygget opp etter omforente metoder og standarder for livsløpsvurdering av miljøpåvirkning for bygninger og komponenter. Det er spesielt behov for verktøy som gjør det mulig å ta miljøriktige valg tidlig i planleggingsfasen i forhold til samlet miljøbelastning gjennom byggets livsløp. Det finnes per i dag ikke et omforent LCA verktøy eller system som baserer seg på virkelig miljødokumentasjon fra aktuelle bygningsprodukter. I prosjektet GLITNE - mer miljøvennlige bygg gjennom økonomisk verdsetting av miljøeffekter (<http://www.sintef.no/Projectweb/GLITNE>) har man startet prosessen med å utvikle et slikt verktøy. Et slikt system med tilhørende verktøy og analyseresultater er en forutsetning for å kunne påvise de klimamessige antakelsene som en satsning på Passivbygg som byggestandard er basert på.

Miljødokumentasjon bør bygge på miljødeklarasjoner som utstedes gjennom EPD-Norge (Environmental Production Declaration) og man kan utnytte BIM (Bygnings Informasjons Modeller) for å kunne håndtere store mengder informasjon

Manualer og veiledere

I tillegg vil det finnes et stigende behov for designverktøy, manualer, veiledere og faglitteratur for Passivbygg. Byggforskserien bør utvides så snart som mulig til å inneholde informasjon om typiske konstruksjoner og systemer i Passivbygg.

Som nevnt i kap. 2.2.3. har Passivhusinstituttet i Tyskland utarbeidet PHPP 2007 (Passive House Planning Package 2007). Det bør utarbeides tilsvarende manualer og hjelpemidler for spredning av kompetanse og kunnskap i Norge. Byggforskserien fungerer i dag på denne måten for konvensjonelle bygninger, men denne sikter mot forskriftsmessige løsninger og vil følgelig ikke gjelde Passivbygg før en tid etter at dette er et forskriftskrav med en markedsbasert kommersiell oppdateringsprosess. Byggforskserien har en enestående posisjon som et betrodd og tilgjengelig hjelpemiddel for aktører i alle deler av byggebransjen. Det bør utarbeides en egen Passivhusserie i forkant av et forskriftskrav for å tilgjengeliggjøre kompetanse, stimulere til pilotbygging og klargjøre for en grei innføring av passivbygg som forskriftsnivå.

Standarder

Norsk Standard prNS3700:2009 Kriterier for lavenergi og Passivhus – Boligbygninger må ferdigstilles så rakt som mulig for å gi en felles kravspesifikasjon for Passivbygg i Norge. I tillegg må et tilsvarende arbeid gjøres for yrkesbygg.

Produkter og systemer

Bygging etter passivbyggkrav vil gradvis endre måten man bygger bygninger på. Man ser allerede at materialleverandører endrer sine sortiment og innfører systemløsninger som effektivt ivaretar skjerpede krav til isolasjon og tetthet. Tradisjonell byggeskikk for småhus med gjennomgående bindingsverk av tre, mineralull og dampsperre erstattes av systemløsninger fra for eksempel Rockwool, Glava, m.fl. med trykkfaste plater som monteres med dertil egnede systemer på vegger av for eksempel massivtre. De utførende må tilpasse seg nye produksjonsmetoder og nye produkter.

Sertifiseringsordninger

Som nevnt i kap. 2.2.3. finnes det i Tyskland et sentralisert organ for sertifisering av produkter, konstruksjoner, utdanningsinstitusjoner, kontrollører og ferdige bygg. Denne ordningen ansees som nødvendig for å sikre god oversikt og tilfredsstillende kvalitet ved bygging av Passivbygg. En tilsvarende ordning finnes per i dag ikke i Norge, men det antas at behovet for denne typen organ vil være sterkt stigende etter hvert som volumet av produkter, utdanningsinstitusjoner, aktører og ferdige bygg øker.

Samkjøring av systemer

Passivbygg stiller høye krav til ventilasjonsanlegg, varmegjenvinnere og oppvarmingskilder. I tillegg stilles det krav til sensorer og styringssystemer for brukerstyring av teknisk utstyr. Dette er imidlertid teknologier som benyttes i dag, men omfanget av feil og problemer er fortsatt for stort.

Det har vist seg at kombinasjon og samspill mellom flere typer avanserte tekniske systemer ofte er en utfordring i byggeprosjekter. Utfordringene hviler mer på samarbeid og koordinering enn på tekniske muligheter. Det forventes at skjerpede energikrav vil drive frem nye samarbeidsformer og kontraktsformer mellom leverandører, entreprenører og prosjekterende av tekniske fag. Dette vil medføre utfordringer innen prosjektledelse.

4.2.3 Behov for ny viten

Brukererfaring

Selv om det i dag er mulig å bygge Passivbygg og dette har blitt gjort over lengre tid i andre land, er det fortsatt behov for utvidet kunnskap. Først og fremst gjelder dette kunnskap om byggene sett fra brukernes synspunkt. Erfaringer fra andre land er ikke direkte sammenlignbare med norske forhold bl.a. på grunn av forskjeller i klima, byggeteknikk, forskriftskrav og ikke minst krav hos brukerne. Det er ingen tvil om at flere Passivbygg som har blitt bygget i for eksempel Tyskland ikke tilfredsstillt krav til inneklimate i norsk arbeidsmiljølov eller krav hos norske brukere. Det kan dermed slås fast at man ikke kan basere seg fullt ut på utenlandske rapporter og erfaringer med inneklimate i Passivbygg. Det er også mulig at enkelte norske krav til innemiljø bør revurderes hvis de unødig kommer i konflikt med bærekraftig energibruk.

Kunnskap av denne typen kan kun erverves gjennom forbildeprosjekter og måling samt brukerundersøkelser i faktiske bygg.

Materialvalg og klimabelastning

Det bør gjøres grundige vurderinger og analyser av før endelig fastsettelse av minstekrav til isolasjonstykkelse i Passivbygg – forskrifter. Dette gjelder først og fremst for yrkesbygg. Anbefalingene i SINTEF Prosjektrapport 42, blant annet m.h.t. U-verdier i ytterkonstruksjonen, er ikke dokumentert i forhold til kost – nytte effekten av de foreslåtte tiltakene. Det er mulig at effekten av andre tiltak er mer hensiktsmessige i bygg med høye internlaster.

Som nevnt i kap. 4.2.2. er det også behov for kunnskap om livsløpspåvirkningen av store isolasjonstykkelse. Dette gjelder både for miljøpåvirkning og økonomi. Man bør forsøke å finne den optimale isolasjonstykkelsen for disse to parametrene slik at det er mulig å vurdere hvilket nivå de norske forskriftskravene bør legge seg på sett i et langsiktig perspektiv. Det har blitt gjort en del arbeid i tilknytning til dette spørsmålet, men det er behov en omforent rapport med resultater som kan benyttes i nasjonale beslutningsprosesser. Vurderinger av denne typen baserer seg på mange usikre og kontroversielle parametre og er derfor som ofte omstridte.

Evaluering av tiltak

For å få dokumentert kunnskap om reduksjon av energibruken knyttet til de enkelte energitiltakene i et Passivbygg, trengs måledata fra livsløpet. Dette bør fremskaffes og gjøres tilgjengelig via måle- og oppfølgingsopplegg på gjennomførte prosjekter. Det viktig at allerede gjennomførte prosjekter følges opp og gjøres bedre kjent.

Bygningskategorier med spesielle utfordringer

Det kreves erfaringsdata og analyser av mulige konsekvenser av Passivbygg for innklimate i spesielle bygninger, for eksempel i sykehus. Erfaringer fra påvirkningen på inneklimate er meget viktige i tilfeller der inneklimate kan ha påvirkning på liv og helse.

Inneklimate i passivbygg

Det er behov for mer kunnskap når det gjelder nødvendige (dvs hva er tilstrekkelig) luftmengder i og utenfor driftstiden og konsekvenser av luftbåren varme i bygg med lavt varmebehov. En forutsetning for å redusere energibruken til et minimum er en mye bedre kontroll på emisjonsbelastningen fra bygningsmaterialer og innvendige flater slik at den totale forurensningen blir akseptabel. Dette vil sannsynligvis kreve en helt annen tilnærming til dokumentasjon av materialeegenskaper enn det som praktiseres i dag.

Ventilasjon

Ventilasjon, særlig i boliger, har hatt en viktig moderatoreffekt for fuktskader, ved å tynne ut konsekvensene av fuktskaden (mikrobiell vekst/soppsporer), og ved å redusere risikoen for fuktskader gjennom å tørke ut fukt og holde relativ fuktighet på et lavt nivå..

Generelt bør man vurdere funksjonsrisikoen for ventilasjon i tilknytning til risikoen for helseskadelig innelima. Ventilasjonssystemet får en mer kritisk funksjon i tettere hus og konsekvensene ved funksjonssvikt blir sannsynligvis større. Det må utredes om dagens løsninger er robuste nok og om det er behov for andre kompenserende tiltak for å holde risikoen for helseskadelig innelima på et tilfredsstillende lavt nivå. For eksempel kreves riktig drift av anleggene, hvilket forutsetter god nok opplæring av driftspersonell.

4.3 Bygningstekniske utfordringer

4.3.1 Arkitektoniske premisser ved Passivbygg

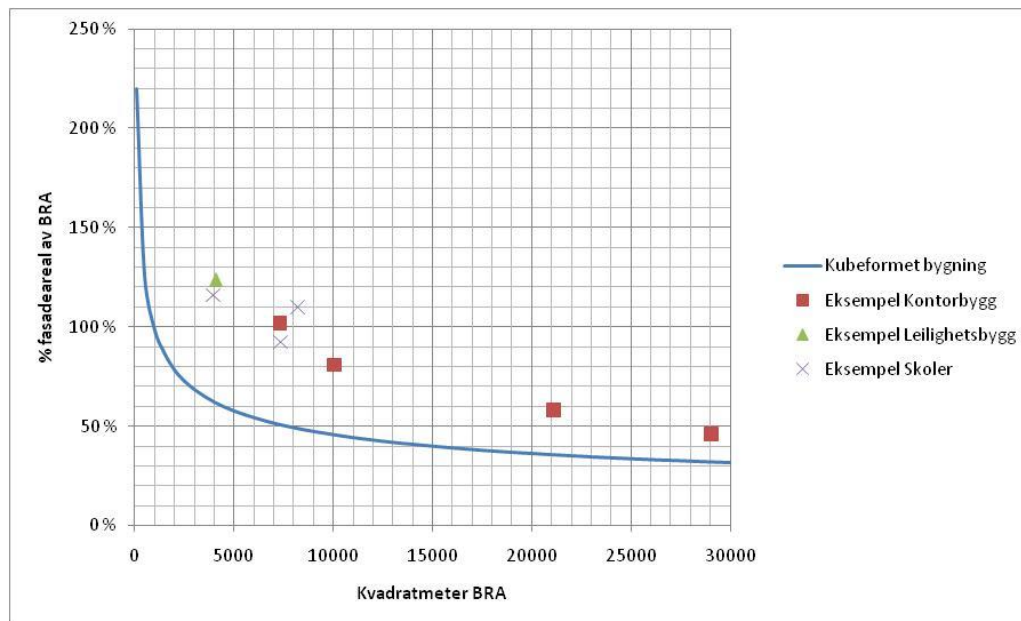
Krav til Passivbyggstandard og lavt energibehov setter klare begrensninger på arkitektonisk utfoldelse i byggeprosjekter. Konseptet bak Passivbygg baserer seg på at bygningskroppen skal ha minimalt varmetap. Varmetapet gjennom bygningskroppen avhenger hovedsakelig av følgende faktorer:

- Areal
- U-verdi (isolasjonsmengde og kuldebroer)
- Lufttetthet

En m² fast vegg med Passivbygg standard har gjennomsnittlig 1/8 så stort varmetap som en m² med typisk vindu som benyttes i Passivbygg. Altså må andelen og orientering av vinduer utformes mest mulig hensiktsmessig nivå for å oppnå lavest mulig varmetap. Det er ikke mulig å bygge Passivbygg som ”glassbygg”, og Passivbyggstandarden legger opp til at glass i fasader må benyttes på en rasjonell måte.

Arealet av bygningens ytterflater bør også forsøkes holdt på et minimum for å begrense varmetapet. I bygg med høyt forhold mellom ytterflate og gulvflate, f. eks lave smale bygninger og atriumsbygninger, bygg med mange nisjer, karnapper og overheng, vil det være mye høyere spesifikt varmetap enn i en tilsvarende bygning med mer kompakt form. Den nedenstående figuren viser areal av ytterflater som % av BRA for noen virkelige bygg sammenlignet med ytterflater (tak og vegger) for en ideell kubeformet bygning. Figuren viser at andelen ytterflater i enkelte av prosjektene er over dobbelt så stor som den kunne ha vært med en kubeformet bygning, og varmetapet igjennom ytterkonstruksjonen kunne i teorien her ha vært halvert ved å velge en annen og mer effektiv bygningsform.

Det er selvsagt mange hensyn å ta ved valg av bygningsform, bl.a. bruksfunksjoner, estetikk og daglys, men det er viktig at man i større grad enn tidligere setter fokus på en energieffektiv bygningsform i tidligfasen som utgangspunkt for videre prosjektering.



Figur 4.2: Figuren viser fasadeareal som % av BRA for 4 kontorbygg, ett leilighetsbygg og 3 skoler. I tillegg vises en graf med % fasadeareal for en ideell, kubeformet bygningsform.

Bygningers tetthet er også avhengig av arkitekturen. Komplisert og vekslende bygningsform fører ofte til vanskelig detaljprosjektering og videre utførelse med dårlig kvalitet. Høye krav til luft- og damptetthet i Passivbygg medfører at konsekvensene av slike løsninger blir store. Passivbyggstandard stiller derfor krav til at arkitektene har større forståelse for de energimessige konsekvensene av bygningsformen.

4.3.2 Fukt og økte isolasjonstykkelser

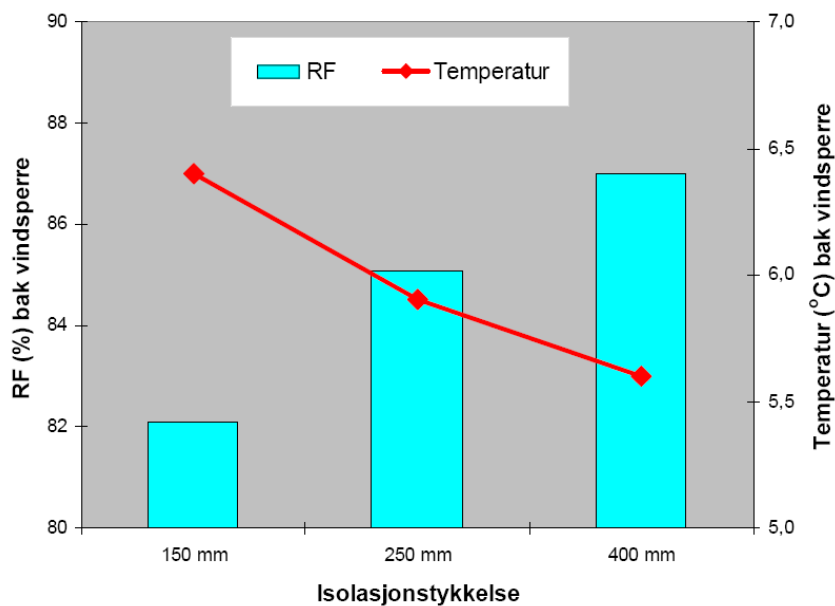
Det er i hovedsak knyttet tre fuktt tekniske utfordringer til økning av isolasjonstykkelsen: (Arild Gustavsen, 2009)

- Lavere temperaturer og høyere relativ fuktighet i konstruksjonenes yttersjikt under stasjonære forhold.
- Mindre energitilførsel for å tørke ut byggfukt, fukt etter slagregn og annen fuktilførsel.
- Større temperaturvekslinger ved inn- og utstråling gir større fuktpåkjenninger i utvendige overflater fra ekstrem uttørking til ekstrem avkjøling med frost.

1. Ytre deler av konstruksjonen får lavere temperaturer under stasjonære vinterforhold.

Lavere temperaturer i yttersjiktene fører til at den relative fuktigheten her blir høyere når den påvirkes av uteklima, og teoretisk mer utsatt for fuktskader. Lavere temperaturer gir imidlertid dårligere vekstbetingelser for sopp.

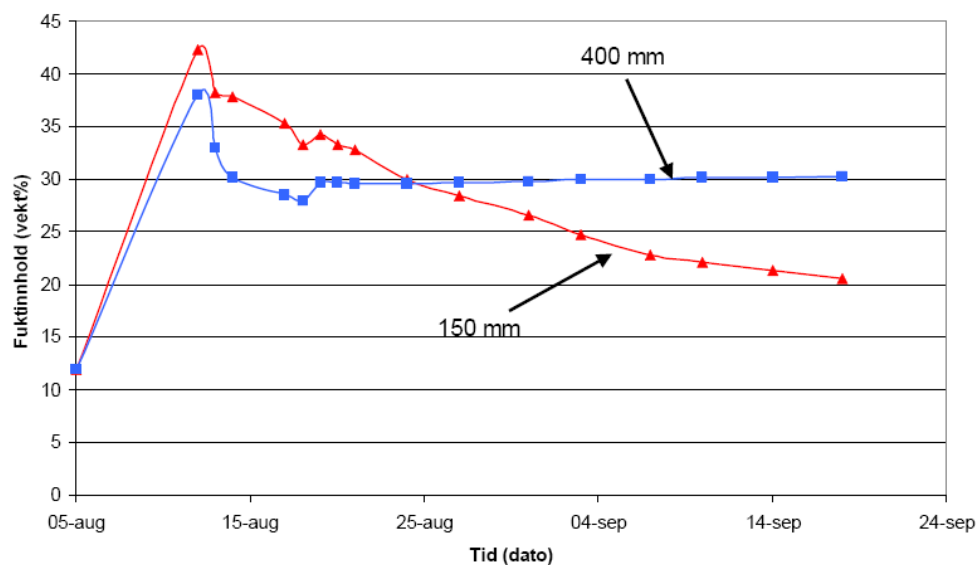
Dermed er denne typen konstruksjoner mer utsatt for feil bruk av vind- og dampsperre. Dersom det benyttes en vindsperre som er for damptett i forhold til dampsperra kan dette føre til fukt problemer. Konstruksjoner med mye isolasjon setter dermed litt høyere krav til riktig prosjektering enn eldre konstruksjoner, men dersom normal byggeskikk følges er det fortsatt ingen fare for skader.



