

Kunnskapsbehov for å innføre passivhus som standard

Denne rapporten er en oversikt over det tekniske underlaget nødvendig for å innføre passivhusnivå som standard. Det meste av det som foreslås i rapporten kan også overføres til «nesten null-energibygg», et forskriftsmål angitt i revidert bygningsenergidirektiv fra EU. Rapporten omhandler også kunnskapsbehov for rehabilitering til en meget høy energistandard.

Rapporten er resultatet av et samarbeid mellom offentlige virksomheter, byggebransjen, forskningsmiljø og organisasjoner. Deltakere i prosjektet:

Styringsgruppen

Enova SF ved Ann Kristin Kvellheim og Anne Gunnarshaug Lien
Husbanken ved Are Rødsjø og Georg Vesterhus
Lavenergiprogrammet ved Guro Hauge
Sintef Byggforsk ved Tor Helge Dokka og Brit Roald
Statens bygningstekniske etat (BE) ved Gunnar Grini og Thor Lexow

Arbeidsgruppen

Boligprodusentenes forening ved Lars Myhre
Byggenæringens Landsforening ved Jørgen Leegaard
Byggevareindustrien ved John Bakke og Peik Næsje fra Glava
Entreprenørene ved Ole Petter Haugen, Skanska og Petter Nøstdal, Veidekke
Forskningsrådet ved Eline Skard
FutureBuilt ved Stein Stoknes
Rådgivende Ingeniørers Forening ved Ida Bryn
Statsbygg ved Hilde Sæle
Sintef Byggforsk ved Lars-Ivar Aarseth

Rapporten er finansiert av Enova SF og ved betydelig egeninnsats fra deltakerne i prosjektet.

Utgitt februar 2011

Enovareport 2011:4
Varenr. 21051
ISBN 978-82-92502-50-1

Omslag:
Myhrerenga Borettslag, Skedsmo
– rehabilitering av 168 leiligheter
til nære passivhusstandard.
Arkitekt: Arkitektkap AS
Foto: SINTEF Byggforsk.

Side 3:
Montessoriskole i Aufkirchen, Tyskland.
Skolen er sertifisert etter tysk passivhusstandard.
Arkitekt og foto: Dipl.Ing.Architekt Gernot Vallentin.



Innholdsfortegnelse

1	Sammendrag	s. 4
2	Bakgrunn	s. 6
3	Anvisninger og publikasjoner	s. 8
3.1	Robuste løsninger som oppfyller myndighetenes krav	s. 8
3.2	Byggforskserien	s. 8
3.3	Behov for anvisninger på passivhusnivå	s. 9
3.4	Oppgradering av anvisninger i byggforskserien	s. 9
3.5	Nødvendig ressurser for å utvikling av anvisninger	s. 10
3.6	Utvikling av standarder og sertifiseringsordninger	s. 10
4	Evaluering av forbildeprosjekter	s. 12
5	Nye FoU-behov	s. 16
6	Estimerte kostnader og ressursbehov	s. 18
	Vedlegg	s. 22

Det er hittil bygget ca. 21 000 passivhus i Europa. Flest i Tyskland og Østerrike, men etter hvert også i andre land. I Sverige er det oppført rundt 1 500 slike hus. Innen utgangen av 2012 er antallet passivhus forventet å nå ca. 70 000. Det betyr at det eksisterer mye kunnskap om – og erfaring fra bygging av disse husene. Denne kunnskapen er også blitt brukt på hus som er bygget, eller er under prosjektering i Norge. Ufordringen er når passivhusnivå skal bli standard i hele byggenæringen. Da trengs det ytterligere kunnskapsutvikling og tilpasning til norske forhold og norsk byggetradisjon.

Rapporten angir:

- hvilke anvisninger, verktøy eller publikasjoner på robuste standardløsninger byggenæringen trenger for å bygge passivhus. Med basis i Byggforskserien er det estimert at det er behov for 200 byggdetaljblader (anvisninger) på dette emnet i løpet av en syvårsperiode. Det gjelder både nye blader, men også revidering av eksisterende.

- hvilke evalueringsprosjekter som er nødvendig å sette i gang på forbildeprosjekter for å sikre trygge og robuste løsninger. Det foreslås i rapporten at det er behov for å evaluere ca. 15 prosjekter per år.

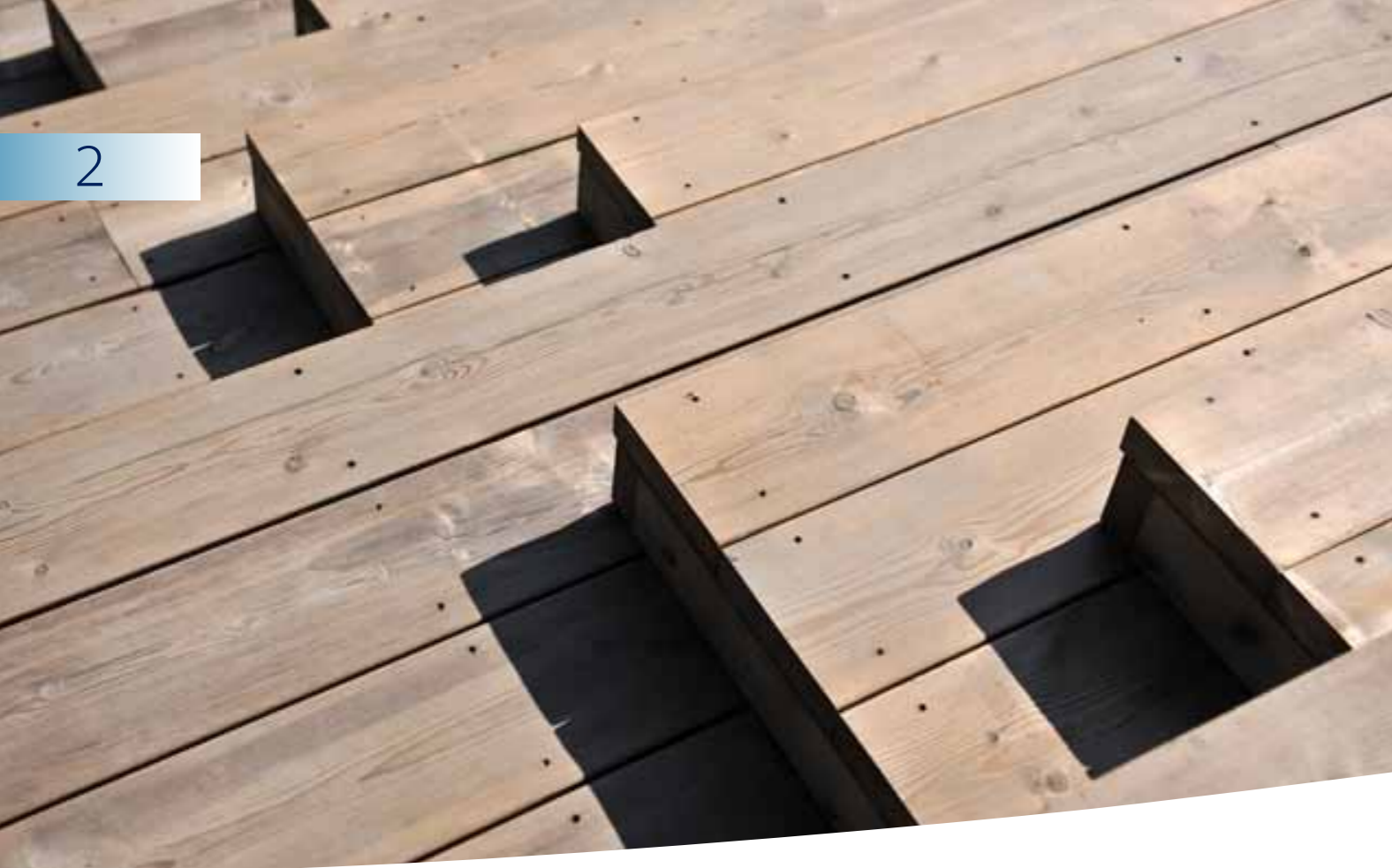
- hvilke FoU prosjekter/temaer som er nødvendig å initiere for å skaffe ny kunnskap. For å dekke behovet for ny kunnskap på dette området er det vurdert at det er nødvendig å ha i størrelsesorden 12 FoU prosjekter pågående til enhver tid.

Det er estimert at dette utviklingsarbeidet vil koste det offentlige og næringen ca. 45 millioner kroner per år, eller ca. 315 millioner kroner over en syvårsperiode. For å kunne gjøre denne jobben er det behov for ca. 30 årsverk per år i den samme perioden.

Det er avgjørende at det er en god koordinering av kunnskapsutviklingen fremover slik at de ressursene som finnes til dette benyttes best mulig. En av de store utfordringene, i tillegg til finansiering, er mangelen på personer som kan gjennomføre arbeidet. Hensikten med prosjektet er derfor å få en bredt forankret plan mellom myndigheter og byggenæringen, for at man sammen kan jobbe systematisk med å dekke de behovene som er kommet frem.

*Side 5 og 6:
Marienlyst ungdomskole, Drammen.
Norges første passivhusskole.
Arkitekt: div. A Arkitekter.
Foto: Future Built (www.futurebuilt.no)*





Bakgrunn

Energieffektivisering i byggsektoren vil være svært viktig og trolig avgjørende for å kunne gjennomføre de forpliktelsene Norge vil få i fornybardirektivet og bygningsenergidirektivet fra EU. Passivhusnivå¹ er et viktig steg på veien mot et nullutslippssamfunn. Bygg på passivhusnivå er myndighetenes uttalte målsetting².

Anvisninger, verktøy, utarbeidelse av standarder, forskning og utvikling (FoU) og øvrig utvikling av kunnskap og dokumentasjon må utvikles i takt med at krav til bygg skjerpes. Per i dag mangler det robuste standardløsninger og andre verktøy for å prosjektere og bygge passivhus og rehabilitere til

en høy energistandard³. Det trengs et systematisk arbeid for å sikre at manglende kunnskap og dokumentasjon ikke skal bli en barriere i seg selv på veg mot passivhus som standard.

Det ble i april 2010 gjort et forarbeid på områder der det er spesielt behov for ny kunnskap for å bygge passivhus. Dette arbeidet ble bestilt og finansiert av Husbanken og utført av SINTEF Byggforsk sammen med noen få sentrale aktører⁴ med stor kunnskap på passivhus, og resulterte i et notat⁵.

På bakgrunn av dette forprosjektet ble det opprettet et prosjekt med en styringsgruppe⁶ fra det

offentlige og en arbeidsgruppe⁷ med et utvalg av representanter fra byggenæringen. Beskrivelse av prosjektet er gitt i notat⁸ fra Enova datert 10.05.2010. For å få ytterligere innspill og forankre arbeidet bredere i byggenæringen, ble det holdt et åpent seminar hos Lavenergiprogrammet 23. juni 2010, med over 50 deltagere fra byggenæringen og myndighetene.

Prosjektet er delt i fase 1 og 2. Arbeidet i fase 1 skulle fremskaffe en systematisk oversikt over hva som trengs av kunnskap og dokumentasjon for å kunne prosjektere og bygge passivhus og gjennomføre rehabilitering til lavenergi og passivhusnivå. Denne rapporten fra fase 1 vil bli evaluert og videreutviklet i fase 2, samtidig som forslag fra fase 1 implementeres (avhengig av finansieringstilgang).

Målet med fase 1 i prosjektet er så konkret som mulig å:

- angi hvilke anvisninger, verktøy eller publikasjoner på robuste standardløsninger byggenæringen trenger for å bygge passivhus

- angi hvilke evalueringssjekker vi trenger å sette i gang på forbildepjekter for å sikre trygge og robuste løsninger

- angi hvilke FoU prosjekter/temaer vi trenger å initiere for å skaffe ny kunnskap.

- gi et estimat på hva utviklingsarbeidet vil koste det offentlige og næringen

- estimere hvilke personressurser som er nødvendig for å gjennomføre et slikt arbeid.

Det er avgjørende at det er en god koordinering av kunnskapsutviklingen fremover slik at de ressursene som finnes til dette benyttes best mulig. En av de store utfordringene, i tillegg til finansiering,

er mangelen på personer som kan gjennomføre arbeidet. Hensikten med prosjektet er derfor å få en bredt forankret plan mellom myndighetene og byggenæringen for at man sammen kan jobbe systematisk med å dekke de behovene som er kommet frem i dette prosjektet.

Fokus har vært passivhus, men de fleste av forslagene kan overføres til nivået: "nesten nullenergi-bygg" som er angitt som forskriftsnivå i 2020 i EUs reviderte bygningsenergidirektiv.

I bevaringsverdige bygg kan det være betydelige begrensninger på tiltak man kan gjøre uten at det går på bekostning av kulturhistoriske eller arkitektoniske kvaliteter. I noen tilfeller setter også bygningsfysiske forhold begrensninger på hvilke tiltak man kan utføre.

Problemstillingene er såpass spesialiserte at det er valgt å ikke behandle dette temaet i detalj i denne rapporten. Det vil være behov for å utvikle metoder som balanserer bevaringsverdier mot lavere energibruk, og også teknisk kunnskap om hvordan slik rehabilitering kan gjennomføres.

Denne rapporten er resultatet av arbeidet gjort i fase 1 og en utdyping av et notat som ble utarbeidet som et innspill til "Arbeidsgruppe for energieffektive bygg", opprettet 21.12.2009 av Kommunal- og regionalminister Liv Signe Navarsete. Notatet utgjør et vedlegg i sluttrapporten fra arbeidsgruppa⁹.

Arbeidet er finansiert av Enova, samt ved betydelig egeninnsats fra deltagerne i arbeidsgruppen.

¹ Med passivhusnivå menes det i dette dokumentet at bygget har en energiytelse som tilsvarer energiytelsen slik den er definert i NS 3700 (Kriterier for Lavenergi og passivhus – boligbygging) og SINTEF Byggforsk prosjektrapport 42 (www.enova.no/bygg)

² Klimaforliket mellom Regjeringen og opposisjonen.

³ Med høy energistandard menes i dette dokumentet at det i rehabiliteringen brukes passivhuskomponenter der dette er praktisk mulig, slik at man nærmer seg passivhusnivå. Ofte vil spesielle forhold i eksisterende bygg gjøre at det er vanskelig å nå helt til passivhusnivå.

⁴ Skanska, Veidekke og Boligprodusentenes forening.

⁵ T. H. Dokka, "KUNNSKAPSBEHOV FOR Å INNFØRE PASSIVHUS SOM STANDARD", Notat SINTEF Byggforsk, 06.04.2010.

⁶ Representanter fra Enova, Husbanken, Statens bygningsteknisk Etat (BE) og Lavenergiprogrammet.

⁷ Representanter fra Enova, Husbanken, Norges Forskningsråd, Byggteknisk Etat (BE), Lavenergiprogrammet, Skanska, Veidekke, Boligprodusentenes Forening, Byggenæringens Landsforening (BNL), Erichsen & Horgen/RIF, Byggmesteforbundet, Statsbygg, Glava, NAL/Future Built, Standard Norge og SINTEF Byggforsk.