Figur 4.3: Figuren viser beregnet temperatur og % RF i ytre lag av bindingsverkskonstruksjon med ulike isolasjonstykkelser. (Stig Geving, NTNU 2009)

2. Konstruksjonen tørker saktere ut.

Dette medfører at eventuell innbygget fukt eller fuktighet fra lekkasjer eller slagregn vil bli i konstruksjonen i en lengre tidsperiode før den tørker ut. Dermed blir faren for sopp- og frostskafer noe større enn i konstruksjoner med mindre isolasjon. Det blir viktigere enn før å unngå å bygge inn fukt i konstruksjonene. Dette kan bl.a. unngås ved å sørge for værbeskyttelse som telt etc. ved bygging.



Figur 4.4: Figuren viser resultater av målinger av senere uttørking i ytre del av stendervegg med økt isolasjonstykkelse. Treverk fuktet opp til over 30 vekt% ved neddykking i vann i 1 uke. (Stig Geving, NTNU 2009)

3. Større temperaturvekslinger ved inn- og utstråling gir større fuktpåkjenninger fra ekstrem uttørking og ekstrem avkjøling med frost.

Ved utstråling mot kalde flater i naturen, f. eks. mot en kald klar himmel, vil overflatetemperaturen på høysolerte konstruksjoner kunne falle i størrelsesorden 10 °C under lufttemperaturen. Dette vil gi noe større fukt- og frostpåkjenninger enn ordinært isolerte konstruksjoner, og mer overflatekondens.

På tilsvarende måte vil stor innstråling fra sola gi høyere overflatetemperaturer fordi denne energien i mindre grad kan ledes bort. Svært høye overflatetemperaturer kan gi skader på overflatene som sterk varmetutvidelse eller kraftig krymp med sprekkdannelser for overflatematerialer. Disse effektene er selvsagt større på kompakte ytterkonstruksjoner enn på luftede kledninger.

På grunn av de store effektene som er til stede ved inn- og utstråling, vil imidlertid ikke forskjellene fra ordinært isolerte nye konstruksjoner til konstruksjoner som tilfredsstillende passivbyggstandard bli vesentlige. De store endringene vil først og fremst komme på eksisterende bygninger som etterisolereres til passivbyggstandard på innsiden.



Bilde 4.2: Klimabeskyttet bygging – en forutsetning for fremtidens bygg?(Skanska, 2009)

Kort oppsummert kan man si at feilmarginen når det gjelder fukt er noe mindre i konstruksjoner med mye isolasjon. Det må derfor legges større vekt på fuktsikre sikre byggemetoder ved bygging av Passivbygg.

4.3.3 Tetthet

Helt siden revisjon av byggeforskriftene av 1969 i 1983 har det vært stilt konkrete krav til tettheten i alle nye bygninger. Det har imidlertid vært lite kontroll av at tetthetskravene er oppfylt. Det er derfor først i de siste årene det er satt kraftig fokus på tetthet, og kunnskapen om utførelsesmetoder for å oppnå god tetthet er ennå begrenset.

De foreslåtte tetthetskravene til Passivbygg (0,6 oms/h) er mye strengere enn gjeldende krav i TEK 2007, som igjen er betydelig strengere enn tidligere krav for småhus (fra 4 til 2,5 oms/h) og bygninger inntil 2 etasjer (fra 3 til 1,5 oms/h).

Både prosjektering og utførelse er avgjørende for å oppnå god lufttetthet i bygningskonstruksjoner. Det finnes imidlertid noen byggeprosjekter i senere tid hvor man har oppnådd svært god tetthet, faktisk godt under foreslåtte krav til Passivbygg. Erfaringer hittil tilsier at det er mulig å oppnå god tetthet så lenge man har fokus på dette under prosjektering og utførelse, men det vil i lang tid fremover være store forskjeller fra bygg til bygg.

For å kunne bygge tette bygg på en effektiv måte må entreprenørene finne frem til praktiske løsninger som ivaretar tettheten på en effektiv måte. Dette gjøres gjennom prosjekterfaring der det er fokus på tette bygg. I tillegg må de prosjekterende ha god kunnskap om hvilke løsninger som gir tilfredsstillende tetthet i praksis.

Krav i TEK'2007 setter konkrete krav til tettheten. Dermed er det allerede i dagens byggeprosjekter fokus på tetthet, selv om dagens krav er mildere enn forventede tetthetskrav til Passivbygg (2,5 og 1,5 oms/h mot 0,6 oms/h for Passivbygg).

Produktleverandører har også satset på leveranse av systemer og tetteprodukter til bygg, og dette er på full fart inn i byggenæringen i dag.

Det forventes at byggenæringen vil være godt forberedt på å kunne oppnå Passivbygg-krav til tetthet allerede om få år, og dette ansees ikke som noen hindring for innføring av Passivbygg krav innen 2020. Det vil imidlertid bli en utfordring å få hele bransjen opp på tilfredsstillende nivå. Tetthetskravene er spesielt vanskelige å oppnå for bygninger med stor overflate i forhold til volumet, dvs små og uheldig utformede bygninger. Kursing, kontroll av prosjekterte løsninger og etterkontroll av tetthet i alle byggeprosjekter ansees som viktige virkemidler.

4.4 Utfordringer m.h.t. økonomisk gjennomførbarhet

4.4.1 Merkostnader ved Passivbygg

Investeringskostnader ved bygging av Passivbygg

Det er meget vanskelig å anslå merkostnadene ved å bygge Passivbygg, da disse varierer fra prosjekt til prosjekt avhengig av produksjonsmetode, erfaring, bygningstype og mengden feil som blir gjort.

Flere entreprenører melder om at merkostnaden for tett tiltak synker mot null etter hvert som de har bygget seg opp erfaring med bygging av tette bygg. Det er derfor forventet at denne kostnaden vil være tilnærmet neglisjerbar innen 2020. I tillegg kan hyppigere etterkontroll av tetthet bidra til å øke kvaliteten på utførelsen og dermed redusere omfanget av uforutsette kostnader ved feil og mangler.

SINTEF Byggeforsk har i sin Prosjektrapport 42 anslått den totale forskjellen i investeringskostnader ved å bygge et typisk kontorbygg etter Passivbygg standard fremfor TEK'07 standard. Beregningen er gjort ved å anslå merkostnadene eller besparelsen for de ulike komponentene. Se nedenstående tabell.

Komponent / bygningsdel	Ekstrakostnad kr/m ²	Kommentar
Yttervegg	150	Går opp fra 250 til 300 mm isolasjon
Gulv	75	Går opp fra 200 til 350 mm isolasjon
Yttertak	125	Går opp fra 300 til 450 mm isolasjon
Vinduer og dører	120	Bruker Passivhusvinduer og -dører

		med U=0,8
Kuldebro-eliminering	50	Tiltak for å redusere kuldebroer
Lufttetthet	75	Tiltak for å få et lekkasjetall på 0,6 oms/t
Varmegjenvinning og SFP	150	Bedre gjenvinning og lavere SFP i aggregatet
Behovsstyring	200	Behovsstyring av ventilasjon og belysning ved CO ₂ og tilstedeværelsesstyring
Oppvarmingssystem	-225	Effektbehov redusert fra 60 til 15 W/m ²
Kjølesystem	-150	Effektbehov redusert fra 30 til 15 W/m ²
Belysningssystem	50	Energieffektivt belysningssystem
Lokal fornybar energi	0	Ingen
Ekstra prosjektering og kontroll av byggeprosess	100	Noe ekstra prosjektering og KS på byggeplass
SUM	720	Avrundet til 800 kr/m²

Tabell 4.2: Tabell som viser tiltaksliste med kostnader.⁹

I Prosjektrapport 40 har SINTEF angitt merkostnadene som relativt grove estimater basert på realiserte Passivbyggprosjekter i Norge, Sverige og delvis Tyskland og Østerrike. Det er også gjort en kvalitativ vurdering av forventet utvikling på relativt kort sikt av løsninger og komponenter som vil redusere kostnadene. Det er i tillegg forventet at kostnadene vil synke ytterligere etter hvert som salg Passivbygg-komponenter og tjenester når et volummarked. Denne prisreduksjonen er ikke medtatt i estimatene. Det er ikke brukt tall fra de mest kostnadseffektive byggeprosjektene og flere prosjekter hadde oppgitt lavere kostnader enn det som oppgis her.

Bygningstype	Merkostnad
Boliger	1.200 kr/m ²
Yrkesbygg	800 kr/m ²

Tabell 4.3: Estimerte merkostnader fra Prosjektrapport 40.¹⁰

Kostnader forbundet med tekniske installasjoner

Det er behov for avanserte tekniske installasjoner av høy kvalitet i Passivbygg. Disse koster i dag mer enn mindre avanserte produkter, men er ventet å synke i pris etter hvert som salgsvolumet øker. I tillegg er det i større grad ønskelig med styringssystemer og sensorer som også koster noe, selv om denne prisen også ventes å synke betraktelig.

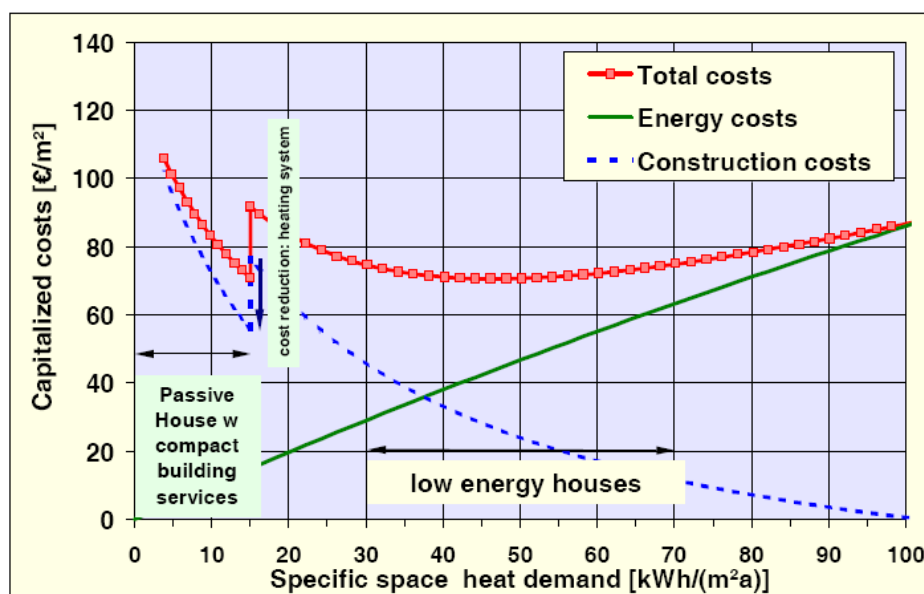
Samtidig er det mulighet for vesentlige besparelser ved at oppvarmings- og kjøleanlegg kan reduseres eller elimineres. Det er derfor ventet at kostnadene for tekniske installasjoner innen 2020 totalt sett vil være lavere for Passivbygg enn andre bygninger.

⁹ SINTEF Byggforsk Prosjektrapport 40/ 2009

¹⁰ SINTEF Byggforsk Prosjektrapport 42/ ,2009

Figur 4.4 er utarbeidet av Passivhaus Institut (PHI) og viser skjematisk hvordan byggekostnadene øker med mer energieffektive løsninger fram til et visst punkt, der de pga. mulighet for forenkling av varmeanlegget reduseres. Ved dette punktet vil da de totale kostnadene, inkludert energikostnader, kunne bli lavere enn mindre ambisiøse lavenergikonsepter i følge PHI. Dette punktet er av Passivhaus Institut definert til å være ved et effektbehov på 10 W/m^2 til oppvarming, som tilnærmet tilsvarer et årlig oppvarmingsbehov på $15 \text{ kWh/m}^2\text{år}$.

Figuren gjelder for boliger, og for yrkesbygg vil det ikke være samme enkle sammenheng. Men også for yrkesbygg vil det i mange tilfeller være mulig med en kraftig forenkling av varme- og kjølesystemene slik at man kan redusere installasjonskostnadene betydelig, som da kan brukes til å dekke hele eller deler av ekstrakostnadene til en bygningskropp med passivbygg-spesifikasjoner. Slike forenklete systemer må utvikles og testes.



Figur 4.4: Viser skematisk sammenheng mellom konstruksjonskostnader, energikostnader og resulterende totale kostnader.¹¹

Redusert utnyttbart areal

I tilfeller der reguleringsbestemmelser setter grenser for ekstra isoleringer utover (krav til maks. BTA), vil store isolasjonstykkelser som PH i dag krever, føre til at salgbart bruksareal (BRA) mistes. Kostnadene ved dette kan være betydelig.

Nedenstående tabell viser reduksjon i utnyttbart areal BRA ved Passivbygg kontra dagens energikrav antatt at bygningens ytre mål er uendret.

¹¹ SINTEF Byggforsk Prosjektrapport 42/2009.

Utvendig grunnflate	BRA ved TEK'07 (U=0,18 W/m ² K, 300 mm vegg)	BRA ved Passivbygg (U=0,12 W/m ² K, 500 mm vegg)	Reduksjon	%- reduksjon
100 m ² , 1 etg. bolig	88 m ²	81 m ²	7 m ²	8 %
500 m ² , 4 etg.	1894 m ²	1825 m ²	69 m ²	4 %
1000 m ² , 5 etg.	4812 m ²	4689 m ²	123 m ²	3 %

Tabell 4.5: Tabell over reduksjon av BRA ift. utnyttbart areal for noen ulike bygninger med kvadratisk grunnflate og valgt antall etasjer.

Resultatene i tabellen over viser at det salgbare bruksarealet kan reduseres med 3-8 % i forhold til en bygning bygget etter TEK'07 standard, forutsatt at yttermålene holdes like. Beregningen er gjort for 3 tilnærmet kube-formede bygninger. For bygninger med mindre effektiv utforming vil reduksjonen bli større.

Dersom man antar at byggekostnaden og salgsprisen er den samme per m² for bygninger bygget etter TEK'07 og Passivbyggstandard vil dette gi en tenkt merkostnad for Passivbygg på grunn av redusert salgbart areal. Basert på tallene i den ovenstående tabellen, en antatt byggekostnad på 20.000 kr/m² og salgspris på 30.000 kr/m² BRA for boliger (TEK'07 standard og Passivstandard) beregnes den tapte inntekten ved redusert BRA til 2.500 kr/m². For større bygg utgjør tapet mindre.

Vi ser at de økonomiske konsekvensene knyttet til reduksjon av salgbart areal ved bygging av Passivbygg kan være på i størrelsesorden 2.500 kr/m² for mindre bygg. Dette forutsetter at bygningens yttermål holdes uendret når isolasjonstykkelsen økes. Som nevnt forutsettes også at salgsprisen er den samme for Passivbygg som for andre bygninger. De positive effektene av Passivbygg, som sterkt redusert energibruk og økt komfort kommer dermed ikke til gode i beregningen. Dette er effekter som kommer brukeren til gode, men som ofte ikke inngår i en investeringskalkyle hos en investor. Det vises for øvrig til kap. 4.5.5. for forslag til tiltak ang. økonomi.

4.4.2 Økonomiske konsekvenser for byggenæringen

I kalkyler som har blitt utført for å se på tilbakebetalingstid for energisparepotensialet i Passivbygg anslås denne til 44 år for boligbygg og 6 år for yrkesbygg¹². Kalkylen baserer seg på de investeringskostnadene angitt i forrige avsnitt, energipris på 90 øre/kWh og kalkulasjonsrente på 4 %. Tap forbundet med redusert utnyttbart areal er ikke medtatt.

Siden det er aktuelt å innføre Passivbygg som forskriftskrav vil ekstrakostnadene påvirke alle utøvere i byggenæringen uniformt. Den gjennomsnittlige byggekostnaden vil sannsynligvis stige noe, men dette vil helt eller delvis kunne kompenseres ved at andre kostnadsbærende tiltak nedprioriteres. Den totale byggekostnaden for Passivbygg er ikke høyere enn at den kan sammenlignes med andre estetiske eller komfortmessige valg som gjøres i forbindelse med en byggeprosess, slik som utstrakt bruk av glass, bruk av eksklusive overflatematerialer, størrelse etc. I tillegg er driftskostnader for Passivbygg vesentlig lavere enn for konvensjonelle bygg, særlig på grunn av sterkt redusert energibruk. Ved utleie vil det dermed være mulig å øke leiekostnadene tilsvarende reduksjon i driftsutgiftene, og kjøpere vil kunne investere mer i kjøp av bygningen.

¹² .SINTEF Byggforsk Prosjektrapport 40/2009

Det antas også at ordninger som sørger for at besparelsene fra redusert energibruk kommer byggeier til gode vil bli mer vanlige i fremtiden. Siden bygging av Passivbygg medfører at en større andel av byggekostnaden går til tiltak som fører til redusert energibruk vil det være naturlig at utbygger ønsker disse kostnadene tilbakebetalt så langt det er mulig. Dersom Passivbygg ikke får høyere markedsverdi enn andre bygg kan tilbakebetaling av investeringene for eksempel ordnes ved utleie inkl. strøm og oppvarming. Det forventes at markedsverdien for Passivbygg vil øke etter hvert som konseptet blir mer utprøvd og kjent.