⁸ Kunnskapsbehov for å innføre passivhus som standard. Notat Enova 10.05.2010

⁹ Energieffektivisering av bygg. En ambisiøs og realistisk plan mot 2040. Sluttrapport fra KRDs arbeidsgruppe for energieffektivisering av bygg. Kommunal- og regionaldepartementet. 23.08.2010

3.1 Robuste løsninger som oppfyller myndighetenes krav

Innføring av passivhus som standard krever utvikling av nye løsninger og forbedring av eksisterende. Byggforskserien er en av flere mulige måter å spre kunnskap om løsninger for passivhus på. Byggteknisk forskrift (TEK10) med veiledning oppgir bruk av Byggforskserien som en måte å dokumentere at funksjonskrav og ytelsesnivåer er oppfylt. Byggforskserien er også det kompetansehevings-tilbudet som scorer høyest sammen med kurstilbud i en undersøkelse¹⁰ gjennomført av Responsanalyse for Lavenergiprogrammet. For å se på omfanget av løsninger som må utvikles og beskrives er det derfor tatt utgangspunkt i Byggforskserien.

3.2 Byggforskserien

SINTEF Byggforsk har sammen med næringen i mer enn 50 år gjort kunnskap tilgjengelig og anvendbar gjennom Byggforskserien. Serien har vært og er viktig for utvikling av praktiske løsninger på byggetekniske utfordringer, og for tolkning av kravene i bygningsregelverket.

Byggforskserien er web-basert og omfatter omlag 700 anvisninger som tilrettelegger erfaring og

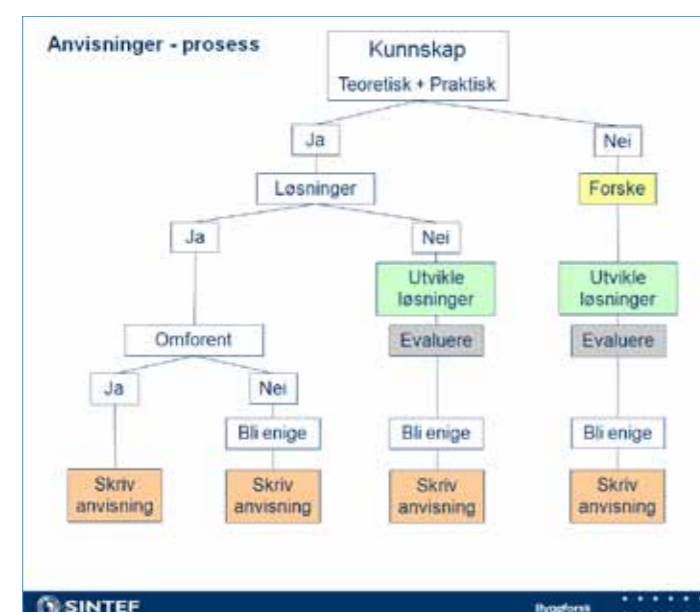
resultater fra praksis og forskning på en slik måte at de hurtig kan komme til nytte. Anvisninger med løsninger og anbefalinger letter arbeidet og fremmer god kvalitet ved prosjektering, bygging og forvaltning av bygninger. Byggforskserien er delt inn i tre delser: Planlegging, Byggdetaljer og Byggforvaltning. De tre delseriene har følgende innhold:

Planlegging: informasjon om brukerkrav, prosjektering, byggesaksbehandling, arealbruk ute og inne, forslag til planløsninger, innredning og innpassing av utstyr.

Byggdetaljer: tekniske løsninger av konstruksjoner og detaljer, energibruk, installasjoner, materialbruk og teoretisk grunnlag.

Byggforvaltning: oppgaver og funksjoner som er nødvendig for å drive, ta vare på og utvikle eksisterende bygninger, det vil si forvaltning, drift, vedlikehold, utbedring og ombygging.

Utvikling av anvisninger i Byggforskserien er basert på teoretisk og praktisk kunnskap opparbeidet gjennom forskning, utvikling og evaluering. Hva som er nødvendig arbeid for å få fram ferdige nye



Figur 1. *Prosess ved utvikling av anvisninger i Byggforskserien.*

Der det ikke er omforente løsninger bør slike evalueres i pilotbygg/forbildeprosjekter og/eller utvikles ved forskning (FoU).

Illustrasjon: SINTEF Byggforsk

og reviderte anvisninger, avhenger av om det finnes relevant teoretisk og praktisk kunnskap, om det finnes løsninger som er omforente, om løsningene er evaluert og om man må utføre mer forskning for å få fram relevant kunnskap, se figur 1.

3.3 Behov for anvisninger på passivhusnivå

Behov for anvisninger knyttet til passivhus kan knyttes opp til følgende tema:

1. Planlegging: Planløsning, orientering, dagslys, skjermingsfaktor, osv.

2. Dokumentering, beregning: Løsninger som oppfyller aktuelle funksjonskrav og ytelsesnivåer og som kan benyttes som dokumentasjon, simulering og beregning av energiytelse, etterprøving (dokumentasjonsprøving og funksjonstesting).

3. Byggeprosess: Funksjoner byggeprosess, energibruk i byggeprosess.

4. Bygningskropp: Valg av konstruksjoner og materialer. Oppbygning av bygningsdeler/klimaskjerm (vegg, tak, etasjeskiller, golv på grunn, fundament, vindu, dør) og sammenføyninger mellom disse. Faktorer som påvirker energibehov (kuldebroer, lufttetthet, solskjerming og materialbruk).

5. Installasjoner: Ventilasjon, oppvarming, belysning, varmtvann og sanitæranlegg, energioppfølging/energiovervåking, automatikk/reguleringsteknikk, kjøling, inneklimate.

6. Energiforsyning: Distribusjon og lagring, varmepumpesystemer, fjernvarme/nærvarme, elektrisitet og fossilt brensel, solfangere, biobrensel, lokalbasert el-produksjon (sol, vind, CHP¹¹)

7. Innemiljø og termisk komfort

Retningslinjer for luftkvalitet og nødvendige luftmengder, termisk komfort vinter (kaldras, kaldstråling) og termisk komfort sommer (overtemperatur)

Byggforskserien inneholder i dag anvisninger innenfor alle disse temaene. Flere av anvisningene er

oppdaterte i forhold til definerte mål for passivhus, mens mange må oppgraderes og det må utarbeides nye. En oppgradering av en anvisning innebærer at det eksisterer en anvisning på temaet, men den må bearbeides og tilpasses ny erfaring og kunnskap. Byggforskserien er et viktig verktøy for utvikling av anvisninger, men det er også andre aktører enn Sintef Byggforsk som kan utvikle godt dokumenterte løsninger som kan være en del av dette prosjektet.

3.4 Oppgradering av anvisninger i Byggforskserien

I prosjektet er det utført et arbeid med gjennomgang og vurdering av anvisningene i Byggforskserien. Arbeidet viser at det er behov for oppgradering av eksisterende og utarbeidelse av nye anvisninger i størrelsesorden 200 anvisninger for å ivareta hele bygningsmassen. Det vil si nybygging og rehabilitering av boliger og yrkesbygg i alle størrelser. Antall anvisninger som må oppgraderes og utvikles nye i forhold til de ulike temaer som er beskrevet i pkt. 3.3 er gitt i tabell 1. En mer detaljert oversikt er gitt i vedlegget. Vedlegget viser tema, faglig innhold, type anvisninger, stikkordsmessig beskrivelse av innhold og angir om det er oppgradering eller utarbeidelse av nye anvisninger det er behov for.

Tabell 1. *Anslag på behov for nye anvisninger og oppgradering av eksisterende på de seks temaene gitt over.*

OMRÅDE	ANVISNINGER
Planlegging	Ca. 12
Dokumentering, beregning	Ca. 15
Byggeprosess	Ca. 3
Bygningskropp	Ca. 85
Installasjoner	Ca. 65
Energiforsyning	Ca. 20
Totalt	Ca. 200

¹⁰ Respons analyse AS, "Energieffektivisering. Undersøkelse blant virksomheter i byggenæringen". Januar 2010.

¹¹ CHP: Kogenereringsmaskin som både generere elektrisitet og varme

Det er også foretatt en vurdering av hvilke anvisningstema det er mest naturlig å starte med, og som bør komme på plass innen 1–2 år:

1. De overordnede prinsippene for passivhusbygging
2. Dokumentasjon i henhold til NS 3700 Kriterier for passivhus og lavenergihus. Boligbygninger
3. Golvløsninger
4. Ytterveggsløsninger
5. Takløsninger
6. Løsninger for vindusinnsetting
7. Tetthet – overordnede prinsipper og løsninger
8. Kuldebroatlas
9. Behovsstyring og ventilasjon
10. Forenklet vannbåret varme

Denne oppstartsgruppen inneholder ca. 15 anvisninger, derav ca. 10 eksisterende anvisninger som må oppgraderes og ca. 5 nye som må utarbeides.

3.5 Nødvendige ressurser for utvikling av anvisninger

I sluttrapporten fra KRDs arbeidsgruppe for energieffektivisering av bygg¹² er det foreslått krav til nesten nullenerginivå for nybygg i utgangen av 2020. Arbeidsgruppa, med unntak av BNL, ønsker også at det innføres energikrav til nybygg på passivhusnivå fra 31.12.2015. For eksisterende bygg er det ved totalrehabilitering¹³ foreslått krav om lavenerginivå i 2015 og passivhusnivå i 2020.

Byggforskserien oppdateres kontinuerlig. Omfanget av revisjon/nyutarbeidelse i løpet av et år er tilpasset endringer i forskifter og forbedringer av løsninger, samt tilgjengelige personressurser på ulike fagområder.

Målsetningen er at Byggforskserien skal være oppdatert i forhold til gjeldende krav. Oppdatering og utvikling av 200 anvisninger knyttet til passivhusnivå vil kreve tiltak utover normal produksjon, og kan ikke forutsettes dekket av normale abonnementsinntekter. Det samme gjelder oppdatering og utarbeidelse av den prioriterte gruppen

av 15 anvisninger i løpet av 1–2 år. Se kap. 6 for en utdyping av kostnadene knyttet til oppgradering av Byggforskserien.

3.6 Utvikling av standarder og sertifiseringsordninger

Norsk Standard omfatter produkt-, utførelses- og prøvingsstandarder som er utarbeidet sammen med bransjen og harmonisert med europeiske standarder. De fleste av standardene som er relevante for passivhus og energieffektive løsninger i bygg har sin opprinnelse i de europeiske standardene som ble utviklet for bygningsenergidirektivet.

Det er behov for å utvikle nye norske standarder, oppdatere eksisterende norske standarder og å utvikle nasjonale tillegg til internasjonale standarder, både for passivhusnivå, men også for et "nesten nullenerginivå".

Det vil også være behov for å lage sertifiseringsordninger, basert på nasjonal og internasjonale standarder, for både komponenter, systemer og kanskje hele bygg. Det har også vært diskutert behovet for sertifisering av personer og firmaer.



¹² Energieffektivisering av bygg. En ambisiøs og realistisk plan mot 2040. Sluttrapport fra KRDs arbeidsgruppe for energieffektivisering av bygg. Kommunal- og regionaldepartementet. 23.08.2010

¹³ Med totalrehabilitering menes der rehabiliteringen koster mer enn 25 % av byggets verdi (eks. tomt) og/eller der 25 % av bygningskroppen gjennomgår full rehabilitering.



Denne side:
Villa Stoknes, Oslo.
Arkitekter: Medplan AS Arkitekter/
Stein Stoknes MNAL.
Foto: Stein Stoknes.

Side 10:
Roosendaal, Nederland
Stort utbyggingsområde hvor det
satses kun på passivhus både i
nybygg og ved rehabilitering.
Foto: SINTEF Byggforsk.

Med forbildeprosjekter menes prosjekter som har høye energi- og miljøambisjoner. Primært vil det si prosjekter på passivhusnivå, og/eller rehabiliteringsprosjekter som har utstrakt bruk av passivhuskomponenter/løsninger. Prosjekter som ligger noe under passivhusnivå kan også være aktuelle hvis de har spesielle løsninger som det er interessant å evaluere/teste.

Målsetningen med å evaluere forbildeprosjekter er og systematisk samle løsninger og erfaringer, samt å teste ut, evaluere og kvalitetssikre nye løsninger. Etter diskusjon i prosjektets arbeidsgruppe, samt innspill på seminaret 23. juni, er følgende tema vurdert som viktig ved evaluering av pilotbygg:

Formålsdelt energibruk: Det er viktig å få mer kunnskap om formålsdelt energibruk (netto energibehov), det vil si hvor mye energi som går til oppvarming, tappevann, vifter, pumper, lys, utstyr, kjøling osv. I tillegg bør det også måles hvor mye energi som brukes av ulike energivarer (el, olje, fjernvarme osv.).

Fukt/bygningsfysikk: Det er behov for å evaluere hvilke type konstruksjonsløsninger som er mest robuste med hensyn til fukt og bygningsfysisk ytelse. Detaljerte temperatur- og fuktmålinger i ulike konstruksjonsløsninger under ulike klimatiske forhold er ønskelig.

Behovsstyring: Stram behovsstyring av oppvarming, ventilasjon, lys og utstyr er helt avgjørende for å få et reelt lavt energibehov, spesielt for yrkesbygg, men også for boliger. Det er usikkerhet hvor mye ulike teknologier (eksempelvis tilstedeværelsesstyring, dagslysstyring og CO₂-styring) bidrar til reell energibesparelse, og det er derfor ønskelig å evaluere dette på et stort antall prosjekter.

Energiytelse ventilasjon: Energieffektiv ventilasjon med høy virkingsgrad på varmegjenvinner og lav vifteeffekt (SFP¹⁴) er viktig for å få lavt varmebehov og lavt elektrisitetsforbruk, både for yrkesbygg og boliger. Det er usikkert om oppgitt ytelse fra leverandører som brukes ved prosjektering og energiberegninger oppnås når anleggene er installert i bygget. Det er derfor behov for å måle reell ytelse for varmegjenvinning og SFP i både yrkesbygg- og boligprosjekter, også over levetiden til produktene

Inneklimaundersøkelse: Det er ønskelig å måle inneklimaparametre som temperatur (luft, stråling og operativ), luftfuktighet, lufthastighet, CO₂-nivå, samt å evaluere opplevd inneklima i byggene.

Brukererfaringer: Det bør i et betydelig antall forbildeprosjekter gjøres standardiserte undersøkelser av brukererfaringer i forbildeprosjekter (passivhus), som også sammenlignes med brukererfaringer i konvensjonelle bygg. Innsamling, evaluering, oppfølging og utvikling på basis av brukererfaringer er en viktig forutsetning for rask og trygg implementering.

Byggeprosess: Både i utlandet og nasjonalt bygges passivhus på ulike måter, for eksempel stor grad av prefabrikasjon, plassbygging under telt, og konvensjonell plassbygging. Det er ønskelig å evaluere fordeler og ulemper med de ulike byggemåtene, for å kunne gi anbefalinger om under hvilke forhold de ulike metodene egner seg.

Energiforsyning: Selv om passivhus har lavt varmebehov er det krav til at en viss andel av varmebehovet skal dekkes av lokal fornybar energi i form av varmepumper, solfangere, bio-løsninger, eller nærvarme-/fjernvarmeløsninger. Det vil være nyttig å få evaluert erfaringene med hvordan ulike energiforsyningsløsninger fungerer i praksis. Videre er det viktig å få evaluert om de ulike energiforsyningsløsningene i praksis leverer de energiytelsene som oppgis fra leverandørene, også over levetiden til produktene.

Kostnader: Det er usikkerhet rundt merkostnader knyttet til bygging av passivhus for ulike byggkategorier (boliger, skoler, kontorbygg osv.), og hvor mye dette utgjør prosentvis av totale byggekostnader. For å kunne si noe eksakt om dette er det nødvendig å følge byggeprosjektet relativt nøye, og sammenligne kostnader mot "vanlig utførelse".