4.5 Utfordringer mht. lovgivning og regelverk

4.5.1 Tilpasning til passivstandard i energimerkeordningen

Etter hvert som den norske bygningsmassen blir mer energieffektiv vil det bli nødvendig å gjennomføre endringer i energimerkeordningen, slik at denne er i stand til å belønne bygninger med ytterligere redusert energibehov i forhold til Passivbygg.

Det er i dagens ordning lagt opp til at toppkarakteren A skal tilsvare passivbygg, mens karakteren B brukes for bygg med energibehov i lavenergiklassen. For å belønne Plussbygg eller bygg med enda lavere energibehov enn Passivbygg kan skalaen endres på følgende måter:

- Skalaen justeres slik at kravet til de ulike merkene blir strengere, men antallet merker forblir det samme.
- Skalaen utvides slik at man f.eks introduserer merkene A+ og A++ mens de øvrige merkene forblir uforandret.

Ordningene ovenfor kan sammenlignes med den nordiske Svanemerke-ordningen som administreres av Miljømerking AS. Uten at vi forbrukere vet det, skjerpes kravene til innehaveren av Svanemerket ved jevne mellomrom, altså kan en Svanemerket bedrift eller produkt miste merket sitt uten at produktet er endret. Dette kan naturligvis benyttes som et pressmiddel mot byggeiere, der en kan tenke seg at bygningen ved endring av krav, men ikke karakterer, vil falle én klasse ned om det ikke gjøres tiltak på bygningen. Vi har ikke tro på at denne effekten vil være særlig utslagsgivende i byggenæringen. Et eksempel på det motsatte er sertifiseringsordningen for hvitevarer, der merket er oppgradert med nye klasser over toppklasse, merket A+, A++ osv.

4.5.2 Krav til fornybarandel av varmeleveranse i TEK-07

§ 8-22 i TEK-2007, utdypet i Veiledning til forskriften, setter krav til at minimum 40 % av netto varmebehov for en bygning skal kunne dekkes av annen energiforsyning enn fossile brenslers eller elektrisitet. Det er lite sannsynlig at dette vil påvirke bygging av eneboliger med passivbyggstandard, da det finnes mulighet for fritak ved netto varmebehov beregnet til under 17.000 kWh/år eller kalkyle som viser at den alternative energikilden fører til merkostnader over byggets livsløp. Ved fritak under en av de to nevnte punktene må det likevel installeres pipe og ildsted. Kravet vil derfor i større grad ramme utbyggere av større leilighetsbygg hvor det som følge av god isolering og byggeteknikk i utgangspunktet er nok å tilføre varmeenergi gjennom for eksempel varmekabler på bad eller varmebatteri i ventilasjonssystemet. I leilighetsbygg vil det i disse tilfellene kunne virke unødvendig fordyrende å installere pipe og ildsted i hver boenhet.

Det må også vurderes å skjerpe andelen på 40 % ikke-fossile brenslers eller elektrisitet. Dette ligger inne som forslag i høringsutkast til teknisk forskrift i 2010. Innen 2020 bør det etter vår mening være realistisk å øke denne andelen til nærmere 100%, selv om det alltid må være mulighet for å benytte en liten andel el. til oppvarming.

4.5.3 Gradvis implementering i TEK

Det må vurderes om kravutformingene i standardene skal videreføres til TEK, eller om det skal gjøres endringer på disse. Erfaringsmessig vet man at denne typen prosesser tar lang tid, og arbeidet med kravutforming i forskriftene bør derfor påbegynnes så raskt som mulig.

Oppdateringsfrekvens av TEK på 5 år i tilsier at passivkravene må være implementert i løpet av de neste 2 utgavene av forskriften; 2012 eller 2017 dersom man skal nå Passivbygg som forskriftskrav innen 2020. Dette på grunn av at man må påregne minst 2 års overgangsordning etter at kravene er innført før de er fullstendig implementert. Man har i denne rapporten ikke sett noen hensikt i la seg binde av forslaget om oppdateringsfrekvens på 5 år.

4.5.4 Kompliserte standarder og forskrifter

Ved innføring av nye forskrifter vil kompleksiteten av forskriften ha stor betydning for hvor enkelt disse lar seg implementere. Det samme vil antakelig gjelde for innføring av standarder. De gjeldende energiforskriftene i TEK'07 ansees som forholdsvis enkle, med unntak av energirammemodellen som introduserer beregning av årlig energibehov og ulike krav for hver bygningskategori. Rammekrav til beregnet årlig energibehov har en fordel ved at dette øker friheten til å benytte ulike virkemidler for å sikre at bygningen har lavt energibehov. På den andre siden medfører dette at kravspesifikasjonen i forskriften blir omfattende og mer komplisert.

Den kommende standarden prNS 3700 baserer seg også på bruk av beregnede verdier for netto energibehov til oppvarming.

I TEK'07 er bruk av rammekravmodellen frivillig og medfører dermed ikke noe krav til at brukeren må sette seg inn i denne. I prNS 3700 blir energiberegning nødvendig i alle tilfeller for å dokumentere egenskaper tilsvarende Passivbygg. prNS 3700 er på flere måter en naturlig forløper til kravspesifikasjonen for Passivbygg i forskriftene.

Det bør vurderes nærmere om det er hensiktsmessig å videreføre kravutformingene i prNS 3700 i fremtidens byggeforskrifter, eller om dette bør forenkles for å sikre at kravene til Passivbygg blir mer forståelige og enkle å forholde seg til.

4.5.5 Store isolasjonstykkelser og utnyttingsgrad

Sammenhengen mellom utnyttbart areal og bruksareal vil endres ettersom kravet til isolasjonstykkelser øker.

Det må vurderes om det er behov for en gjennomgang av de gjeldende reglene for arealutnyttelse og planlovgivning for å sørge for at disse er tilpasset Passivbygg som i dag har store vegg- og tak-tykkelser. Eventuelt kan det vurderes å gi dispensasjoner fra reguleringsplan om utnyttingsgrad for byggesaker med Passivbyggstandard.

4.5.6 Energivurderinger og byggesak

Det kan i dag være et problem at saksbehandlere i kommunene ikke har tilstrekkelige kunnskaper om energibruk i bygg, og dette kan føre til at beslutninger i forbindelse med byggesaker fattes på manglende grunnlag.

4.5.7 Klimatilpasning av forskriftskrav

I kalde strøk av Norge vil det med dagens teknologi være vanskelig å oppnå passivbygg-kriteriene som angitt i SINTEF Byggforsk prosjektrapport 42. Med kalde strøk menes her, med en foreløpig definisjon, at årsmiddeltemperaturen for stedet er lavere enn 6,3 °C (Normert Oslo-klima). Det er grovt estimert at av dagens bygg og antatt fremtidig bebyggelse ligger 70-

75 % på steder med årsmiddeltemperatur over 6,3 °C. I den resterende bebyggelsen på 25-30 % med kaldere klima, vil det fortsatt være fornuftig og ønskelig at det bygges i henhold til passivbyggkonseptet slik at man oppnår forenkling av oppvarmingssystemet.

For å ha et enkelt og forståelig krav for disse byggene foreslås følgende kriterie:

”Bygg oppført med passivhuskomponenter i kaldt klima (årsmiddeltemperatur under 6,3 °C) skal tilfredsstillende kravene i kapittel 3 beregnet med normert Oslo klima¹³”.

Bygget må allikevel designes og dimensjoneres med hensyn til lokalt klima og stedlige forhold, som for andre passivhus. Det vil også i disse byggene være muligheter for betydelig forenkling og kostnadsreduksjon av oppvarmingssystemet, selv om energi- og effektbehov til oppvarming kan være betydelig større enn i mildere strøk av landet.

Med forventet teknologisk utvikling, med bedre vinduer, mer effektive varmegjenvinnere og nye, høyeffektive isolasjonsløsninger, vil man kunne bygge passivhus i kaldere strøk enn det som er mulig i dag. Kriterier for ”bygg i kaldt klima” bør derfor ses på som til en viss grad dynamiske, som revideres med jevne mellomrom ut fra den teknologiske utviklingen.

Anbefalingen ovenfor strider imot forslaget i prNS3700, der energiberegning skal gjøres etter lokalt klima og energikravet er flytende og justeres etter den lokale årsmiddeltemperaturen. Mens landet i tidligere byggeforskrifter har vært inndelt i flere klimasoner, opererer TEK'07 med kun 1 sone. Energiberegninger gjøres der etter referanseklima (tilnærmet Oslo klima), som foreslått ovenfor. Forslaget i prNS 3700 medfører at energikravet blir flytende og landet deles inn i hundrevis av ulike soner. Man får da ikke et direkte tallfestet krav til energibruk til oppvarming i Passivbygg, men et flytende krav som varierer etter hvor man befinner seg. I tillegg risikerer man at begrepet ”Passivbygg” blir utvannet da kravene i de kaldeste klimasonene ikke lenger kan karakteriseres som Passivbygg.

4.5.8 Miljøsanering

I forbindelse med riving / avhending / sanering av Passivbygg vil det på grunn av de økte isolasjonstykkelsene være et økt behov for sikker og miljøvennlig avhending, spesielt av isolasjonsprodukter. Det vil derfor være viktig med gode returordninger og krav til miljøsanering for isolasjon og andre materialer slik at disse kan gjenvinnes. Samtidig som mengden isolasjon er større i forbindelse med riving av Passivbygg sammenlignet med konvensjonelle bygg, vil mengden rør, teknisk utstyr, panelovner etc. være mindre på grunn av at det ikke er like stort behov for oppvarmings- og kjølesystem. Mengden miljøavfall fra styringselektronikk og sensorer og styringselektronikk kan imidlertid ventes å øke noe.

4.5.9 Sertifisering og kontroll

Ved bygging av Passivbygg er marginene mindre og faren for skader ved feil prosjektering eller utførelse noe større enn for konvensjonelle bygg. Det vil derfor være et behov for større oppfølging av kompetanse og systemer for internkontroll hos aktørene samt kontroll av prosjektert og utført arbeid i byggprosjekter for å sikre god kvalitet.

De ventede endringene i Plan- og bygningsloven i 2010 setter strengere krav til kontroll. Det må vurderes om disse er tilstrekkelige eller om kravene til kontroll bør skjerpes.

¹³ Med normert Oslo-klima menes angitte klimadata i NS 3031, som ligger til grunn for kravene i TEK07.

5. utfordringer for Passivbyggstandard ved hovedombygginger

5.1 Ombygging til Passivbygg og energieffektivisering i eksisterende bygningsmasse

I rapporten "Energieffektivisering" som er utgitt av Lavenergiutvalget er det gjengitt en beregning av forventet energisparepotensial forbundet med nybygging og rehabilitering i byggesektoren. Det er tatt utgangspunkt i en antatt plan for skjerping av energiforskriftene, der Passivbygg antas innført som forskriftskrav i 2017.

Rapporten legger til grunn følgende rater for nybygging og rehabilitering:

	Boliger	Yrkesbygg
Nybygg	1,33 %	1,94 %
Hovedombygging	1,5 %*	1,5 %*
ENØK-tiltak	2 %	2 %

Tabell 5.1: Tabellen viser rater fra rehabilitering, ombygging og nybygging. (Dokka, 2009).

**Det finnes ingen god statistikk for rehab rater i byggesektoren. Enovas byggstudie fra 2003 angir at det i det profesjonelle markedet rehabiliteres hhv. 0,4% for boliger og 0,6% for yrkesbygg. Det antas å være store mørketall fra det svarte og private markedet, og det er derfor antatt en rate på 1,5% for både boliger og yrkesbygg (Dokka, 2009)*

Tabellen viser at rehabiliteringsraten er i underkant av nybyggraten, og at tallene for antall rehab-prosjekter er meget usikre. Raten for ENØK-tiltak er imidlertid høyere enn for nybygg og rehab. Det forventes også at denne vil kunne stige dersom det innføres sterkere incentiver for ENØK-tiltak og energiprisen øker. Vi mener det er realistisk å anta at ca. 30-50% av alle hovedombygginger som gjennomføres i den nærmeste fremtiden kan ventes å kunne tilfredsstillende Passivbygg-krav.

Tallene ovenfor antyder at hovedombygging til Passivbygg vil utgjøre en relativt beskjeden andel av energisparepotensialet. Energisparepotensialet i hovedombygginger som ikke kan tilfredsstillende Passivbygg-krav og andre rehabiliteringer som ikke klassifiseres som hovedombygginger, antas imidlertid å være stort.

5.2 Krav ved ombygging til Passivbygg

5.2.1 Minimum komponentkrav for Passivbygg

Som nevnt i kapittel 1 "Bakgrunn" defineres begrepet "Passivbygg" i denne rapporten som bygninger med svært godt isolert bygningskropp og dermed redusert behov for installert varmeeffekt. Pr NS 3700 og SINTEF Byggforsk Prosjektrapport 42 gir forslag til hvilke minstekrav til bygningsdeler, komponenter og lekkasjetall som bør gjelde. I tillegg presenterer Prosjektrapport 42 hvilke komponentverdier som er nødvendige for å oppnå beregnet energibehov som tilsvarer Passivbyggstandard for ulike eksempelbygg. Verdiene er gjengitt i høyre kolonne i tabell 3.2.

Minstekrav for yttervegg medfører 250-300 mm isolasjon/bindingsverk med de isolasjonsmaterialer som er tilgjengelige på dagens marked. For tak kreves ca. 350 mm isolasjon i skråtak. I virkeligheten vil det i de fleste tilfeller være nødvendig å ha enda lavere U-verdier for at bygningen som helhet skal tilfredsstillende krav til energibehov for Passivbygg.

Minstekrav for normalisert kuldebroverdi medfører minst 10-15 cm kuldebrobryter for bæresystem av betong eller stål, hvilket vil si at innvendig etterisolering er utelukket. Vi ser dermed at de overnevnte kravene i de fleste ombyggingstilfeller vil medføre store inngrep.

5.2.2 Etterisolering av eldre konstruksjoner

Det er rimelig å anta at hovedandelen av bygninger som er aktuelle for hovedombygging vil ha en alder på 20 år eller mer. Nedenfor vises en oversikt over utviklingen av kravet til U-verdi i vegger de siste 100 år, og sannsynlig mengde isolasjon som skal til for å oppnå mistekrav til U-verdi for vegg i Passivbygg. Aldersklassene som vil være mest aktuelle for hovedombygging i 2020 er markert med rødt.

Årstall	Veggtype	Forskriftskrav U-verdi vegg	Antatt isolasjonstykkelse	Mengde etterisolering
2007-	Alle	0,18	Ca. 250 mm	Ca. 50 mm
1997-2007	Alle	0,22	Ca. 200 mm	Ca. 100 mm
1987-1997	Alle	0,3	Ca. 150 mm	Ca. 150 mm
1983-1987	Alle	0,45	Ca. 100 mm	Ca. 220 mm
1969-1983	Betongvegg	0,7 W/m ² K	Ca.50 mm	Ca.250 mm
	Trevegg	0,5 W/m ² K	Ca. 70 mm	Ca. 220 mm
Ca. 1950	Betongvegg	1,0 W/m ² K	Ca. 75 mm treull	Ca. 250 mm
	Bindingsverk	1,3 W/m ² K	Ca. 0 mm	Ca. 300 mm
Ca. 1900	Teglvegg	1,3 W/m ² K	Ca. 0 mm	Ca. 300 mm
	Laftevegg	0,7 W/m ² K	Ca. 0 mm	Ca. 250 mm

Tabell 5.2: Oversikt over historiske krav til U-verdi i vegger og antatt nødvendig etterisolering for å tilfredsstille krav til minste komponentkrav for Passivbygg.

Mengde etterisolering angir her nødvendig isolasjonstykkelse for etterisolering for å nå minstekrav til U-verdi for yttervegg i Passivbygg. I de fleste tilfeller vil det være nødvendig med ytterligere 50-100 mm isolasjon for å nå typisk U-verdi som er nødvendig for å nå energikravet for Passivbygg. Man kan dermed anta at det i de fleste hovedombyggingsprosjekter vil være nødvendig å etterisolere med 200-400 mm isolasjon med dagens isolasjonsprodukter for å nå Passivbyggstandard.

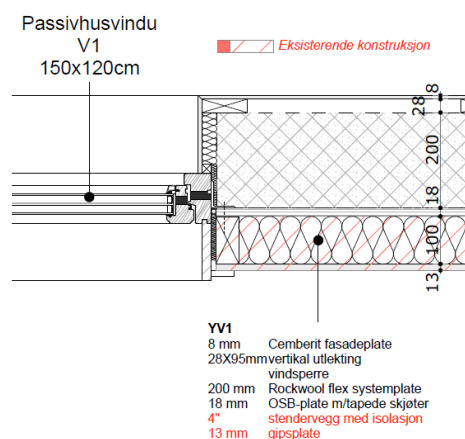
5.2.3 Bygningsfysikk og etterisolering av konstruksjoner

Kondensfare i ytterkonstruksjon

Det er en vanlig bukt regel i bygningsfysikken at 2/3 av isolasjonen skal ligge utenfor det dampsperrende sjiktet. Årsaken til dette er at vanndamp i inneluften vil kondensere på kalde flater, og dampen må derfor hindres i å trenge ut i de kalde delene av konstruksjonen. I betong bygninger er bærekonstruksjonen damp tett og fungerer dermed som dampsperre. Dersom denne skal isoleres innvendig må damp fra innsiden hindres å nå den bærekonstruksjonen hvor den vil kondensere og føre til fukt skader. Dette kan gjøres ved å montere dampsperre på innsiden av isolasjonen, men man vil da få et hermetisk lukket rom i mellom de to damp tette sjiktene. Å få til en god klemming av dampsperra er alltid en utfordring ved innvendig etterisolering. Mangelfull klemming gir luftlekkasjer til varmeisolasjonssjiktet og fare for kondensering.



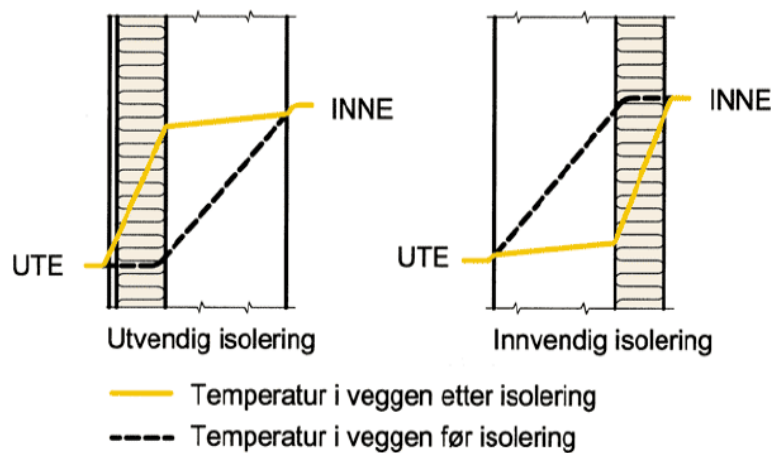
Bilde 5.1: Svortesopp kan forekomme p.g.a. dårligere uttørking ved temperatursenkning på yttervegg. (Byggforsk)



Figur 5.1: Fasadedetalj av Myhrerenga. Veggene tilleggsisoleres med 20 cm isolasjon. (SINTEF, 2009)

Temperatursenkning av fasader

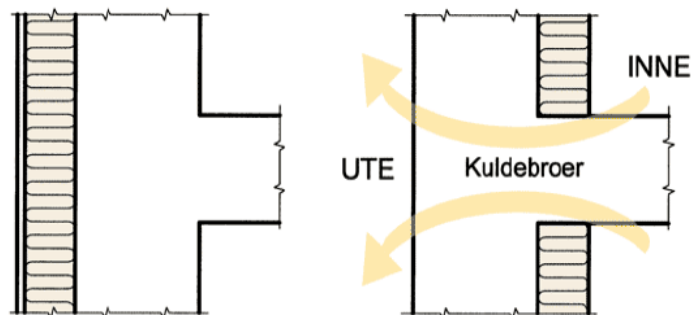
Ved innvendig etterisolering senkes temperaturen på de delene av konstruksjonen som ligger utenfor isolasjonslaget. Dette kan føre til redusert uttørking og frost på utvendige flater. Innvendig etterisolering av teglbygninger har ved flere anledninger ført til frostsprengning i fuktig tegl. Innvendig etterisolering av andre bygningstyper har ført til soppvekst på fasader da disse ikke tørker ut som før på grunn av lavere varmetilskudd fra bygningen.



Figur 5.2: Temperaturfordeling i yttervegg ved hhv. utvendig og innvendig etterisolering. (SINTEF Byggforsk)

Kuldebroer

Ved innvendig etterisolering er det av naturlige årsaker ikke mulig å legge isolasjon der innvendige vegger eller etasjeskillere støter mot ytterkonstruksjonen. Dette fører til at disse områdene forblir uisolerte. For å imøtekomme kravet for normalisert kuldebroverdi på $\leq 0,03$ W/m^2K i bygninger med bæresystem av mur, betong eller stål vil det være nødvendig å isolere på utsiden av bærekonstruksjonen.



Figur 5.3: Prinsippskisse av kuldebroer ved hhv. utvendig og innvendig etterisolering. (SINTEF Byggforsk)

5.2.4 Praktiske krav ved ombygging til Passivbygg

På bakgrunn av de overnevnte påstandene kan vi sette opp følgende konkrete krav ved ombygging av eksisterende bygg til Passivbygg:

- Bygningen må i de fleste tilfeller isoleres på utsiden med min. 200 mm og maks. 400 mm isolasjon på vegger. Tak og eventuelt gulv må isoleres med i størrelsesorden samme mengde.
- Hoveddelen av isolasjonen må ligge på utsiden av eksisterende konstruksjon.
- Det må utføres omfattende tett tiltak for å sørge for tilstrekkelig lavt lekkasjetall.
- Vinduer og dører må skiftes til Passivbyggstandard.
- Ventilasjonsanlegg må skiftes til Passivbyggstandard.

Som vi ser krever ombygging til passivbyggstandard store og permanente inngrep i den eksisterende konstruksjonen. I tillegg til dette kreves installasjon av og utskiftninger med komponenter som vinduer (må ha U-verdi 0,8 W/m²K eller lavere), ventilasjonsanlegg (balansert med høyeffektiv varmegjenvinner) og oppvarmingssystem.

5.3 utfordringer iht. dagens regelverk

5.3.1 Definisjon av hovedombygging frem til i dag

Kravet om at de gjeldende bestemmelser i bygningslovgivningen skal gjelde ved større ombygginger har hjemmel i bygningslovgivningen langt tilbake. I Lov om Bygningsvesenet fra 22.02.1924 fastslår §125 "Forandring av eldre bygning" at man ved forandring av eksisterende bygninger ikke må komme i uoverensstemmelse med de gjeldende krav. Begrepet "Hovedombygging" er her en del av formuleringen.

Dagens rettskraftige utgave av Plan- og bygningslov (heretter PBL) har vært gjeldende siden 1985 og fastsetter at alle ombygginger som kan klassifiseres som hovedombygginger skal underlegges de samme bestemmelser som gjelder for søknadspliktige nybygg.

Hovedombygginger er definert som

- Endringer eller reparasjoner som er så omfattende at byggverket eller deler av byggverket i det vesentlige vil bli fornyet.
- Tilbygging
- Bruksendring
- Endring av tekniske installasjoner

Kravet om oppfyllelse av bestemmelsene i PBL gjelder kun de delene av bygningen som berøres av tiltaket. Kommunen har mulighet til å gi dispensasjon fra bestemmelsene i PBL når det finnes forsvarlig ut fra helsemessige eller brann- og bygningstekniske hensyn.

Formuleringen medfører i utgangspunktet at de gjeldende krav til energieffektivitet må oppfylles i ombygginger som defineres som hovedombygging. For tilbygginger vil energikravene gjelde kun for tilbygget, mens for ombygginger vil de gjelde for hele bygningen.

Formuleringen åpner for en del tolkning hos den aktuelle kommune/saksbehandler.

5.3.2 Praksis ift. energikrav ved hovedombygginger

I svært mange prosjekter som er definert som hovedombygginger viser det seg teknisk og økonomisk vanskelig å nå de gjeldende energikravene uten omfattende endringer av fasaden og tekniske installasjoner. Dette problemet har også økt etter hvert som forskriftens energikrav har blitt strengere. Dispensasjonsadgangen i §88 benyttes derfor svært ofte. Det vises da til at imøtekommelse av energikravene vil føre til vesentlige endringer i fasaden og dermed (i mange tilfeller) vil gå på bekostning av bevaringshensyn.

I endringslov til pbl som ble vedtatt i 2009 utgår dispensasjonsparagrafen §88 og erstattes av §31-2 og §19. Iht. Ot.prp. nr 45 er bestemmelsen en videreføring av §88, men med atskillig snevrere ramme. Det er bare anledning til å gi tillatelse til unntak fra tekniske krav når dette er forsvarlig. Energifkravene er ikke knyttet til sikkerhet, og fravikelse av energikravene vil dermed sjelden gå på bekostning av det som er forsvarlig. Det antas at hovedanvendelsen av bestemmelsen er å kunne bruke bevaringsverdige bygg til f.eks museum, butikk, verksted eller bevertning. Det skal ikke stilles så strenge krav at fortsatt bruk ikke blir kostnadssvarende. Dispensasjonsbestemmelsene har altså blitt strengere, men det åpnes samtidig for at uforholdsmessige kostnader eller krav relatert til bevaring kan gi grunnlag for fritak fra

tekniske krav så langt det er forsvarlig. Det er ikke presisert at bruk av paragrafen krever dispensasjonsvedtak. Lovendringen er ventet å tre i kraft 01.07.2010.

I høringsuttalelse for ny TEK'10 §10-2 er det nevnt :

”For tiltak der oppfyllelse av energikrav ikke er forenlig med bevaring av kulturminner og antikvariske verdier eller en ellers hensiktsmessig oppgradering av bestående bygningsmasse, gjelder kravene så langt de passer. I slike tilfeller skal det vurderes å utføre andre kompenserende miljømessige forbedringer av bygningen.

Samtidig som energikravene blir strengere ser vi at mulighetene for dispensasjoner opprettholdes for bevaringsverdige bygg og utvides noe for å også å gjelde uforholdsmessige kostnader. En eventuell dispensasjon fra energikravene gjelder ikke som fritak for kravet i sin helhet, men det ”skal vurderes å utføre andre kompenserende miljømessige forbedringer”. I praksis kan man imidlertid frykte at denne løse formuleringen vil føre til at man i tilfeller der det innhentes dispensasjon fritas fra energikrav totalt sett.

Med utgangspunkt i formuleringene i pbl 2009 og høringsforslag for TEK 2010, samt tidligere nevnte ”praktiske krav” ved ombygging til Passivbygg, kan man se for seg følgende scenarier i tilfeller der det fremmes krav om Passivbyggstandard i hovedombyggingsprosjekter:

- ”Oppfyllelse av energikrav er ikke forenlig med bevaring av kulturminner og antikvariske verdier” Bygninger med bevaringsverdig fasade vil i dette tilfelle vurderes som kulturminner og får mulighet til fritak. Siden man ved ombygging til Passivbygg må isolere på utvendig fasade vil dette gjelde alle bygg der fasaden ikke ønskes ødelagt eller endret.
- ”Oppfyllelse av energikrav er ikke forenlig med en ellers hensiktsmessig oppgradering av bestående bygningsmasse” Ombygging til Passivbygg standard vil medføre store inngrep som i mange tilfeller vil virke ”ekstreme” og som kan kollidere med andre hensyn. Et eksempel kan være plasshensyn i og utenfor bygningen.
- ”Etterisolering medfører så store kostnader at fortsatt bruk ikke blir kostnadssvarende”. Denne påstanden vil være gjeldende i svært mange tilfeller da etterisolering til Passivbyggstandard i mange tilfeller ikke er lønnsomt tatt i betraktning dagens energipriser.

En kan se for seg at utbyggere av passivbygg i to ulike kommuner vil oppleve å bli behandlet ulikt når det gjelder tillatelse til å endre fasade, velge vinkling på tak, type energikilde osv. I forlengelsen av dette kan en også tenke seg at nettopp fordi passivbygg kan kreve mer ressurser til saksbehandling på byplankontorene, vil det i ytterste konsekvens føre til færre passivbygg i enkelte regioner som følge av stivbente regler.

Det er derfor viktig å ta opp eventuelle problemer av denne sorten før det medfører nedgang i antall utbyggere som vil følge passivstandard.

5.3.3 Reguleringsplan og store isolasjonstykkelser

Endring av ytre bygningsmål ved etterisolering

Ved utvendig etterisolering med inntil 400 mm isolasjon vil bygningens ytre mål endres vesentlig. Dette kan i enkelte tilfeller føre til kollisjoner ift. reguleringsbestemmelsene:

- Grunnflate økes betydelig. De fleste bygg er bygget slik at utnyttbart areal etter reguleringsplan er utnyttet fullt ut. Utvendig etterisolering vil føre til at dette overskrides.

- Ytterveggen kan flyttes ut med inntil 0,5 m hvilket kan føre til problemer på steder der bygningen ligger tett inntil grenser, andre konstruksjoner eller fortau, veier etc.
- Gesimshøyden vil i de fleste tilfeller måtte økes med ca. 400 mm hvilket kan føre til at denne overskrider reguleringsbestemmelsene.

Nedenstående tabell viser økning i bygningens grunnflate ved etterisolering.

Grunnflate	Økning v. 200 mm etterisolering	%-økning	Økning v. 400 mm etterisolering	%-økning
100 m ²	9 m ²	9%	18 m ²	18%
500 m ²	19 m ²	4%	39 m ²	8%
1000 m ²	27 m ²	3%	54 m ²	5%
1000 m ² fordelt på 3 jevnstore sammenhengende bygg	47 m ²	5%	95 m ²	9%

Tabell 5.3: Tabell over økning av grunnflate ved etterisolering. Det er lagt til grunn en enkel rektangulær bygningsform der kortsidene er 1/2 lengden av langsidene.

Planlovgivning og reguleringsplaner

Ved ombygging til Passivbygg vil det være mulighet for at den aktuelle bygningen kommer i konflikt med reguleringsbestemmelser ved økt høyde og grunnflate på grunn av etterisolering. Det må finnes et system som ivaretar denne typen endringer av reguleringsplan etc. på en effektiv og hensiktsmessig måte slik at hovedombygginger ikke fører til unødig byråkrati.

5.4 Forutsetninger for tekniske installasjoner*Ventilasjon*

For å oppnå energibruk lavt nok til å tilfredsstille kravene til Passivbygg vil det i alle tilfeller være nødvendig med gjenvinning av varme fra ventilasjonsluften. Dette forutsetter i første rekke bruk av balansert ventilasjon med tilluft og avtrekk og høyeffektive varmegjenvinnere. Balanserte ventilasjonssystemer kan være sentraliserte (vanlig i de fleste nye yrkesbygg) eller desentraliserte (vanlig i boligbygg)

Mange bygninger som er aktuelle for hovedombygging mangler tilstrekkelig etasjehøyde eller føringsveier for ventilasjonssystem, da disse har blitt bygget med naturlig ventilasjon eller avtrekksventilasjon. Det er dermed ofte en stor utfordring å få plass til de nødvendige tekniske installasjonene ved hovedombygging til Passivbygg.

Det er behov for kreative løsninger og spesialtilpassede produkter for at dette skal kunne løses på en mest mulig effektiv måte.

For øvrig gjelder de samme utfordringer til tekniske installasjoner som for nybygg.

5.5 Økonomiske forutsetninger

I ENØK-sammenheng regnes etterisolering av ytterkonstruksjonen å være blant tiltakene som ofte har dårlig lønnsomhet. En generell regel er at etterisoleringstiltak som medfører inngrep i konstruksjonene kun er lønnsomme dersom de utføres i sammenheng med en total oppgradering av fasadene. Det er da vanligvis lønnsomt kun for konstruksjoner som er dårlig isolert fra før.

Det er ikke foretatt noen analyse av lønnsomheten ved ombygging til Passivbyggnivå. Det forventes at kostnaden ved ombygging vil variere sterkt fra prosjekt til prosjekt da dette avhenger av form og tilstand på bygningen som blir rehabilitert. Ombygging til Passivbygg vil i de fleste tilfeller kreve høy grad av detaljprosjektering da hvert enkelt tilfelle er unikt.

I følge foreløpige kalkyler for prosjektet Myhrerenga på Skedsmokorset¹⁴ viser at månedlige totale husleiekostnader (inkludert energikostnader) er lavere for Passivbyggombyggingen sammenlignet med en konvensjonell fasaderehabilitering. Det dreier seg her om ombygging av blokker fra 50-tallet med svært enkel geometri som før ombyggingen har et behov for total rehabilitering av fasaden.

Det forventes i utgangspunktet at bygg som er spesielt egnet for ombygging til Passivbygg (for eksempel boligblokker fra 50-70-tallet) vil ha gode økonomiske forutsetninger ved ombygging til Passivbygg. I andre prosjekter kan kostnadene bli store på grunn av ulike komplikasjoner ift. Passivbyggkonseptet.

¹⁴ Dokka og Klinski, 2009

6. Forslag til tiltak for Passivbygg som forskriftskrav i nybygg

6.1 Kompetanse

Utfordringene m.h.t. kompetanse anses ikke å være noen direkte begrensning for å kunne innføre Passivbyggstandard som forskriftskrav innen 2020.

Frem til, og etter, innføring av Passivbygg som forskriftskrav vil kunnskapsutviklingen i byggenæringen være spesielt høy. Ett av kriteriene for en rask implementering av energieffektive løsninger, er raskere kompetansespredning til alle ledd, blant beslutningstakere, rådgivere, utførende, forvaltere og avfallbehandlere. I tillegg er god kompetanse en meget viktig faktor for å sikre tilfredsstillende kvalitet på bygningene som oppføres. Medlemmer av samfunnet som ikke direkte er involvert i byggebransjen vil også ha et behov for å øke sin kunnskap om Passivbygg betraktelig. Dette gjelder for eksempel investorer, brukere, myndigheter og media.

Det antas at svært mye av kunnskapspredningen vil være konkurransedrevet, og at dette ikke vil kreve spesielle tiltak fra myndighetenes side. Det forventes at media vil øke sin kompetanse ang. Passivbygg ettersom temaet blir mer og mer aktuelt, og dette vil føre til en økning av kompetansen i samfunnet generelt. Mye av etterutdanningen for de utførende i byggenæringen foretas i dag av produktleverandører som kjører egne kurs og av opplæring fra nøkkelpersoner i bedriften. Rådgivere og arkitekter vil også øke sin kompetanse etter hvert som de ser at dette er nødvendig for å tilpasse seg fremtidens krav. En stor andel av de prosjekterende er opptatt av FoU og av å ligge foran markedet, og har allerede interessert seg for temaet i lang tid. Det samme gjelder for de store produktleverandørene som er tidlig ut med å utvikle og levere produkter til fremtidens marked.