Dette utføres vanligvis ikke i byggeprosjekter, og det er derfor begrenset med tilgjengelig informasjon om merkostnader per i dag. Kunnskap om merkostnader er også avgjørende for å systematisk jobbe mot reduserte byggekostnader.

Disse tema er vurdert som viktig både ved nybygg og rehabilitering, og for både boliger og yrkesbygg. Fokuset og omfanget vil selvsagt være forskjellig for en mindre enebolig og et større yrkesbyggprosjekt. For eksempel vil avansert behovsstyring av tekniske installasjoner være mer sentralt på et større yrkesbyggprosjekt. Men det er viktig at evalueringene og målingene gjøres på en enhetlig og standardisert måte slik at ulike prosjekter/bygg kan sammenlignes mot hverandre. Det vil være viktig at noen forbildebygg også evalueres over lang tid, for å få erfaring med hvordan løsningene fungerer over tid, og erfaringene brukerne har med byggene.

Det er kostbart å gjøre omfattende måling og evaluering av forbildebygg. Det kan derfor være hensiktsmessig å ha ulike nivåer for måling og evaluering. Lavenergiprogrammet har satt i gang et forprosjekt som vil gi forslag til hvordan

etterprøving av energibruk i bygg kan gjennomføres, inklusiv ulike nivåer for måling.

I **tabell 2** og **3** er det vist en god del forbildeprosjekter med høye energiambisjoner¹⁵, som enten er ferdigstilt, under bygging eller under konkret planlegging. Dette er prosjekter som er meldt inn av arbeidsgruppen i prosjektet, er forbildeprosjekter som er støttet av Enova, eller aktuelle forbildeprosjekter hos Enova. Noen prosjekter ble også meldt inn i forbindelse med seminaret 23. juni. Mange av disse prosjektene er på passivhusnivå, eller sikter mot A-merke i energimerkeordningen. Det vil trolig være aktuelt å evaluere flere av disse prosjektene i henhold til punktene satt opp over.

For å fremskaffe nok erfaring og kunnskap om passivhus er det vurdert at det vil være behov for å detaljevaluere i størrelsesorden 15 prosjekter i året. Se også kapittel 6.

Denne side:

*Storøya grendasenter, Fornebu, Bærum kommune.
Barnehage med passivhusnivå på ca. 1000 m².
Arkitekt og foto: Arkitektkontoret Kvadrat AS.*

¹⁴ SFP: Specific fan power, faktor som sier hvor mye elektrisk energi ventilasjonssystemet bruker sett i forhold til luftmengden som tilføres bygget. I passivhus er kravet til SFP på 1,5 kW/(m³/s).

¹⁵ Vi har også kjennskap til andre prosjekter med høye energiambisjoner som det ikke har vært mulig å få inn tilstrekkelig med informasjon om innenfor dette prosjektets rammer, nevnes kan: Varmetekniske laboratorier i Trondheim (NTNU), Borgenbråten omsorgsboliger (Asker kommune), Trondskogen Berkåk (boliger, Rennebu Kommune), Flere skoler i Oslo (Undervisningsbygg), Boligblokk i Tollevika (Alta), Boliger Vækerø Terrasse 14 b (Oslo), Enebolig på Jørpeland (Stavanger), Bolig Akrehamn (Garvik Prosjekt), Boligområdet Ranheimsfjæra i Trondheim, Utbyggingsområdet Lilleby i Trondheim, Rehabilitering av leiligheter i Stigbøltgate i Drammen (Drammen Eiendom), Enebolig Bømlø (Nordbohus)

Tabell 2. Oversikt over yrkesbygg med høy energiytelse som er bygget, under bygging eller planlegging.¹⁶

PROSJEKT	KOMMUNE	BESKRIVELSE
Nardo skole og barnehage	Trondheim	Skole og barnehage med lavenerginivå. 6 600 m ² BTA. Ferdigstilt 2008.
Preikestolen Fjellstue	Stavanger	Fjellstue på lavenerginivå. 1 290 m ² BTA. Ferdigstilt 2008.
Nedre skøyen vei 2	Oslo	Kontorbygning på lavenerginivå. 16 000 m ² BTA. Ferdigstilt 2008.
Juberg Barnehage	Frosta	Barnehage (Nord Trøndelag) på passivhusnivå. 270 m ² BRA. Ferdigstilt 2009.
Prof. Brochsgt. 2	Trondheim	Kontorbygg på lavenerginivå. 16 394 m ² BTA. Ferdigstilt 2009.
Bellona Huset	Oslo	Kontorbygg. Klasse A i energimerkesystemet. 3400 m ² BRA. Ferdigstilt 2010.
Fjell Barnehage	Drammen	Barnehage på passivhusnivå. 740 m ² BRA. Ferdigstilt 2010.
Marienlyst ungdomskole	Drammen	Ungdomskole på passivhusnivå, også A-merket i energimerkeordningen. Ca. 6500 m ² BRA. Ferdigstilt 2010.
Sparebank 1 Trondheim	Trondheim	Kontorbygg på lavenerginivå. 20 260 m ² BTA. Ferdigstilt 2010.
Storøya Barnehage	Bærum (Fornebu)	Barnehage på passivhusnivå, 930 m ² BRA. Ferdigstilt 2010.
Agder Energi, Kristiansand	Kristiansand	Kontorbygg. Energimerke A. 13 350 m ² BRA. Ferdigstilles 2011.
Brattås Barnehage	Nøtterøy	Barnehage på passivhusnivå. 1 478 m ² BRA. Ferdigstilles 2011.
Hokksund ungdomskole	Øvre Eiker	Ungdomskole på passivhusnivå. 6.850 m ² BRA Ferdigstilles 011.
Høvik Stoppen Skoleanlegg	Lier	Skole på lavenerginivå. 12 828 m ² BRA. Ferdigstilles 2011.
Meteorologisk Institutt	Oslo	Kontorbygg på passivhusnivå. 490 m ² BRA. Ferdigstilles 2011.
Minne Kultursenter	Åseral	Kulturhus på lavenerginivå. 927 m ² BTA. Ferdigstilles 2011.
Møllerstue Barnehage	Kristiansand	Barnehage på passivhusnivå. 1252 m ² BTA. Ferdigstilles 2011.
Nesodden kommunesenter	Nesodden	Skole, kontor- og kulturbygg på passivhusnivå. 8415 m ² BTA. Ferdigstilles 2011.
Norconsult Hovedkontor	Oslo	Kontorbygg på lavenerginivå. 15 000 m ² BTA. Ferdigstilles 2011.
Os Kunst og Kultursenter	Os	Kunst og kultursenter på lavenerginivå. 4 787 m ² BRA. Ferdigstilles 2011.
Skanskas kontorbygg Arendal	Arendal	Kontorbygg på minimum passivhusnivå. 1000 m ² BRA. Ferdigstilles 2011.
Sluppenveien 17A	Trondheim	Kontorbygg på lavenerginivå. 5 440 m ² BRA. Ferdigstilles 2011.
Tromstun Ungdomsskole	Trømsø	Ungdomskolebygg på lavenerginivå. 8 400 m ² BRA. Ferdigstilles 2011.
Voss Kulturhus	Voss	Kulturhus på lavenerginivå og energimerke A. 4 153 m ² BRA. Ferdigstilles 2011.
Østensjøveien 27	Oslo	Kontor og forretning, 10 000 m ² BRA, byggeår 2011.
Grøtte barne- og ungdomskole	Orkdal (Fannrem)	Barneskole på passivhusnivå 4500 m ² BRA. Skal ferdigstilles i 2012.
Brudalen Videregående skole	Trondheim	Videregående skole. Klasse A i energimerkesystemet. 20 000 m ² BRA.
Papirbredden 2	Drammen	Kontor og forretning på passivhusnivå og energiklasse A. 23 000 m ² BRA. Byggeår 2012.
Polarmiljøsentret	Tromsø	Kontorbygg (med noe lab-fasiliteter) på minimum passivhusnivå. 6500 m ² BRA. Ferdigstilles 2013.
Kunnskapsenteret, St Olavs hospital	Trondheim	Sykehus og universitet/høgskole på passivhusnivå. 6 900 m ² BRA sykehusareal og 10 300 m ² BRA høgskole/universitets areal. Byggeår 2013.
Norsk Institutt for Naturforvaltning (NINA)	Trondheim	Kontorbygg på passivhusnivå. 6000 m ² BRA.
Strinda Administrasjonsbygg	Trondheim	Kontorbygg for Statnett, på passivhusnivå. 2000 m ² BRA.
Vest Finnmark Krisesenter	Hammerfest	"Hotell" på passivhusnivå. 750 m ² BRA.

¹⁶ Tabellen vil trolig være ufullstendig. Informasjon om øvrige bygg på passivhusnivå, lavenerginivå eller med energimerke A besendt til veslemoy@lavenergiprogrammet.no

Tabell 3. Oversikt over boligprosjekter med høy energiytelse som er bygget, under bygging eller planlegging.¹⁶

PROSJEKT	STED	BESKRIVELSE
I-Box (Passivhus Norge)	Tromsø	Enebolig/kontor + 7 rekkehus hver på 120 m ² BRA på passivhusnivå. Ferdigstilt i 2007.
Løvåshagen (ByBo AS)	Bergen	Leilighetsprosjekt med passivhusstandard. 28 leiligheter på totalt 2240 m ² BRA. Ferdigstilt 2008.
NorOne (H. Ringstad)	Sørumsand	Enebolig med passivhusstandard. Ca. 340 m ² BRA. Ferdigstilt 2008.
Dobbel Oppstugu, Bjørklia	Oppdal	Tomannsfritidshytte på lavenerginivå. 167 m ² BTA. Ferdigstilt 2009.
Egenes Park	Stavanger	Boligblokk med 25 leiligheter med energiklasse A. 1 905 m ² BTA. Ferdigstilt 2009.
Marilunden	Stavanger	10 eneboliger på lavenerginivå. 2 000 m ² BRA. Ferdigstilt i 2009
Passivhus Grimstad (B.G. Michalsen)	Fevik (Grimstad kommune)	To eneboliger i rekke med passivhusstandard, begge på 157 m ² BRA. Ferdigstilt 2009.
Passivhus i Lier (B. G. Michalsen)	Lier	Enebolig med passivhusstandard. 235 m ² BRA. Ferdigstilt 2009.
Villa Stoknes (Fam. Stoknes)	Skøyen, Oslo	Enebolig med passivhusstandard. Ca. 190 m ² BRA. Ferdigstilt 2009.
Imagine Berg - Berg Studentby	Trondheim	644 studentboliger med passivhusstandard. 17 500 m ² BTA + 1000 m ² gammel bygningsmasse som skal totalrehabiliteres. Ferdigstilt 2010.
Lillomarka terrasse	Nittedal	32 eneboliger med lavenergi standard. 4 640 m ² BRA. Ferdigstilt 2010.
Mesterhus i Bodø	Bodø	Enbolig med passivhusstandard. Ca. 170 m ² BRA. Ferdigstilt i 2010.
Ranheimsveien 149 (Trondheim Eiendom)	Trondheim	Omsorgsboliger med passivhusstandard. 705 m ² BRA. Ferdigstilt 2010.
Sosialboliger Muusøya	Drammen	6 sosialboliger med passivhusstandard. Ferdigstilt 2010.
Norges hus v/Gauldalbygg	Melhus	Enebolig på passivhusnivå. Byggestart 2010.
Passivhus på Mortensrud (OBOS)	Mortensrud, Oslo	17 eneboliger med passivhusstandard. Hver på 117 m ² BRA. Første byggetrinn påbegynt i 2010.
Sosialboliger Froland	Froland	4 sosialboliger med passivhusstandard. Hver på 47 m ² BRA. Byggestart i 2010.
Bolig Schüller Mathiesen	Lillehammer	Enebolig med passivhusstandard. 174 m ² BRA. Ferdigstilles 2011.
Enebolig Stonglandseidet	Senja	Enebolig med passivhusstandard. 310 m ² BRA. Ferdigstilles 2011.
Gullveien Borettslag	Kristiansand	Rehabilitering av borettslag på lavenerginivå. 64 leiligheter på totalt 5 236 m ² . Ferdigstilles 2011.
Kirkeringen 20 & 22, Heimdal	Trondheim	13 leiligheter med passivhusstandard. 1 480 m ² BRA. Ferdigstilles 2011.
Lunden	Nordfjordeid	30 boenheter med lavenergi- og passivhusstandard. 2 160 m ² BRA. Ferdigstilles 2011.
Myhrerenga BRL	Skedsmokorset	Rehabilitering av borettslag med passivhus-komponenter på lavenerginivå. 168 leiligheter på totalt 10 900 m ² BRA. Ferdigstilles 2011.
Norbohus v/Systembygg AS	Trondheim	Enebolig med utleie-enhet, på passivhusnivå. Ferdigstilles 2011.
Omsorgsboliger Rådalslien	Bergen	10 omsorgsboliger med passivhusstandard. 1 011 m ² BTA. Ferdigstilles 2011.
Tollbugata 66	Drammen	12 leiligheter med passivhusstandard, 750 m ² . Byggeår 2011.
Block Watne AS	Sandnes	5 eneboliger. Byggestart 2011.
Fjogstad Hus AS	Sandnes	9 eneboliger på passivhusnivå. Fra 170 til 240 m ² BRA. Byggestart 2011.
Jadarhus Gruppen AS	Sandnes	Eneboliger med utleieleiligheter 5+5 på passivhusnivå. Byggestart 2011.
Norges hus v/ hovedkontoret	Melhus	24 boliger kombinert med næringsbygg. Byggestart 2011.
Norbohus v/Idealhus AS	Stord	Enebolig med passivhusstandard. Byggestart 2011.
Europas studentboliger for SIT	Trondheim	Ca. 100 studentboliger med passivhusstandard. Under bygging.
Dalssvingen 14 (Passivhus Oslo AS)	Oslo	Leiligheter på passivhusnivå. 8 boenheter hver på 108 m ² BRA. Under planlegging.
Enebolig på Jørpeland	Stavanger	Enebolig med passivhusstandard. 174 m ² BRA. Under planlegging.
Granås (Heimdal Utvikling)	Trondheim	Utviklingsområde med eneboliger, rekkehus og leiligheter med passivhusstandard. Ca. 300 boliger er planlagt. Utbygging over flere år.
Gurines seniorboliger på Hamresanden	Kristiansand	128 leiligheter med passivhusstandard. Under planlegging.
Tellhus på Moholt (Veidekke)	Trondheim	39 leiligheter med passivhusstandard. Fra ca. 52,5 til 128,7 m ² BRA. Prosjektet er ferdigprosjektert, men avventer bedring i leilighetsmarkedet i Trondheim.

I tillegg til å evaluere forbildeporsjekter vil det være behov for utvikle ny kunnskap for å kunne bygge passivhus mer robuste, miljøvennlige, og kostnadseffektive. Det foregår en del forskningsprosjekter som er relevante i denne sammenhengen. I tabell 4 er det gitt en oversikt over noen aktuelle FoU-prosjekter som pågår, eller som nettopp er avsluttet.

Tabell 4. Oversikt over FoU-prosjekter som omhandler bygg med høye energiambisjoner.