Nøkkelen til å få satt i gang disse prosessene er å tidlig varsle innholdet og fremdriften i kommende forskriftskrav og dermed forberede markedet på hva fremtiden vil bringe. Videre må man i større grad sikre at nøkkelpersoner har riktig kompetanse. Dette kan løses gjennom mer velfungerende godkjenningsordninger for rådgivere og utførende. Dermed kan man bidra til at opplæringen innad i bedrifter gjøres av nøkkelpersoner med tilfredsstillende kompetanse. Ved å introdusere enkle og entydige krav i forskriftene, samt sørge for at antallet skjerpelser og endringer holdes på et minimum, forenkles arbeidet noe med kompetanseheving i bransjen

Det foreslås for øvrig følgende tiltak for å best mulig kunne møte utfordringene m.h.t. kompetanse:

- *Utdanningsinstitusjoner:*
Forberedende signaler om ambisjonene og retningslinjene for fremtidens byggeforskrifter må sendes til utdanningsinstitusjonene så tidlig som mulig, slik at disse får forberedt seg godt til den forestående raske kompetansehevingen.
- *Kontrollordninger:*
Myndighetene må varsle, innføre og gjennomføre kontroller for å sikre at kvalitet og kompetanse er tilfredsstillende. Det må sendes et tydelig signal om at skjerpingen av energikravene til Passivbygg-standard er gjennomtenkt, nødvendig og seriøst ment. Myndighetene må følge opp kravene som settes og vise at kravene til kompetanse og kvalitet vil bli fulgt opp. Energibruken i Passivbyggene som blir bygget må også følges opp på en systematisk måte og gjøres synlig. Dermed vil folk få et større forhold til effekten av Passivbygg og den ”usynlige” energien gjøres mest mulig synlig.

- *Sentralt organ for informasjon, sertifisering og godkjenning*
Det er pedagogisk riktig å samle informasjon om Passivbygg på ett sted. Det bør opprettes et sentralt organ for samling av informasjon, manualer, veiledere etc. om Passivbygg og Passivbygg komponenter. Dette bør være samme organ som står for sertifisering av kursholdere, personell, komponenter og ferdige bygg. Det vil i så måte være en mulighet om Byggforskserien opprettholdes som senter for oppdatert teknisk informasjon.
- *Fullskala pilotbygg og forbildeprosjekter:*
Frem til innføring av Passivbygg har nådd ”vekstfasen” innen de ulike bygningskategoriene må myndighetene bidra til å få bygget pilotbygg og forbildeprosjekter. Dette gjøres i dag gjennom forskningsprogrammer som ZEB (Zero Emission Buildings) og støtteordninger fra Enova og Husbanken, men omfanget av denne type prosjekter bør økes ytterligere.
- *Oppfølging av forbildeprosjekter for å verifisere kunnskap:*
Energibruk og erfaringstall fra pilotbygg og forbildeprosjekter må kreves målt, samles og organiseres i et felles opplegg for målinger og etterkontroll, slik at de forventede effektene ved Passivbygg kan dokumenteres. Dette vil både ha en signaleffekt som medfører at hensiktene med Passivbygg gjøres mer troverdige og gi viktig kunnskap om emnet. Energien som spares må gjøres mest mulig synlig ved for eksempel display ved inngangen i offentlige bygg etc. slik at folk får et forhold til dette. Det bør også vurderes å utføre etterkontroll 1-5 år etter bygging for å verifisere de ulike virkningene ytelsene i Passivbygg på lang sikt. Dette være seg energibruk, komfort, skader etc.
- *Rådgiverteam og seminarer:*
ENOVA oppretter i dag en gruppe som skal gjennomføre kurs og seminarer og stå for gratis ekspertrådgivning innen Passivbygg. Dette er en viktig faktor for å få gjennomført gode forbildeprosjekter og gjør det enklere for utbyggere å tørre satse på Passivbygg i tidligfase. Ordningen bør imidlertid kun eksistere i en overgangsfase da tilbudet om gratis rådgivning kan utkonkurrere og hindre eller bremse kunnskapsutviklingen i det betalte markedet. Det kan også opprettes mindre støttetjenester i distriktene gjennom kommuner etc. som for eksempel rådgivertelefon.

6.2 Teknologi / vitenskap

Teknologi for materialer og komponenter:

Som tidligere nevnt finnes den nødvendige teknologien for å bygge Passivbygg tilgjengelig i dag. Det ventes at markedet vil drive utviklingen i tilfredsstillende tempo etter hvert som volumet øker. Det regnes dermed ikke som nødvendig at myndighetene bidrar på dette området på andre måter enn å legge til rette for fortsatt forskningsaktivitet.

Verktøy og metoder:

Flere verktøy og metoder er for tiden under utvikling i ulike forskningsprosjekter. Det forventes at denne utviklingen vil kunne dekke det nødvendige behovet i bransjen. Det er imidlertid noen områder hvor myndighetene bør engasjere seg for å sikre at man får på plass verktøy som er omforent og som kan brukes på bred basis:

- *Verktøy for livsløpsvurderinger:*
Det er som nevnt behov for et omforent verktøy for livsløpsvurdering av miljø- og klimabelastning fra materialer og konstruksjoner. Siden dette et kontroversielt tema

med mange ulike interessenter bør myndighetene bidra til at det opprettes et verktøy/metode som skal gjelde i alle tilfeller. Verktøyet må være troverdig for å kunne dokumentere den gunstige effekten av Passivbygg ved redusert klimabelastning.

- *Livsløpsvurdering av produkter og konstruksjoner:*
Det må utvikles verktøy og ordninger som ivaretar beste kunnskap om den samlede miljøeffekten til et produkt eller konstruksjon, slik at man i prosjektering og bygging enkelt kan gjøre valg basert på lett tilgjengelig informasjon om totale miljø- og klimapåvirkninger.
- *Sentral database for veiledere og manualer:*
Som nevnt tidligere er det behov for at det opprettes en sentralisert database med manualer og veiledere for bygging av Passivbygg, à la Byggforsk i dag. Databasen må holde høy kvalitet og oppdateres kontinuerlig. Det må vurderes om materialet skal være gratis tilgjengelig eller støttet av statlige midler. Siden materialet vil måtte oppdateres kontinuerlig vil dette kreve store ressurser, hvilket taler for at det ikke bør være gratis. Man bør være forsiktig med å opprette en egen gratis database slik Enova i dag gjør, da dette kan føre til at de kommersielle ordningene blir utkonkurrert og forsvinner.
- *Sertifisering:*
Som nevnt tidligere må det opprettes et organ for sertifisering av Passivbygg-komponenter, konstruksjoner og bygninger.

Vitenskap

Det er behov for utvidet kunnskap på en del områder for å kunne innføre Passivbygg som forskriftskrav for alle bygningskategorier. Denne bør først og fremst skaffes gjennom forskningsprosjekter i regi av universiteter og subsidierte studier gjennom private rådgivere.

- *Ventilasjonsluftmengder og internlaster:*
De foreslåtte kravskriteriene for ulike bygningskategorier av yrkesbygg i SINTEF Prosjektrapport 42 er basert på vesentlig lavere luftmengder og internlaster enn hva som foreligger i NS 3031 i dag. Det må utarbeides bedre grunnlag for ventilasjonsluftmengder og internlaster både når det gjelder dagens status og hvilket potensiale man har for energireduksjoner gjennom teknologiutvikling i fremtiden slik at man kan arbeide videre med utforming av kravene til yrkesbygg. Dette gjelder generelt for alle bygningskategorier. Ventilasjonsluftmengder må bl.a. sjekkes opp mot krav i Arbeidsmiljøloven.
- *Brukererfaring:*
Brukererfaringer fra pilotbygg og forbildeprosjekter må innsamles og sammenfattes, slik at man kan vise til grundige undersøkelser som underbygger påstanden om at Passivbygg har god komfort, også i Norge.
- *Målte energibesparelser knyttet til konkrete tiltak:*
Det må opprettes en database der det knyttes målte energibesparelser fra virkelige bygninger til ulike energitiltak. I mange tilfeller benyttes antatte eller teoretiske verdier når man skal beregne besparelser fra ulike tiltak. Dette gjelder først og fremst tiltak som knyttes til brukeren, slik som synliggjøring av energibruk, opplæring av brukere, behovsstyring etc. Utvidet kunnskap om dette vil være til stor nytte både ved bygging av passivbygg og ved generell energieffektivisering av bygg.

6.3 Forskrifter og standarder

Tilpasning av Passivbygg i energimerkeordningen

Det anbefales at energimerkeordningen justeres slik at Passivbygg i alle bygningskategorier tilsvarer energimerke A. Deretter bør skalaen utvides med for eksempel A+ og A++ slik at den kan ta høyde for Plusshus etc. nå dette er aktuelt. Energimerkeordningen bør også ta for seg CO₂-avtrykket fra bygningens energisystem, slik at Passivbygg med ulike oppvarmingsystemer og energibærere kan skilles fra hverandre og ”konkurrere”. Dette ivaretas med dagens ordning og ”Oppvarmingsmerket”.

Krav til fornybarandel og varmeleveranse

Kravene i TEK'07 har en tilfredsstillende formulering i forhold til fornybarandel og varmeleveranse. Minimumskravet til andel fornybar energi bør imidlertid skjerpes gradvis fremover. Andel fornybar energi bør holdes utenfor bruken av begrepet ”Passivbygg”, da dette først og fremst forholder seg til netto energibruk. Ved å holde dette atskilt kan krav til andel fornybar energi og øvrige energikrav i TEK justeres individuelt uten å påvirke hverandre. Kravet til andel fornybar energi bør om relativt kort tid kunne økes til nærmere 100% så lenge muligheten for fritak på grunn av merkostnader opprettholdes.

Gradvis implementering av Krav til Passivbygg i TEK

Prosjektgruppen har ikke klart å enes om en konkret tidsplan for innføring av Passivbygg som forskriftskrav innen 2020. Det er mange faktorer som virker inn og svært vanskelig å komme med en klar anbefaling. Det er imidlertid noen sentrale anbefalinger som gruppa er enige om:

- Det er fullt mulig å innføre Passivbygg som forskriftskrav innen 2020
- Kravene kan også innføres før dette
- Det vil være en fordel å ”gå rett på” Passivbygg krav fremfor å f.eks først innføre Lavenergibygge krav og deretter skjerpe disse til Passivbygg krav ved neste revisjon. Vi tror at for mange ulike forskrifter og revisjoner vil skape forvirring. Passivbygg er et kjent og definert uttrykk og man kan utnytte dette ved å introdusere konseptet som en helhet i forskriftene.
- Overgangsperioden på to år etter innføring av TEK'07 hadde liten effekt, og hadde mer fuksjon som 2 ”friår”. Dersom man skal benytte seg av overgangsperiode må det gjøres tiltak slik at denne tiden blir utnyttet til kompetanseheving.
- Det må forutsettes en kraftig og systematisk satsning på kompetanseheving og forbildeprosjekter frem til innføring av forskrifter fra myndighetenes side, samt grundig informering om ambisjonene i forskriftene i god tid på forhånd.

I følge klimaforliket skal kravene i energiforskriftene revideres minst hvert 5. år i tiden fremover. Dette medfører en revisjon i 2012 og en revisjon i 2017 før 2022. Nedenfor følger to alternative forslag til tidsplan for innføring av forskriftskravene. Det er viktig å understreke at alternativene kun er mest som eksempler på tidsplaner som vi mer er realistiske.

Alternativ 1:

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
NS 3700 Boligbygninger	■										
NS 37-- Yrkesbygninger		■	■	■	■						
TEK'14 - Noen enkle bygningstyper		■	■	■	■	■	■				
TEK'17 - Resterende bygningstyper				■	■	■	■	■	■		

Tabell 6.1: Passivbygg forskrifter innføres først for boligbygg eller andre enkle bygningskategorier (Barnehage?) der man i dag har standardverk og teknologi klart. Innføres deretter for mer kompliserte bygningskategorier i ca. 2016-2017 etter nødvendig teknologisk utvikling Overgangsperioden på 2 år vil bli benyttet mer effektivt av bedriftene da de ser at de nye forskriftene er langt mer krevende enn tidligere. Det legges opp til at overgangsordningen benyttes på en "kreativ" måte for å oppnå størst mulig kompetanseheving i bransjen.¹⁵

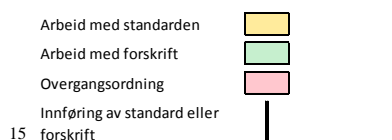
Fordeler	Ulemper
<ul style="list-style-type: none"> • Enkel å forholde seg til: Passivbygg er neste stopp • Passivbyggkrav for de enkle bygningstypene vil tvinge alle til å bygge kompetanse på dette, og dermed forberedes til de kompliserte bygningskategoriene senere. • Legger opp til stor kompetanseheving i overgangsperioden når kravene allerede er kjent. 	<ul style="list-style-type: none"> • Kort tid til 2013. Dette kan evt skyves på. • De minste bedriftene som vil ha de størst utfordringene driver med boligbygg. • Ikke helt tro mot "5-års modellen" • Det skilles på ulike bygningstyper slik at noen får Passivbygg standard før andre. Dette kan skape ubalanse i markedet.

Alternativ 2:

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
NS 3700 Boligbygninger	■										
NS 37-- Yrkesbygninger		■	■	■	■						
TEK'14-15 - Alle bygg		■	■	■	■	■	■	■			

Tabell 6.2: Passivbygg forskrifter innføres under ett i 2013-2015 med tre års overgangsperiode. Det vurderes om det skal innføres full Passivbygg standard for de mest krevende yrkesbygg. Overgangsperioden justeres etter behov.

Fordeler	Ulemper
<ul style="list-style-type: none"> • Passivbygg forskriftene innføres under ett. Dette er ryddig og man unngår evt. ubalanse i markedet. • God tid til å utarbeide forskrifter 	<ul style="list-style-type: none"> • Man får ikke varslet innført Passivbygg som konsept i forskriftene like tidlig som i alt. 1 • Det er fare for at tiden frem til 2015 ikke brukes like godt som i alt. 1. • Ikke helt tro mot "5-års modellen" • Kan bli noe snaut med tid for de mest kompliserte yrkesbygg. • Dersom man ikke innfører full Passivbygg standard for noen yrkesbygg kan dette har litt forvirrende effekt.



Kompliserte standarder og forskrifter

Før det innføres krav for Boligbygninger i 2012 bør utformingen av kravene gjennomgå en grundig utredning. Det er ikke ønskelig å endre form eller detaljeringsgrad i forskriftene etter dette da dette vil skape forvirring og vanskeliggjøre innføringen.

Reguleringsplan

Det må vurderes som det skal gjøres endringer i reguleringsbestemmelsene for å ta høyde for redusert bruksareal i Passivbygg sammenlignet med dagens bygninger. Aktuelle endringer kan for eksempel være å gå over til tomteutnyttelse beregnet som BRA, eller øke tomteutnyttelsen som BTA. Dersom ingen endringer gjøres vurderes dette ikke å ville ha særskilte konsekvenser for markedet, da endringen vil gjelde på lik linje for alle. Man kan imidlertid vente at det vil komme en del reaksjoner fra markedet angående dette temaet og det vil derfor være en fordel om det adresseres av myndighetene på forhånd.

Energivurdering og byggesak

Saksbehandlere i kommune (og stat) må gjennomgå grundig kursing slik at disse har tilfredsstillende kompetanse innen energibruk i bygninger. Det har blitt opplevd som et problem i forbindelse med innføringen av TEK'07 at saksbehandlerne ikke har tilstrekkelig kunnskap om energibruk og energiberegninger. Dette er en forutsetning for at innføringen av Passivbygg som forskriftskrav kan bli vellykket.

Klimatilpasning

For å ha et enkelt og forståelig krav for bygg i kaldt klima foreslås følgende kriterie:

”Bygg oppført med passivbyggkomponenter i kaldt klima (årsmiddeltemperatur under 6,3 °C) skal tilfredsstillende kriteriene for passivbygg beregnet med referanseklima iht. NS 3031”.

Anbefalingen ovenfor avviker fra det som ble presentert i høringsutkastet til prNS 3700. Det har imidlertid vært mye diskusjon rundt dette i standarden og det er på tidspunktet hvor denne rapporten ferdigstilles stor usikkerhet om hva som vil bli det endelige resultatet. Tanken bak ovennevnte anbefaling er å holde kravene mest mulig enkle ved at Passivbygg i kalde strøk kan benytte tilnærmet like komponenter som ved Oslo klima.

Problemstillingen henger blant annet sammen med problemstillingen rundt hva som skal defineres som Passivbygg i

Bygget må allikevel designes og dimensjoneres med hensyn til lokalt klima og stedlige forhold, som for andre passivbygg. Det vil også i disse byggene være muligheter for betydelig forenkling og kostnadsreduksjon av oppvarmingssystemet, selv om energi- og effektbehov til oppvarming kan være betydelig større enn i mildere strøk av landet.

Med forventet teknologisk utvikling vil man kunne bygge passivbygg i kaldere strøk enn det som er mulig i dag. Kriterier for ”bygg i kaldt klima” bør derfor ses på som til en viss grad dynamiske, som revideres med jevne mellomrom ut fra den teknologiske utviklingen.

Miljøsanering

Det må stilles strengere krav til miljøsanering av isolasjonsmaterialer ved riving av Passivbygg som har mye isolasjon. Riving av Passivbygg er imidlertid et problem som ligger i fremtiden. Miljøsanering/gjenvinning av isolasjon bør likevel innføres som forskriftskrav så snart som mulig, slik at isolasjon til bygging av Passivbygg kan bestå av delvis gjenvunnet materiale.

Sertifisering og kontroll

Krav til kontroll i forskriftene må skjerpes. Spesielt i innføringsfasen må det være strenge krav til kontroll slik at man er sikret god kvalitet og slik at aktørene i bransjen blir presset til å raskt skaffe seg tilfredsstillende kompetanse for å bygge etter de nye forskriftene. Det vil være naturlig å bygge videre på den eksisterende ordningen

6.4 Økonomi

Det antas at bygging med Passivbygg som forskriftskrav vil medføre noe høyere byggekostnader enn hva som er tilfelle i dag. Samtidig forventes det ikke at de økte kostnadene vil være noe betydelig problem for byggebransjen eller samfunnet generelt, siden merkostnadene vil ramme alle som bygger på lik linje og vil spises opp av innskjæringer andre steder.

I økonomisk sammenheng er det viktig å skille mellom tiltak FØR og tiltak ETTER forskriftene har blitt innført. Hovedutfordringen vurderes å være i de tilfellene der det bygges Passivbygg utenom krav i forskriftene, altså *før* forskriftene har trådt i kraft. Utbygger har da et valg om å bygge etter dagens forskrifter til reduserte kostnader, eller investere i Passivbygg. Siden pilot- og forbildebygg er en viktig faktor for implementeringen av Passivbygg som forskriftskrav må det finnes økonomiske ordninger som dekker hele eller deler av denne merkostnaden for utbygger.

Etter at forskriftene har trådt i kraft vil det være størst behov for at myndighetene legger til rette for næringen slik at denne kan bygge på en mest mulig kostnadseffektiv måte og utvikle seg videre.

Støtteordninger FØR innføring

Slike ordninger finnes i dag, men disse bør bli bedre og mer synlige. Dagens ordninger omfatter ikke private husholdninger, noe de bør gjøre. Det er viktig at summene som tilbys er av en hensiktsmessig størrelse og at ordningene er godt synlige og gjort lettere forståelig enn hvordan de fremstår i dag. Det kan også være aktuelt at myndighetene stiller risikokapital ved større prosjekter for å hjelpe utbyggere til å gå for Passivbygg.

En annen måte å bidra til økt interesse for Passivbygg og energisparetiltak generelt vil være å innføre mindre økninger i energiprisen. Energiprisen er svært avgjørende for lønnsomheten ved energisparende tiltak, og lav energipris må ta mye av skylden for manglende interesse for dette i Norge.

Tiltak ETTER innføring

Aktuelle tiltak etter at krav til Passivbygg er innført kan være:

- Stimulere til bruk av leie- og kjøpskontrakter som verdsetter energibruk i livsløpet for utbygger. På denne måten får utbygger en gevinst av at bygningen har lavt energibruk.
- Bidra til å redusere merkostnader i byggeprosessen ved å begrense nødvendig byråkrati etc.

- Flere av ordningene som er nevnt i forrige avsnitt vil fortsatt være aktuelle, men kan etter at de aktuelle kravene gjøres gjeldende fokuseres mot andre forbedringsområder som for eksempel energiforsyning og Plusshus.

Gratistjenester

Tilbud om gratistjenester som gratis rådgiverteam, veiledere og byggdetaljer et aktuelt virkemiddel for å heve kompetansen om Passivbygg og bidra til at det bygges flere forbildeprosjekter. Virkemiddelet må imidlertid benyttes med forsiktighet, fordi gratistjenester hindrer aktører i bransjen å få hevet sin kompetanse om Passivbygg gjennom virkelige prosjekter. Dersom gratistjenestene får for stort omfang eller opprettholdes i for lang tid vil disse få motsatt effekt, og kan medføre at man sitter igjen med liten kompetanse i det virkelige markedet når gratistjenestene opphører.

6.5 Forslag til tiltak fra spørreundersøkelse

Alle de spurte mener at det vil være mulig å innføre passivbyggstandard som krav før 2020. Under er det listet opp noen forslag til tiltak som kom frem under spørreundersøkelsen:

- Praktisk kompetanseheving
- Fullskala pilotbygg
- Flere forbildeprosjekter
- Passivbyggseminar ved oppstart av prosjektering og bygging
- Rådgiverteam
- Sertifiseringsordning
- Offentlig kvalitetskontroll
- Revisjon av foretakene i byggenæringen for å sikre at styringssystemer blir fulgt
- Omfattende kursing og etterutdanning
- Bedre kontroll med prosessen fra planlegging til ferdig bygget
- Alt må prosjekteres (ikke løses på stedet)
- Prosjektering må følge et BIM spor
- Myndighetene må stille klare krav
- Myndighetene må stille risikokapital
- Byggforskserien må oppdateres med passivdetaljer

7. Forslag til tiltak for å oppnå Passivbyggstandard ved hovedombygginger

7.1 Muligheter og begrensninger for ombygging til Passivbygg

Det finnes en del begrensninger for ombygging til Passivbygg, da denne typen ombygging medfører en vesentlig forbedring av isolasjonsevnen til bygningens ytterflater. Det er dermed kun en viss andel av hovedombygginger som kan forventes å kunne tilfredsstille Passivbygg krav.

I tilfellet for hovedombygginger vurderes det ikke som like avgjørende at bygningene oppnår Passivbygg standard. Bygningene som gjennomgår hovedombygging er individuelt forskjellige og det må vurderes i hver enkelt tilfelle hvilke energiltak som er mulige og bør prioriteres.

Det har vært en gjennomført praksis i byggeforskriftene siden tidlig på 1900-tallet at hovedombygginger skal tilfredsstille de samme krav som stilles for nybygg. Det ser imidlertid nå ut til at man for energikravene sin del har nådd et punkt hvor dette ikke kan videreføres som en generell regel. Det store utviklingen i energikravene har ført til at steget fra opprinnelig standard til Passivbygg krav i mange tilfeller blir for stort til å kunne gjennomføres.

Det vil i flere tilfeller være økonomisk og miljømessig lønnsomt å foreta energisparende tiltak på andre plan fremfor gjennomføre ombygging til Passivbygg. Dette bør avgjøres i hvert enkelt tilfelle for å kunne treffe de økonomisk og miljømessig beste valgene.

Årsaker som hindrer ombygging til Passivbygg

Det flere ulike årsaker som kan hindre ombygging til Passivbygg.

- *Bevaringsverdig fasade / ikke etterisolerbar*
Fredede, vernede og bevaringsverdige bygg har en vernet fasade. I tillegg finnes det svært mange andre bygg hvor man ikke ønsker fasaden ødelagt, selv om disse ikke står på noen offisiell liste.
- *Ikke muligheter for tekniske føringer*
Etasjehøyde, verneverdig interiør etc. kan medføre at det ikke er mulig å installere de nødvendige komponenter som er nødvendige i et Passivbygg.
- *Planmessige utfordringer*
Økt tykkelse på yttervegger krever at det finnes fritt areal rundt bygget. Dette er ofte ikke tilfelle, og ombyggingen kan gjøres vanskelig.
- *Økonomisk konsekvenser*
Kostbar ombygging til Passivbygg kan være u hensiktsmessig ift. bygningens verdi eller bruk. Små bygninger, bygninger med kort brukstid etc. vil ofte ikke være økonomisk eller miljømessig lønnsomme å bygge om til Passivbygg.

Dersom dagens ordning med dispensasjonsmulighet fra energikrav opprettholdes kan man få en situasjon der et fåtall bygninger ombygges til Passivbygg, mens bygg som mottar dispensasjon faller mellom stolene og unntas fra alle krav om energieffektivisering.

7.2 Forslag til utforming av krav ved hovedombygging

Det anbefales en endring i måten dispensasjon eller fritak fra energiforskriftene fungerer i dag. Det må innføres et systematisk regelverk for unntak fra energiforskrifter ved hovedombygginger, slik at alle hovedombygginger må tilfredsstille energikrav som er tilpasset det aktuelle tilfellet. Regelverket må ha ulike trinn slik at en bygning som av ulike grunner ikke kan tilfredsstille kravene i sitt tiltenkte trinn fanges opp av neste trinn. Det bør fokuseres på klimabelastning og energiforsyning i tiltakene, da dette er effektive virkemidler som ofte er enkle å innføre uten store inngrep i bygningskroppen.

Forslag til ulike kategorier og tiltak for inndeling av hovedombygginger

- Utvendig etterisolerbar – ikke bevaringsverdig fasade – teknisk gjennomførbar å etterisolere – kan bli passivbygg. Ikke aktuelt med bare pisk?
- Ikke utvendig etterisolerbar - Bevaringsverdig fasade men ikke vernet – etterisolerbar men ikke utvendig. Ikke aktuelt med bare pisk?
- Vernet – Dispensasjon på en del punkter?
- Fredet - Dispensasjon

Kategori	Tiltak	Eksempel
Utvendig isolerbar bygning	Passivbygg krav iht. forskrifter for nybygg	50-70 talls blokker, eneboliger med enkel geometri
Ikke utvendig isolerbar, fasaden ønskes bevart men er ikke verneverdig	<ul style="list-style-type: none"> •Innvendig isolering så langt det går, •tettetiltak, •3-lags vinduer og andre Passivbygg komponenter •Balansert ventilasjon hvis mulig •Strengere krav til fornybar energiforsyning enn for nybygg kan gjøre opp for reduserte besparelser ved etterisolering 	Villaer, murbygninger, bygårder som ikke er vernet med fasade som ønskes bevart. Andre bygg som på grunn av fysiske begrensninger ikke kan etterisoleres utvendig
Vernet bygning	<ul style="list-style-type: none"> •Innvendig isolering dersom det er mulig •tettetiltak, •Tette og isolerende vinduer derom godkjent av antikvar •Strengere krav til energiforsyning enn for nybygg kan gjøre opp for reduserte besparelser ved etterisolering 	Vernede bygårder, hus og andre bygninger. Krever samråd med antikvar.
Fredet bygning	<ul style="list-style-type: none"> •Krav til fornybar energiforsyning som f.eks varmepumpe 	

Tabell 7.1: Tabell med skisseforslag til krav for hovedombygginger

Kravene som skisseres ovenfor bør konkretiseres og tallfestes slik at de omfatter konkrete komponentkrav eller krav til energiramme. De vil dermed bli lettere å forholde seg til. Rammekrav til samlet netto energibruk eller samlet CO₂-ekvivalenter i energiforskriftene vil være en fordel i forbindelse med hovedombygginger da disse gir mer frihet og mulighet til å utnytte potensialet i hvert individuelle prosjekt.

7.3 Andre tiltak

Tiltakene foreslått i forrige avsnitt kan kombineres med incentiver som stimulerer til klimavennlig ombygging. Dermed kan man også bidra til at ombygginger som ikke defineres som hovedombygginger kan bli så klimavennlige som mulig.

8. Muligheter for strengere krav enn Passivbygg i fremtiden

Selv om passivbygg i dag kan sies å være State-of-the-Art når det gjelder energieffektive bygg, er det ingen grunn til å se på dette som et endelig mål for hvor miljøvennlige og energieffektive bygg kan bli. I Lavenergiutvalgets rapport (Lavenergiutvalget, 2009) og i prosjektrapport 40 fra SINTEF Byggforsk (SINTEF Byggforsk, 2009) er det angitt nivåer både på passivhus+ nivå (passivhus med kun lokal fornybar varmeleveranse) og på nullenergi-/nullutslippsnivå der også all elektrisitetsproduksjon er lokal og fornybar (regnet over året).

Når det gjelder netto energibehov i bygget (oppvarming, kjøling og elektrisitetsbehov), er passivbyggnivået ansett som et nedre fornuftig nivå for boliger. Ytterligere tiltak for redusere bl.a. oppvarmingsbehovet krever relativt store ressurser (meget store isolasjonstykkelser) og gir relativt små besparelser i energibehovet. For nivåene i yrkesbygg, som angitt i prosjektrapport 42 (SINTEF Byggforsk, 2009), kan det være noe mer å hente når det gjelder energibehovet til lys, utstyr og kjøling, men også her snakker vi om relativt beskjedne størrelser. Skal man nærme seg nullenergi- eller nullutslippsbygg, vil det derfor være på energiforsyningsiden man primært må gjøre tiltak på (fra passivbygg-nivået). I praksis betyr det lokal fornybar energiproduksjon i form av varme og elektrisitet.

Allerede i dag finnes det teknologi og løsninger som gjør at det er teknisk mulig å bygge nullutslipp- og nullenergibygge, det er blant annet realisert et nullenergibygge i Årshus, Danmark (www.velfac.dk/Global/Bolig_for_livet). Dette er imidlertid løsninger som i dag har relativt lite marked, og som er relativt kostbare sammenlignet med et rent passivbyggkonsept. Men det er forventet en rask teknologiutvikling på energiprodukerende elementer, som solceller, mikro-kogeneratorer (lager både strøm og varme) og mini-vindturbiner, slik at man kan lage sin egen elektrisitet lokalt. Det forventes derfor at både effektiviteten går opp, og prisene ned på slik teknologi.

På varmesiden finnes det allerede i dag fornybare løsninger som solfangere, varmepumper og ulike biobaserte systemer. Det er også på lokal fornybar varme forventet en teknologiutvikling i årene framover som vil øke effektiviteten til komponentene, og også gjøre disse mer kostnadseffektive.

På kort sikt (5-10 år) er det derfor fornuftig å sikte mot passivbyggnivået i forskriftssammenheng. På lengre sikt, i et 10-20 års perspektiv, er det fornuftig å sikte mot et nullenergi/nullutslipps-nivå for nye bygg. Med en forventet teknologisk utvikling på fornybare energiprodukerende løsninger for bygg, vil dette være et realistisk og ønskelig nivå for forskriftene rundt 2025. En slik utvikling er også i tråd med signalene fra EU gitt i det reviderte bygningsenergidirektivet.¹⁶

¹⁶

<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/09/1733&format=HTML&aged=0&language=EN&guiLanguage=en>

9. Konklusjon

Prosjektgruppa ser det som fullt mulig å innføre Passivbygg som forskriftskrav innen 2020, og også tidligere enn dette. Dette krever imidlertid systematisk og målrettet arbeid for å heve kompetansen i markedet og sikre at det fastsettes forskriftskrav som er til miljøets og samfunnets beste.

1. *Kompetanseoppbygging:*

Det må på plass en omfattende og langsiktig plan for kompetanseoppbygging på energieffektivitet og passivbygg-løsninger i byggenæringen. Dette må inn i opplæringsplanene fra videregående skole til universitetsnivå. En omfattende plan for etter- og videreutdanning må også lages.

2. *Storstilt satsning på forbildeprosjekter:*

Det er helt avgjørende å få en massiv satsning på forbildeprosjekter på passivbygnivå av mange grunner:

- a. For å høste erfaringer og utvikle robuste løsninger for ulike byggkategorier.
- b. Mange gjennomført prosjekter vil gjøre at forskriftsnivå på passivbygg-nivå blir lettere å innføre som forskriftsnivå.
- c. Forbildeprosjekter vil være en meget viktig lærings- og informasjonsarena og dermed en katalysator for økt kompetansenivået i byggebransjen.
- d. Forbildeprosjekter er viktig som drivkraft for utvikling av komponenter, systemer og konsepter.

3. *Evaluering og etterprøving:*

Det er viktig å evaluere og etterprøve en betydelig andel av forbildeprosjektene på passivbygnivå før dette blir forskriftsnivå. Sammenligning av beregnet energiytelse og reell energibruk bør gjøres, samt etterprøving av og evaluering av inneklime, produkter og bygningsfysiske forhold.

4. *Samordning:*

Per i dag er det i liten grad samordning mellom forskriftskrav (TEK07), kommende energimerkeordning(EMS), Enovas støtteprogram for forbildeprosjekter og Husbankens låneordninger. Både beregningsmetoder og målepunkt (varmetapstall, oppvarmingsbehov, netto energibehov og levert energi) er i dag forskjellig, og godkjenningskrav for prosjekterende og utførende er heller ikke samkjørt. Det er avgjørende at både beregningsmetodikk, målepunkt og godkjenningsordninger så raskt som mulig samordnes, både med hensyn på forbildeprosjekter og kommende forskriftsnivå-ændring til passivbygnivå.

5. *Utredning av krav til hovedombygging:*

Det er behov for en utredning av hvordan man skal stille krav ved hovedrehabilitering/ombygging til passivbygnivå, både for å få bedre inngrep med det som rehabiliteres og hvordan eventuelle dispensasjon fra krav skal innrettes. I tillegg til regulatoriske krav er det også behov for å se på hvordan ulike incentiver kan innrettes for å gjøre det mer attraktivt å rehabiliterer til passivbygnivå.

Som vist i kapittel 2 er det allerede planlagt mange bygg og boliger med passivbygg-standard, som viser at det allerede er en betydelig markedsbevegelse mot Passivbygg. Kommende energimerkeordning, annonsert forbildeprosjektprogram fra Enova med krav til passivhus-nivå, samt implementering av vedtatte EU-direktiver (revidert bygningsenergidirektiv og fornybardirektivet) vil ytterligere gi betydelige incentiver for utbredelse av passivbygg. Det foregår også mange store forsknings- og utviklingsprosjekter for løsninger for passivhus og

bygg med ytterligere ambisjoner (nullutslippsbygg og lignende), som også vil supplere/dra i samme retning som tiltakspunktene angitt ovenfor.

Ved en samordnet og kraftig satsning på punktene over fra myndighetenes side og i samarbeid med bransjen, vil man kunne innføre passivbygg som forskriftsnivå allerede i tidsrommet 2013-2015. Men siden bransjen er veldig fragmentert, og kompetansenivået er ujevnt, vil det være behov for en overgangsperiode på i størrelsesorden 2-2,5 år. Det er viktig at det gjøres tiltak slik at overgangsperioden blir utnyttet på best mulig måte av bransjen.

10. Forslag til videre studier

1. Kartlegging av energiforskrifter og ambisjoner om innføring av Passivbygg i andre land
2. Erfaringer fra innføring av skjerpede energikrav i TEK'07
3. Erfaringer med oppnåelse av tetthetskrav til Passivbygg
4. Utredning om opprettelse av nasjonal godkjenningsordning for Passivbygg og komponenter
5. Utredning av tiltak for kompetansespredning i byggenæringen
6. Utredning av hensiktsmessig utforming for energiforskrifter; tiltaksmodell og energiramme. *(kobles mot punkt nr. 1 og 2)*
7. Utredning av muligheter for nasjonal database med erfaringsdata fra Lavenergi og Passivbygg
8. Utredning av hensiktsmessig klimatilpasning i forskriftskrav. Soneinndeling eller ikke?
9. Utredning av hensiktsmessige krav til innklima vs. klimapåvirkning, for eksempel mhht. ventilasjonsmengder og arbeidsmiljøloven.
10. Utredning av om utformingen av standard prNS3700 bør videreføres.
11. Utredning av klimapåvirkning av store isolasjonstykkelser. Hva er optimal isolasjonstykkelse ift. livsløpsperspektiv for ulike bygningstyper, klimasoner og energibærere. Hvor er det berømte "krysningspunktet"?