PROSJEKTER	PROSJEKTER	PLANLEGGING	DOKUM. & BEREGN.	BYGGEPROSESS	BYGNINGSKROPP	INSTALLASJONER	ENERGIFORSYNING	MARKED/BESLUTN.
ZEB	NTNU/ SINTEF Byggforsk	X	X	X	X	X	X	X
ROBUST	SINTEF Byggforsk				X			
BESLUTT	SINTEF Byggforsk							X
COIN	SINTEF Byggforsk	X	X	X	X			
EKSBO	Husbanken			X	X			X
KLIMATRE			X		X			
RENORD	Høgskolen i Oslo	X	X	X	X	X	X	
Potential for energy savings	SSB		X					
SURE (sustainable refurbishment)	MultiConsult	X	X	X	X	X	X	
ENTRE energieffektive trekonstruksjoner	Treteknisk Institutt				X			X
Passivhusløsninger basert på trekonstr.	SINTEF Byggforsk				X			
I-bjelke	Byggma/ Mesterhus			X				
MOT (Vinduer)	SINTEF Byggforsk				X			
LECO	SINTEF Byggforsk		X		X	X	X	
Transulente fasader	KanEnergi		X		X			
Fasader i Glass	Erichsen & Horgen							
Life Time commissioning	SINTEF Energi	X	X			X	X	
Local prod. CHP	SINTEF Byggforsk							
IEA District Heating	SINTEF Energi					X	X	
ReduVent	SINTEF Byggforsk					X		
Thermoelectric Heat pumps	Stavanger Universitet						X	
Samhandlings-plattform for passivhus	Boligprod. forening	X	X	X	X	X	X	X
Halvert energiforbruk fra fremtidens sykehus	NOR-CONSULT	X	X		X	X	X	
Kjøling i Bygg	Erichsen & Horgen				X	X		

Etter flere diskusjonsmøter i arbeidsgruppen, samt innspill på seminaret 23. juni, kom det fram seks tema hvor det er spesielt behov for mer kunnskap. Fra arbeidsgruppen og fra seminaret kom det også opp noen konkrete emner innenfor hvert temaområde. Dette er oppsummert i tabell 5.

For å dekke behovet for ny kunnskap på dette området er det vurdert at det er nødvendig å ha i størrelsesorden 12 FoU prosjekter pågående til enhver tid, se også kap.6.

Tabell 5. Aktuelle tema og emner det er vurdert behov for ny kunnskap.

TEMA	AKTUELLE EMNER
Klimatisering	Forenklede klimasystemer i yrkesbygg med lavt varme og kjølebehov. Oppvarmingsystemer for bygg med lavt energibehov. Bedre teori rundt termisk komfort (strålingsasymetri og lignende). Varmesystemers effektivitet (virkingsgrader for produsjon, distribusjon, lagring og avgivelse). Forenklet varmesystem for boliger, inkludert laveffekt-bioenergisystemer. Varmesystemer, temperaturnivå og energifleksibilitet (dokumentasjon, metodikk og kunnskap).
Styringssystemer og energiovervåking	Enkle energiovervåkingssystemer for boliger – som gir brukerne rask tilbakemelding på energiatferd. Bedre energistyringssystemer (belysning, solavskjerming, kjøling). Trenger nye/modifiserte beregningsverktøy som kan dokumentere ulike styringssystemer.
Ventilasjon	Robuste og enkle ventilasjonssystemer for småhus. Beregning, dokumentasjon og etterprøving av virkningsgrad og SFP. Naturlig ventilasjon – sommerventilasjon/frikjøling både for boliger og yrkesbygg. Behovsstyring av ventilasjon på yrkesbygg (inneklimatepremiss, design av systemer og dokumentasjon trykkfallsberegninger og energibehov). Enkle og kompliserte premisser for behovsstyrt ventilasjon. Funksjonskontroll/ytelseskontroll av ventilasjonsanlegg i drift. Samvirke mellom bygningskroppens tetthet, ventilasjon og virkningsgrad på varmegjenvinning, uballanse i bygget. Alternative systemer for varmegjenvinning fra ventilasjon.
Energiforsyning	Laveffekt-bioenergisystemer/-vedovn for boliger. Optimale solenergi- og varmepumpesystemer for passivhus. Eksport av energi til nettet fra nullenergibygg (og nesten nullenergibygg). Samvirke mellom fjernvarme og passivhus. Utnyttelse av returvarme i fjernvarmenettet til lavtemperatur oppvarming Utnyttelse av frikjøling til borehull.
Fleksibilitet, arealeffektivitet og energibruk	Ombyggingsfleksibilitet, elastisitet vs. energibruk. Brukergrensesnitt, brukeradferd og energibruk.
Livsløpsanalyser(LCA) og miljøvurderinger	Utvikling av LCA-data og LCA-metodikk. Vurdere en bygnings miljøpåvirkning gjennom livsløpet. Vurdere andre miljøaspekter, som for eksempel: - innhold og forbruk av helse- og miljøfarlige stoffer - framtidig avfallsmengde- og behandling - uttak av fornybare og ikke fornybare ressurser Behov for kunnskap om helse/innemiljøkvaliteter

For å estimere kostnader og finansieringsbehov er det i arbeidsgruppen gjort følgende vurderinger:

- Utarbeidelse av standardløsninger/anvisninger, evaluering av forbildeprosjekter og gjennomføring av nye FoU-prosjekter antas å gjøres over en syvårsperiode (ca. 2010–2017)

- For standardløsninger er det estimert at hver anvisning koster ca. 400 000 kroner å utarbeide (erfaringstall hos SINTEF Byggforsk).

- Det er estimert at evaluering av et forbildeprosjekt, som kan være et mellomstort leilighets- eller yrkesbyggprosjekt, eller en litt større småhusbebyggelse (15–25 boenheter), koster ca. 1 million kroner å evaluere¹⁷. Skal man få brukbart underlag for formålsdelt energibruk er det behov for å evaluere ca. 15 slike prosjekter i året.

- Det er anslått at det er behov for å ha minst 12 forskningsprosjekter på aktuelle emner pågående til enhver tid i denne syvårsperioden (utover de som pågår, eller som normalt vil bli finansiert). Hvert prosjekt anslås å ha behov for ca. 1,5 millioner kroner per år i offentlig tilskudd¹⁸. I tillegg kommer egeninnsats fra industripartnere.

Tabell 6 oppsummerer kostnader og finansieringsbehov per år, og for hele syvårsperioden. Det er ikke vurdert hvor denne finansieringen skal komme fra, om den i sin helhet skal komme fra offentlige bevilgninger (Forskningsrådet, Husbanken, Enova, eller lignende), eller om deler av dette skal finansieres av byggenæringen selv. Det må understrekes at det er betydelig usikkerhet i anslagene gitt i **tabell 6**, særlig for evaluering og FoU, og at dette behovet bør evalueres underveis i den foreslåtte syvårsperioden.

Tabell 6. Estimerte kostnader for standardløsninger, evaluering av forbildeprosjekter og nye FoU-prosjekter.

	PER ÅR	TOTALT
Standardløsninger 200 anvisninger à 400 000 kr.	Ca. 12 mill. kr	Ca. 85 mill. kr
Evaluering av pilotbygg, ca. 1 mill. kr per prosjekt, 15 prosjekter i året.	Ca. 15 mill. kr	Ca. 105 mill. kr
Nye FoU-prosjekter, ca. 12 prosjekter à 1,5 kr mill. fra det offentlige.	Ca. 18 mill. kr	Ca. 125 mill. kr
SUM	Ca. 45 mill. kr	Ca. 315 mill. kr

En like stor utfordring som finansieringen er å framskaffe nok personressurser, da det per i dag er et begrenset antall personer med kompetanse på dette området. Mye av arbeidet må gjøres av forskere, rådgivere/konsulenter eller andre med tilsvarende kompetanse. Det er grovt vurdert at et årsverk i disse yrkesgruppene har en omsetning på ca. 1,5 millioner kroner. Antall årsverk er oppsummert i **tabell 7**.

For et så omfattende arbeid som angitt, er det av ressursmessige årsaker viktig med god koordinering, slik at ikke parallelt arbeid settes i gang. Det er også viktig med en felles faglig struktur og nøye kvalitetssikring av det som utarbeides. En slik satsning bør ideelt sett både ha en sentral koordinering og finansiering fra myndighetene i samarbeid med byggenæringen.