Vedlegg 1

Markedsundersøkelse "Passivbyggstandard 2020": Intervjuer om passivbyggstandard

Spørsmål

1. Hvorfor ble Passivbyggstandard valgt? eller hvorfor ble Alternativ Energikilde valgt?
2. Hva har vært de største utfordringene i de forskjellige stadier (idé, forprosjekt, planlegging, gjennomføring, avslutning)?
3. Positive/Negative erfaringer i prosjektet?
4. Hva ville du gjort annerledes hvis du skulle bygd i dag? (Ut fra de erfaringer du har gjort i dette prosjektet)
5. Møter bygget Passivbyggstandard per i dag? Tester? Energibruk? Avvik fra forventet?
6. Har du tro på at Passivbyggstandard kan innføres som Byggeforskrift, evt. når? Fint hvis du kan utdype dette.
7. Bør Passivbyggstandard være et myndighetskrav? Fint hvis du kan utdype dette.
8. Hvordan oppfatter du kunnskapen og kompetansen om Passivbygg blant de du er i kontakt med?
9. Hva mener du må på plass (f.eks. innen teknologi, kompetanse, utdanning, insentiver, politiske føringer ++) før man kan innføre Passivbyggstandard?
10. Hvilke faktorer tror du kan akselerere prosessen med innføring av Passivbyggstandard?
11. Hvordan ser du på en trinnvis skjerping av energikravene?
12. Annet (f.eks. Andre problemstillinger som du mener bør belyses/utredes før en evt. Passivbyggforskrift innføres).

Intervjuobjekter

Kode	Intervjuobjekt	Tilhørighet
G	Harald Ringstad	NorOne
G	Bengt Michalsen	Aktiv Energi
G	Odd Karl Steinsvik	Sivilarkitekt, Tromsø
P	Cathrine Vigander	Element Arkitekter AS
M	Trine Pettersen	Mesterhus
M	Anders Paulsen	Systemhus

Anonymisering

For anonymisering av svar, men med kobling til intervjuobjektets bakgrunn, er svaret kodet med et av disse alternativene:

- G – Gründer
- P – Prosjekterende
- M – Markedsleverandør

Det er tilfeldig hvilken rekkefølge svarene på hvert spørsmål er gitt.

Spørsmål 1: Hvorfor ble Passivbyggstandard valgt? eller Hvorfor ble Alternativ Energikilde valgt?

Kode	Svar
M	<p>En [...]bedrift bygger nå Norges første katalogbaserte passivhuset. Flere grunner til at en slik standard ble valgt.</p> <ul style="list-style-type: none"> • få erfaring med det å bygge passivhus (kompetanseoppbygging) <ul style="list-style-type: none"> ○ både på prosjekteringsnivå, utførelsesnivå og økonomisk • markedsmessig interessant – kan vise til at Mesterhus bygger passivhus • godt samarbeid med (faste) leverandører - også kompetanseheving av disse <p>Ut fra de erfaringer vi gjennom dette prosjektet valgte vi å ikke installere alternativ energikilde (utover ildsted som kunden ønsket) pga. uforholdmessige høye kostnader sett i forhold til besparelse</p>
G	<p>Overordnet pga forvalteransvaret som vi har overfor de kommende generasjoner. Delmål var å bygge et hus som bruker så lite energi som mulig. Da jeg kom til Norge for 4 år siden forstod jeg først hvordan vi sløser med energien og hvor lite alvorlig vi tar dette. Ønsket å bygge et kvalitetshus for fremtiden.</p>
G	<p>Passivhusprosjektet kom i gang etter oppfordring fra Husbanken.</p>
P	<p>I konkurranseforslaget for bygget vårt hadde [...] et sterkt ønske om å skape en klar visuell forbindelse fra gate til bakgård. Tomtens orientering i forhold til himmelretning gjorde det tidlig klart at bruk av glass i kombinasjon med kunst (bidrar som solfaktor) og utstrakt bruk av termisk masse (betong) kunne gi prosjektet et godt fundament for videreutvikling av et energieffektivt prosjekt. I samarbeid med byggherren ble energibrønner valgt som energikilde.</p> <p>Utdypende forklaring vedrørende energikonseptet i bygget vårt: Bygget henter energi til oppvarming fra 10 store energibrønner (150 til 200 meter dype) som er etablert i bakgården inne mellom eiendommene. Fra disse energibrønnene får man opp jordvarme via en varmepumpe. På denne måten reduseres energikostnadene til oppvarming med ca. 60 %. Om sommeren kjøles bygget av det kalde vannet man henter opp fra bakken. Kjøling får man derfor nesten helt gratis fra brønnene, besparelse ca. 90 %.</p> <p>Oppvarmingen inne i bygget foregår hovedsakelig via gulvvarme, med noen få konvektorer nedfelt i gulvet under de største vindusflatene. Det finnes ikke radiatorer i bygget.</p> <p>Kjølingen foregår hovedsakelig ved at gulvvarmesystemet også brukes til kjøling. Man unngår derfor kjølebaffler og annet kjøleutstyr. Noe etterkjøling har man i selve aggregatet, direkte kjølt av det kalde brønnvannet. Fancoils er etablert i toppen av hovedtrappen.</p> <p>Store vindusflater i bygget tilfører gratis solenergi. Hovedfasaden mot gaten ligger mot sydvest, og går i byggets bredde fra gaten og helt til taket. Denne fasaden samler gratis</p>

solvarme som en stor sol kollektor hele sommeren. Varmen hentes ved kjøling i selve betongtrappen og fra fancoils i toppen av trapprommet, slik at man får ladet opp energibrønnene igjen til neste vinter. Solen er vår venn.

Energisentralen i Smykkeskrinet er knyttet sammen med nabobygget Hausmannsgate 17. På denne måten får man eksportert varmeenergi som man har til overs fra Smykkeskrinet over til nabobygget. Denne eksporten foregår vår og høst. På de kaldeste dagene får man noe av denne energien tilbake, i og med at man på slike dager trenger varmere vann til oppvarming. På samme måte er det etablert rør for samkjøring av gratis kjøling.

Ventileringen av bygget er etablert slik at man får nær 100 % ventilasjons virkningsgrad. Alle luftmengder behov styres. På denne måten får man meget lavt energiforbruk til ventilering av bygget, samtidig som man får et bedre inn klima enn normalt.)

Spørsmål 2: Hva har vært de største utfordringene i de forskjellige stadier (idé, forprosjekt, planlegging, gjennomføring, avslutning)?

Kode	Svar
G	Den største utfordringen har vært kompetansen innen Passivhus. Her har det vært avgjørende for et vellykket prosjekt at man helt fra planleggingsstadiet har lagt stor vekt på informasjon og kunnskapsoverføring til alle som har vært involvert. Det ble brukt mye tid på at alle skulle ha fokus og bli bevisstgjort på hva som er kritisk og viktig når man bygger passivhus. Rørleggere, elektrikere, tømrere, designere ++, alle ble involvert tidlig i prosessen. God planlegging gjorde at man fikk en rask og stort sett problemfri gjennomføring av prosjektet vårt. Det ble gjort trykktesting da råbygget var ferdig. Den første målingen viste alt for høy verdi (over 1). Etter mye detektivarbeid viste det seg at dette skyldtes et toalett som midlertidig var satt over avløpsstuss for estetiske hensyn under visning av bygget. Dette viste konsekvensen av "lekkasjer" på trykktestingen og at lekkasjene ikke bare kan skyldes utettheter i vegg/tak men også mot grunn. Etter forsegling av rørstuss viste slutt-trykktesten en verdi på 0,26..
P	Suksessen i prosjektet ligger i at [...] var representert i byggekomiteen hvor alle større beslutninger ble tatt, i alt 73 møter. Utfordringen har vært å kjempe for varige og gode materialer og overbevise byggherre og byggherrerådgiver om at investering i energi- og miljøeffektive tiltak vil lønne seg på sikt.
M	<p>På forprosjektnivå har et av problemene vært at det så langt ikke har vært en norsk passivhusstandard og vise til. Det er derfor vært litt usikkert hva man skulle strekke seg mot. Den tyske passivhusstandarden har sånn sett vært uinteressant siden en ikke benytter samme beregningsforutsetninger som normalt gjøre i Norge (eksempelvis internlaster og klima).</p> <p>Videre har det vært en stor mangel på dokumenterte løsninger, det være seg (formelle) U-verdier for svært godt isolerte konstruksjoner, kuldebroverdier (sett i forhold til svært godt isolerte konstruksjoner), kuldebrofrie detaljer, fuktsikre detaljer (eksempelvis vindusinnsetting), manglende svar på golvtemperatur uten golvvarme (svar på spørsmålet som vi har fått flere ganger: "blir det varmt nok på golvet uten golvvarme"). Siden prosjektet/bedriften/kjeden ikke har midler til å utrede slike spørsmål selv, har man så langt måtte bruke eksisterende underlag på best mulig måte, og konvertere dette over til passivhusnivå (trolig med vekslende hell)</p> <p>Gjennomføringen har vi så langt bare gode erfaringer med, men spørsmålet om "går det an å plassbygge et passivhus fuktsikkert" mangler det foreløpig dokumenterte svar på. Og dette er et viktig spørsmål å få svar på, siden fukt og potensielle inneklimateproblemer er noe både byggherre og entreprenør er opptatt av.</p> <p>I tillegg en del utfordringer knyttet til valg av løsninger for kunden (belysning, ildsted, varmeanlegg) og tilfredsstillende de krav kunden har til slike.</p>
G	Av de 4 fasene som du beskriver i spørsmålet, har byggingen vært det mest

<p>utfordrende. Koordinering og oppfølging av prosjektdeltagere har helt klart vært de største utfordringene. Bare noen få selskapet er flinke til å kommunisere og vet hvor viktig dette er. Spesielt når man har å gjøre med nye komplekse spørsmål.</p>
--

Spørsmål 3: Positive/Negative erfaringer i prosjektet?

<i>Kode</i>	<i>Svar</i>
G	<p>Positive: Skal lite varme til for å oppnå komforttemperatur. Det har vært stor interesse for prosjektet. Mange har fått "avmystifisert" sin oppfatning av Passivhus som noe veldig spesielt. Noen av kommentarene har vært at "Dette er jo et helt OK hus". "Dette huset er jo ikke mye annerledes enn et vanlig hus". Godt samarbeid med flere skoler som har bidratt med utforming og valg av tekniske løsninger</p> <p>Negative: Utfordringer mht. lite og dårlig kunnskap/kompetanse om passivhus. Bratt læringskurve for de fleste. Økte kostnader ved bygging av Passivhus. Spesielt vinduene ble dyre.</p>
M	Så langt positive med unntak av varmeanleggsdelen og kostnadene knyttet til dette.
P	Et tett tverrfaglig samarbeid tidlig i prosessen kombinert med en byggherre som tenkte langsiktig har vært avgjørende for suksessen i prosjektet. Ingen nevneverdige negative erfaringer.
G	<p>Positive: Svært mange. Med dagens teknologi er det mulig å redusere oppvarmingsbehovet med 90 %. Har fått jobbe med mange svært interessante mennesker. Har lært utrolig mye om passivhus og om prosjektledelse og -styring.</p> <p>Negative: Ingen negative erfaringer. Alle erfaringene har bidratt til at jeg i dag kan mer om Passivhus og om den norske byggebransjen enn før jeg startet med prosjektet.</p>

Spørsmål 4: Hva ville du gjort annerledes hvis du skulle bygd i dag? (Ut fra de erfaringer du har gjort i dette prosjektet)

<i>Kode</i>	<i>Svar</i>
G	Det er ikke mye jeg ville ha gjort annerledes. Det henger sammen med at jeg er en kreativ ildsjel som en prosjektdeltager for noen dager siden beskrev meg. Jeg er sjelden fornøyd med det som er skapt, ønsker alltid å gå et skritt videre. Skulle jeg ha bygd et nytt passivhus i dag, ville jeg hatt en klar formening om hvilke prosjektdeltagere jeg ville jobbe med. I og med at jeg nå kjenner den norske mentaliteten bedre, ville jeg hatt klarere og presist formulerte avtaler og integrert sanksjonene som gjelder ved dårlig/feil/for sen leveranse.
M	Dette er noe vi vil oppsummere når prosjektet er ferdig. Vil da både se på både valgte løsninger og produkter (erfaringer knyttet til utførelsesdelen og byggherren) og totale kostnader
P	Vi ville i større grad ha forsøkt å påvirke byggherren til å kreve dokumentasjon på at samtlige produkter og materialer benyttet i konferansesenteret var svanemerket eller dokumentert ikke giftige eller særlig CO ₂ -krevende å produsere.

Spørsmål 5: Møter bygget Passivbyggstandard pr. I dag? Tester? Energibruk? Avvik fra forventet?

<i>Kode</i>	<i>Svar</i>
M	<p>Delvis. Tilfredsstilleropvarmingskravet med god margin, men ikke fornybarkravet direkte. Men ved å ta hensyn til reduserte oppvarmingsbehov i forhold til passivhusstandarden og øvrige tiltak mht. varmtvann og vedfyring, tilfredsstillers man tilnærmet også kravet til fornybart.</p> <p>Må også presisere at det er uklart hvilken passivhusstandard som det henvises til. Har så langt kun et utkast til norsk standard, samtidig som det finnes flere ulike passivhusstandarder i andre land.</p> <p>Prosjektet vil følges opp også etter at huset er tatt i bruk, for å se om hva den virkelige energibruken er. Vil bl.a. følge opp ved at det installeres egne kurser for oppvarming, varmtvann og lys/ustyr slik at vi har mulighet til å få noe mer kunnskap om fordeling av energibruken i huset.</p>
G	<p>Huset vårt oppfyller og overgår de planlagte norske passivhusforskriftene. Energiforbruket lå de to første årene under det tyske passivhuskravet. I sommer gjorde vi en rekke endringer i det tekniske anlegget, hvor vi nå forventer en sterk reduisering av energibruken. I løpet av vinteren og sommeren 2010 planlegger vi nye endringer for å redusere energiforbruket ytterligere. Huset vårt er et forskningsprosjekt.</p>
P	<p>Bygget vårt er beregnet til 80 KWh/m²*år, med en målsetning om å komme ned til 50 ved utskifting av eksisterende varmepumpe til en CO₂ varmepumpe. I tillegg er energisentralen i bygget koblet på energisentralen til eksisterende bygningsmasse. Det vil si at bygget også gir fra seg overskuddsvarme. Det er på trappene å etablere en Enøk oppfølging for bygget, hvor alle forhold vil bli målt og dokumentert. Bygget åpnet i august 2009, det er derfor for tidlig å dokumentere det faktiske energiforbruket.</p>

Spørsmål 6: Har du tro på at Passivbyggstandard kan innføres som Byggeforskrift, evt. når? Fint hvis du kan utdype dette.

Kode	Svar
P	Vi mener Passivhusstandard bør innføres som Byggeforskrift så snart som mulig. Ikke noe å vente på. 2020 er ALTFOR passivt. Se bare på Sverige!
M	Om dette er mulig, må en massiv opplæring av håndverkere være på plass. Det er også viktig at egnede produkter finnes på markedet til en akseptabel pris slik at minimumskravene til byggverk er overkommelig for fremtidige husbyggere. Dette gjelder spesielt kravet til fornybar energi (og energieffektiv belysning). Slik det er i dag, vil kostnadene være det største hinderet til at passivhus er attraktiv på markedet.
G	Ja det tror jeg. Norge er allerede kommet langt med forberedelsene av de nye passivhusforskriftene. Enova mener at innen 2020 skal alle bygninger bygges etter denne standarden. Denne målsettingen er for svak. Myndighetene må legge enda mer trykk på byggebransjen til å implementere de nye passivhusforskriftene. 5-6 år er nok synes jeg. Den største utfordringen blir kvaliteten som byggebransjens leverer. Her må kravene bli mye strengere. Byggebransjen må gjennomgå strenge kvalitetskurs og sertifisering. For å få kvalitet inn i alle ledd av byggebransjen, må alle enkeltmannsforetak (små snekkerlag) tilknytte seg et større selskap som garanterer for opplæring av kvalitet. Det er i dag ikke mulig å føre tilstrekkelig kontroll av alle de tusener av små snekkerlag. Passivhusforskriftene vil ikke bety noe for Norge hvis ikke byggebransjens kvalitet blir styrket. Forskriftene kan lett bli en sovepute og en legitimasjon på "kvalitet" som ikke er levert. Det betyr at kommunene må igjen overta denne kontrollopgaven. Kommunene må så raskt som mulig tilegne seg nødvendig kompetanse for å kunne kontrollere byggebransjen.
G	Har tro på at Passivhusstandard kan innføres som byggeforskrift innen 2020.
M	Har tro på at PH standard kan innføres som byggeforskrift innen 2020.

Spørsmål 7: Bør Passivbyggstandard være et myndighetskrav? Fint hvis du kan utdype dette.

<i>Kode</i>	<i>Svar</i>
G	Ja, for alle bygninger, hvorfor ikke. Enten har vi forstått at klokken er fem på tolv, eller så kan vi forsette å stikke hodet i sanda. Klimatrusselen er alvorlig, dette kan vi ikke tukle med. Jeg håper sentrale politikere har forstått dette.
P	Passivbyggstandard bør være et myndighetskrav, dog må det være fleksibelt slik at det kan innvilges dispensasjon ved helt særlige tilfeller (eks. ved ombygging av verneverdige/fredete bygninger eller andre bygninger) hvor det av estetiske eller av funksjonelle årsaker ikke kan la seg gjennomføre. Jfr. krav til universell utforming.
M	Så fremt man ikke gjør noe med energieffektiviteten for den eksisterende bygningsmassen, ser jeg liten motivasjon/begrunnelse til at man skal skjerpe energikravene for nybygg helt ned til passivhusnivå som et myndighetskrav.

Spørsmål 8: Hvordan oppfatter du kunnskapen og kompetansen om Passivbygg blant de du er i kontakt med?

<i>Kode</i>	<i>Svar</i>
M	Kommer helt an på hvem du snakker med. Fra mye til absolutt ingenting. Gjelder både arkitekter, prosjekterende og utførende.
G	Den er nok blitt bedre med tiden, men det går langsomt. Vi er jo vanemennesker. Mye må gjøres på arkitektfronten. Arkitektenes hovedfokus de siste tiårene har vært hvordan husene skulle se ut. Nå må energieffektivisering bli det viktigste, men dessverre mangler mange den kompetansen som skal til. Arkitektene må også bli pålagt å sertifisere seg etter nye forskrifter. Ja, det er mye å ta tak i. Jeg er sikker på at vi får dette til, kanskje med hjelp av flere finanskriser blir dette lettere. Vi ser det i Tyskland. Der har bygningsbransjen siden 1994 vært i en krise, 15 år. I dag er bare de beste byggefirmaene igjen på markedet. De andre som ikke leverte, forsvant med tiden. Det er kanskje også det som må til her i Norge.
P	Vi opplever liten kunnskap i bransjen generelt, spesielt alarmerende er konservatismen hos ingeniører, tenker da spesielt på ventilasjon, kombinert med byggherrer som tenker kortsiktig med fortjeneste som viktigste målsetning. Det finnes enkeltpersoner, firmaer og organisasjoner i Norge som har god kunnskap/kompetanse på området, men vi opplever at den største kunnskapen og kompetanse ligger i andre land.

Spørsmål 9: Hva mener du må på plass (f.eks innen teknologi, kompetanse, utdanning, insentiver, politiske føringer ++) før man kan innføre Passivbyggstandard?

<i>Kode</i>	<i>Svar</i>
P	Det må frigjøres midler til innovasjon, forskning og utvikling direkte knyttet til utvikling av bygningsdeler, materialer, isolasjon etc. Mye av forskningen innenfor arkitektur er helt løsrevet fra den praktiske delen av faget. I Danmark er eksempelvis arkitekturpolitikk forankret på tvers av Næringsdepartementet, Kulturdepartementet og Forskningsdepartementet. Danske arkitektkontorer får støtte til å ansette forskere som er koblet direkte opp mot et prosjekt eller en problemstilling.
M	Har vel svart på dette i de foregående spørsmålene

Spørsmål 10: Hvilke faktorer tror du kan akselerere prosessen med innføring av Passivbyggstandard?

Kode	Svar
P	<p>Bedre "markedsføring". En idé er å utarbeide de 10 bud for alle fag inkludert byggherrer og entreprenører, hvor fokus er hvilke tiltak som er vesentlig for å oppnå Passivbyggstandard, energinøytrale bygg eller energipositive bygg og ikke minst hvilke fordeler som oppnås både i forhold til klima og økonomi. De 10 bud kan være i form av "flyers" som distribueres digitalt, kombinert med reklame/opplysning i media og tv. I startfasen bør det etableres rådgiving og kursing for de ulike aktørene i bransjen og for arkitektskolene. Det er viktig at bransjens absolutt fremste innen hver fagdisiplin involveres direkte i utforming av forskrifter og myndighetskrav. I en slik ressursgruppe bør også internasjonale kompetansepersoner være representert, fra eksempelvis Tyskland, Østerrike, Sveits, Belgia, Nederland eller Sverige.</p>

Spørsmål 11: Hvordan ser du på en trinnvis skjerping av energikravene?

<i>Kode</i>	<i>Svar</i>
M	Hvis energikravene skal skjerpes, er det viktig at skjerpingen skjer trinnvis, og at man har en klar formening om hvor man skal ende. Dette vil forenkle planlegging av løsninger og bolig (i katalogsammenheng) slik at man har mulighet til langsiktig planlegging.
P	Vi mener ikke en trinnvis skjerping av energikravene er løsningen. Det er ikke spesielt krevende å oppnå Passivbyggstandard, det kreves bare en større investeringsvilje og en frigjøring av midler til innovasjon/utvikling og støtte til tiltak som er energi- og miljøeffektive utover Passivbyggstandard. Det kan i denne forbindelse kanskje etableres en årlig pris, for eksempel: <i>Årets miljø- og energipris</i> .

Spørsmål 12: Annet (f.eks. Andre problemstillinger som du mener bør belyses/utredes før en evt. Passivbyggforskrift innføres).

<i>Kode</i>	<i>Svar</i>
P	Det er svært viktig at det ikke stilles for spesifikke/detaljerte krav i forskrifts- og myndighetskrav som kan hemme innovasjon, utvikling og formgiving. Vi mener det bør settes krav til maks energiforbruk men at det ikke bør settes krav til hvordan dette energimålet skal oppnås. Flexibilitet i forskriftene er avgjørende for å utfordre bransjen til å tenke nytt og samtidig være robuste nok til å tåle fremtidens løsninger. Kostnadene forbundet med drift- og vedlikehold grunnet dårlig kvalitet er en enorm utfordring for byggebransjen. Det bør således også settes strengere krav til materialkvaliteter for å unngå de miljømessige konsekvensene utskifting av dårlige materialer og komponenter medfører.
M	Konsekvenser i forhold til fukt, innetemperatur og komfort, arkitektur, detaljløsninger.
G	Som jeg skrev lengre oppe må samtidig kontrollsystemer for byggebransjen komme på plass. Ellers blir passivhusforskriftene bare en legitimasjon for ikke oppnådd krav. Det kan få dramatiske følger for bygningene.

Vedlegg 2

Markedsundersøkelse "Passivbyggstandard 2020": Kompetansekartlegging ved dybdeintervjuer

Spørsmål

1. Hva mener du er kompetansen hos de forskjellige bransjene i byggenæringen?
 - A) Generelt
 - B) Byggherre/utbygger
 - C) Entreprenør
 - D) Arkitekt
 - E) Rådgiver
 - F) Utførende
 - G) Myndigheter
2. Hvem mener du har best kompetanse på passivhus i Norge i dag? (firma eller enkeltpersoner)
3. Har du forslag til tiltak for å heve kompetansenivået?
4. Vil det være mulig å innføre Passivbyggstandard som krav for nybygg i 2020?
5. Hva vil være de største utfordringene med dette?
6. Andre kommentarer

Intervjuobjekter

Kode	Person	Tilhørighet	Type svar
B	Lars Myhre	Boligprodusentene	Telefon
M	Bente Haukland Næss	Asplan Viak	Telefon
M	Inger Andresen	Skanska	E-post
M	Kjetil Helland	Bybo	E-post
B	Stein Stoknes	NAL Ecobox	
S	Anne G. Lien	Enova	
M	Bjørnar Gullbrekken	Veidekke	
S	Are Rødsjø	Husbanken	
M	Vidar Solberg	Follohus	
B	Erik Hammer	Grønn byggallianse	

Anonymisering

For anonymisering av svar, men med kobling til intervjuobjektets bakgrunn, er svaret kodet med et av disse alternativene:

- B - Bransjeorganisasjon
- S - Statlig foretak
- M - Markedsleverandør

Det er tilfeldig hvilken rekkefølge svarene på hvert spørsmål er gitt.

Spørsmål 1: Hva mener du er kompetansen hos de forskjellige bransjene i byggenæringen?

A) Generelt

Kode	Svar
B	Generelt er det beskjedne kompetanse hos alle bransjene. Enkelte har god forståelse og erfaring. Alle er kjent med hva det er og tar det på alvor. De eneste som har kompetanse er de som har gjennomført prosjekter. Mange flere vil kunne bygge passivbygg fordi de har god kunnskap og gode rutiner systemer.
B	Prosessen er viktig og det er ikke ivaretatt hos noen. Heller ikke RI.
M	Har vært liten interesse lenge og Norge ligger langt bak EU. Kompetansen er helt fraværende hos mange. Mange har kjennskap til begrep, men mangler praktisk kompetanse.

B) Byggherre/utbygger

Kode	Svar
M	Mange har hørt om konseptet, men ikke så mange vet hva det innebærer.
B	Utbyggerne har lite kunnskap.
M	Kompetansen pr. d.d. er svært variert. Men som et inntrykk vil vi si middels/bra. Her er det etter vår erfaring en rask utvikling og svært stor vilje til energi- og miljøforbedringer.
B	Alle har hørt om det. Kompetanse hos de som har gjennomført prosjekter. Drammen Eiendom gjør mye bra gjennom Futurebuild.
M	Delvis god nok. Kunnskapen er mer tilgjengelig enn viljen til å gjøre noe nytt.
M	GBA gjør en god innsats i forhold til sine medlemmer. Få gode eksempler på gjennomførte prosjekter.

C) Entreprenør

Kode	Svar
M	Jeg har informert ganske bredt om det innad i [...], men vi har ikke så mye erfaring med å bygge det enda. Vi bygger en studentby, som ligger nært opptil passivhusnivået. Her er det stort fokus på tetthet, og vi har målt ned i 0,28 lekkasjetall (prefabrikkert modul). Vi hadde også stor fokus på tetthet på et annet skoleprosjekt, og oppnådde 0,27 på skoledelen, og 0,47 på barnehagedelen. Også fokus på detaljløsninger med bruk av standardiserte, forhåndsgodkjente løsninger.
M	Meget bra. Det kan være at en del av de små aktørene som ikke ønsker endring ikke har nødvendig kompetanse. Det er etter vår oppfatning de samme entreprenørene som har problemer med å følge SAK, våtromsnorm, etc.. De øvrige småaktørene som ikke har kompetansen i dag vil omstille seg svært raskt.

M	Begynner å komme. Viljen er større enn evnen. Ledelsen ønsker og har ambisjoner, men evnen hos utførende mangler.
M	Alt for liten. Det er ikke samsvar mellom det entreprenørene må levere av nøyaktighet mtp kritiske faktorer og det som kontrolleres/følges opp.
B	Interessen større enn kompetansen.

D) Arkitekt

Kode	Svar
M	Stort sett dårlig, men økende interesse.
B	Stor interesse, men lite engasjement fra de store kontorene. Litt skepsis til endringene det vil medføre.
M	Bra.
B	ARK begynner å komme.
M	Bra.
M	Mange har hørt om konseptet, men få har erfaring med hva det innebærer i praksis.

E) Rådgiver

Kode	Svar
M	Bra.
B	RI begynner å bli bedre, men det er fragmentert.
M	Få som kan dette. Behov for kompetanseheving. Ikke flinke nok til å pushe beste praksis.
M	Samme som for arkitekt.
B	Kan litt mer enn ARK, men flere som skryter på seg.
M	Må bli bedre innen alle fag – ikke bare på passivhus men og på energireducerende løsninger spesielt.

F) Utførende

Kode	Svar
M	Meget bra. Stor interesse.
M	Viktig at anleggsleder har fokus/kompetanse. Håndverkerseminar ved oppstart, KS

	underveis, assistert med lekkasjeprøving.
M	Alt for liten. Det er ikke samsvar mellom det entreprenørene må levere av nøyaktighet mtp kritiske faktorer og det som kontrolleres/følges opp.
B	Mindre nysgjerrige enn andre bransjer. Kompetanse hos de som har gjennomført prosjekter.
M	Behov for gedigen kompetanseheving/etterutdanning. 99 % kan ingenting om dette.

G) Myndigheter

Kode	Svar
M	Begynner å komme. BE tar lavenergiprogrammet til etterretning og øker ambisjonsnivået ift. Tek07. Enova bør stille krav til sluttresultatet for ferdige bygg.
M	Middels.
M	Må økes parallelt med utbygging – helst i forkant.
M	Har inntrykk av at det er lite kompetanse i kommuner. Husbanken og BE har noe kompetanse.
B	Enova og Husbanken er bra, lite i BE.

Spørsmål 2: Hvem mener du har best kompetanse på passivhus i Norge i dag? (firma eller enkeltpersoner)

Kode	Svar
M	Dokka, Miljøet i ZEB, Magnar Berge (HIB), ByBo, Skanska.
M	Enkeltpersoner.
B	De med praktisk erfaring.
S	Innenfor hele bransjen er det de som har erfaring med å planlegge, prosjektere og bygge PH som har best kompetanse. Foreløpig er dette en liten andel for hver av gruppene over.
B	Sintef Byggforsk v/Dokka, Multiconsult, Rambøll.
M	Både enkeltpersoner og firma har god kompetanse på dette per d.d. I tillegg er utviklingen svært rask da store og mange bygningseiere i det private markedet etterspør kompetanse og produkt med høy miljøstandard.

M	Bybo, AsplanViak.
---	-------------------

Spørsmål 3: Har du forslag til tiltak for å heve kompetansenivået?

Kode	Svar
S	Enova planlegger å bidra til en rekke tiltak, som å fortsette med støtte til forbildebygg – dette gir erfaring på alle plan, etablering av rådgiverteam – dette skal sikre kompetanse for de forbildeprosjektene som ikke har tilstrekkelig kompetanse i sitt team, utvikling av sertifiseringsordning, utvikling av kompetanseheving for håndverkere – miljøbrev.
M	Kravene må skjerpes betraktelig/radikalt. Kunnskapen, teknikk og produkter i det private markedet ligger foran kravene fra de offentlige. Skjerpede krav må komme for at utviklingen av kompetansen ikke skal stoppe.
M	Omfattende kursing, etterutdanning.
B	Myndighetene må gå foran og stille risikokapital. Flere gulrøtter, kommunale betingelser, kreative kommunale virkemidler. Det må gjennomføres flere forbildeprosjekter.
M	Praktisk kompetanseheving, fullskala pilotbygg. Treningsleir som i byggekostprogrammet.
B	<ul style="list-style-type: none"> • Revisjon av foretakene og sikre at styringssystemer og rutiner blir brukt • Bedre kontroll med prosessene • Alt må prosjekteres • Prosjektering må følge et "BIM" spor • BIM må videreutvikles • Byggforskserien må oppdateres med passivdetaljer
M	Opplæring, ta i bruk kvalitetskontrollene som ligger i skuffer og skap.

Spørsmål 4: Vil det være mulig å innføre Passivbyggstandard som krav for nybygg i 2020?

Kode	Svar
B	Alt er mulig, men vi må ha forutsigbarhet.
M	Ja.
M	Ja – hvis det er ønskelig så er det mulig.
B	Å sette krav til passivbyggstandard for nybygg vil kreve at alle aktører klarer å oppfylle dette. Dette er urealistisk uten å stille helt andre krav til utførende bedrifter. Det er ikke nok å sørge for et bedre kurs og opplæringsnivå, siden dette først og fremst vil tale til de som har en spesiell interesse for passivbygg. Foretakene må ha systemer som de klarer å følge og de må bli målt på dette gjennom revisjoner. Dette er for mange en kraftig endring i måten å jobbe på. Den organiserte del av næringen vil være med på dette, men mange bedrifter vil få problemer.
S	Svaret på spørsmålet er selvfølgelig ja. Det handler mest om hva vi vil. Og i forskriftssammenheng bør det vurderes om det av hensyn til måloppnåelse, tiden til rådighet, overgangsordninger mv er mest effektivt å gå fra nåværende forskriftsnivå direkte til passivhusnivå slik at den omfattende kompetansehevingen, opplæringen og erfaringsutvekslingen kan gjøres litt mer langsiktig men konsentreres om dette tema. Kanskje gir det en mulighet for å innføre passivhusstandard som forskriftsnivå for boliger i god tid før 2020.
S	Ja det er teoretisk og teknisk mulig, men vil kreve stor innsats fra offentlig virkemiddelapparat.
M	Ja.
M	Ja. Kravene kan og bør innføres langt tidligere. Ref. her til utviklingen i EU.

Spørsmål 5: Hva vil være de største utfordringene med dette?

Kode	Svar
M	Vilje hos de enkelte aktører til å ta i bruk eksisterende kunnskap.
M	Opplæring/kompetanse. Kvalitetssystemer. Offentlig kvalitetskontroll (?)
M	Ingen spesielle utfordringer.
B	Å få prosjektene til å være økonomisk lønnsomme.
B	<ul style="list-style-type: none">• Et forskriftskrav vil gjelde alle• Veldig stort spenn i næringen• Den store massen av foretak har ikke gode forutsetninger i form av systemer• Noen foretak vil ikke klare kravene• Stor kunnskapsformidling til opplæring av byggere
S	Kompetanse i alle ledd og utvikling av kostnadseffektive løsninger.
M	Overbevise boligprodusentene;) Ellers: Kompetanse i alle ledd + Erfaringstilbakeføring ("nøytral" evaluering av ferdige prosjekter)

Spørsmål 6: Andre kommentarer:

<i>Kode</i>	<i>Svar</i>
M	<p>Kravene kan godt innføres i 2010, eller så snart som mulig. God kompetanse finnes i markedet pr. d.d. I tillegg vil krav fra myndighetene utløse nødvendig supplering av kompetanse og utvikling av nye og bedre løsninger.</p> <p>Det bør også påpekes at en radikal forbedring av energigjerrig bygging medfører svært små tilleggskostnader.</p>
M	<ul style="list-style-type: none">• Innføring av nye tekniske forskrifter krever store ressurser og er en belastning for mindre firmaer.• Må øke kunnskapen og kompetansen om PH.• Benytter Boligprodusentenes forening mht. innhenting av informasjon.
B	<p>Energistandarden i Norge er god selv om vi ikke har bygget mange passivbygg</p>
B	<p>Norge må være klarere når vi innfører regelverket. Myndighetene må stille klare krav.</p>