¹⁷ Kostnad delvis basert på budsjett for evaluering av lavenergiprojektet Husby Amfi (Stjørdal). Der var det et budsjett for energimålingsprosjektet på 830 000 kroner, og i tillegg ble det gjort en brukerundersøkelse med et budsjett på 200 000 kroner (alle kostnader inkl. mva.).

¹⁸ Typiske forskningsprosjekter hos SINTEF Byggforsk som er hovedfinansiert av Norges Forskningsråd(NFR) har vanligvis støtte fra det offentlige (eks. NFR, Husbanken og Enova) på mellom 1 og 3 millioner kroner per år. Ut fra dette er her antydning at et typisk støttenivå fra det offentlige kan være 1,5 millioner kroner per år.



Tabell 7. Estimert antall årsverk per år.

	ÅRSVERK PER ÅR
Standardløsninger 200 anvisninger à 400 000 kr.	Ca. 8
Evaluering av pilotbygg, ca. 1 mill. kr per prosjekt, 15 prosjekter i året.	Ca. 10
Nye FoU-prosjekter, ca. 12 prosjekter à 1,5 mill. kr fra det offentlige.	Ca. 12
SUM	Ca. 30

*Denne side:
Lindås Park – 20 rekkehus
bygget med passivhusstandard.
Første passivhusprosjektet i Norden.
Arkitekter: EFEM / arkitekt Hans Eek.
Foto: SINTEF Byggforsk.*

*Side 20–21:
Marienlyst ungdomskole, Drammen.
Norges første passivhusskole.
Arkitekt: div. A Arkitekter.
Foto: Future Built (www.futurebuilt.no).*



D203.1

ERERE 09 AB



Vedlegg

Byggforskerien. Anvisninger som berører passivhus.

PLANLEGGING	
Planløsning, orientering, utforming, dagslys, skjermingsfaktor.	Utarbeide overordnede anvisninger. Passiv energidesign. Planløsning, orientering, utforming/formfaktor, dagslys, skjermingsfaktor, tekniske føringsveier, arealmål tekniske rom. Prosjektering. Inneklima.
Overstrømningsløsninger fra primærrom til sekundærrom, dimensjonering av åpninger og lydforhold.	Enkle energioveråkningsystemer for boliger – som gir brukerne rask tilbakemelding på energiatferd. Bedre energistyringsystemer (belysning, solavskjerming, kjøling). Trenger nye/modifiserte beregningsverktøy som kan dokumentere ulike styringsystemer.
Ambisjonsnivå	Utarbeide overordnede anvisninger. Ambisjonsnivå. Beskrivelse av krav og forutsetninger. Vurdering av ambisjonsnivå ved rehabilitering (Rehab eller riving? Beslutningsprosess). Forståelse for behov for prosjektering, samarbeid og koordinering mellom faggrupper. Kvalitetssikring, sjekklister, underveisprøving.
DOKUMENTERE/BEREGNE	
Dokumentasjon	Utarbeide ny anvisning med U-verdier for vindu og oppgradering av eksisterende anvisninger med U-verdier. Energiforsyning.
Simulere og beregne energiytelse	Utvikle verktøy for å beregne normalisert kuldebroverdi. Oppgradere eksisterende verktøy for månedstasjonær beregningsmetode. Tilpasset BKS (SINTEF Byggforsk kunnskapssystemer).
Etterprøving (dokumentasjonsprøving og funksjonstesting)	Må utarbeide nye anvisninger. Tetthet, fukt, dimensjonering, energi.
FDV, visualisering av energiforbruk etc.	Må oppgradere eksisterende og utarbeide nye anvisninger.
BYGGEPROSESS	
Fuktsikker byggeprosess	Utarbeide ny anvisning. Fuktsikker byggeprosess. (Det fins alternativer til telt. Konsekvenser. Beskrive forskjellige konsepter, grunnlag for valg av konstruksjoner, materialer, prosesser. KS, sjekklister. Bevissthet rundt fukt.).
Energibruk i byggeprosess	Utarbeide ny anvisning. Utforming av kontrollplaner for lufttetthet og kuldebroer og installasjoner.
BYGNINGSKROPP	
Valg av konstruksjon og materialer	Utarbeide nye anvisninger. Overordnede hensyn ved valg av konstruksjoner. Varmemagasiner. LPD, LCA. Materialer (dampbrems kontra fuktsperre).
Yttervegg	Oppgradere eksisterende anvisninger. Utarbeide nye for rehabilitering.
Vegger mellom soner	Oppgradere eksisterende anvisninger.
Tak	Oppgradere anvisninger. Utarbeide nye anvisninger for rehabilitering.
Golv på grunn, etasjeskiller	Oppgradere eksisterende anvisninger. Utarbeide anvisninger som tar for seg garasjekjellerproblematikk, radon og undertrykksetting i forhold til energibruk.
Vinduer og dører	Utarbeide nye anvisninger. Glassystemer for vegger og tak. Plassering av vindu i vegg, kuldebroer og fuktsikring. Dagslys. Konsekvenser for dagslys med bedre vinduer. Koblede/doble fasader. Kaldrassikring for høye vinduer og glassfelt.

Sammenføyning mellom bygningsdeler	Oppgradere eksisterende anvisninger så de viser mer og flere løsninger. Modul- og elementbygging, plassbygging.
Kuldebroer	Beregne flere kuldebroverdier. Kuldebroatlas. Oppgradere anvisninger.
Tetthet	Utarbeide overordnet anvisning om prosess og faktorer som har betydning for lufttetthet.
Solskjerming	Oppgradere eksisterende anvisning. Skille på bygningstyper.
INSTALLASJONER	
Ventilasjon	Må oppgradere eksisterende og utarbeide nye anvisninger. Bedre løsninger. Flere bygningstyper. Behovsstyring, enkle robuste løsninger for boliger, frikjøling/sommerventilasjon.
Oppvarming	Oppdatere alle eksisterende anvisninger. Hvordan bestemme riktig kravnivå i forhold til myndigheter? Utarbeide ny anvisning for yrkesbygg i tillegg til bolig.
Belysning	Eksisterende anvisninger må oppgraderes i forhold til TEK10.
Varmtvann/sanitær	Eksisterende anvisninger må oppgraderes/omskrives.
Energioppfølging/ energiovervåkning	Må oppgradere eksisterende og utarbeide nye anvisninger.
Automatikk/reguleringsteknikk	Må oppgradere eksisterende og utarbeide nye anvisninger.
Kjøling	Må oppgradere eksisterende og utarbeide nye anvisninger.
Inneklima	Må oppgradere eksisterende og utarbeide nye anvisninger.
ENERGIFORSYNING	
Distribusjon og lagring	Må oppgradere eksisterende og utarbeide nye anvisninger.
Varmepumpesystemer	Må oppgradere eksisterende og utarbeide nye anvisninger.
Fjernvarme/nærvare	Må oppgradere eksisterende og utarbeide nye anvisninger.
El. og fossilt brensel	Må oppgradere eksisterende og utarbeide nye anvisninger.
Solfangere	Må oppgradere eksisterende og utarbeide nye anvisninger.
Biobrensel	Må utarbeide nye anvisninger.
Lokalbasert elproduksjon (sol, vind, CHP)	Må utarbeide nye anvisninger.

Enova eies av Olje- og energidepartementet og er etablert for å fremme en miljøvennlig omlegging av energibruk og energiproduksjon i Norge. Vi har som mål at det skal bli lettere for både husholdninger, næringsliv og offentlige virksomheter å velge enkle, energieffektive og miljøriktige løsninger.

Alle Enovas rapporter finnes på www.enova.no under publikasjoner.

Ønsker du mer informasjon om rapportene kontakt Enova Svarer næring på tlf. 08049

Enovareport 2011:4
ISBN 978-82-92502-50-1

Enova
Professor Brochs gt. 2
NO-7030 Trondheim

