

Fuktrisiko i Passivhus

– Najonale- og internasjonale erfaringer –



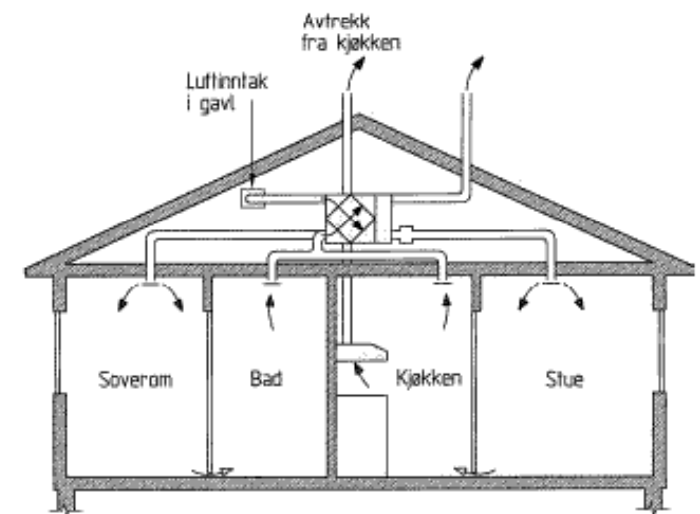
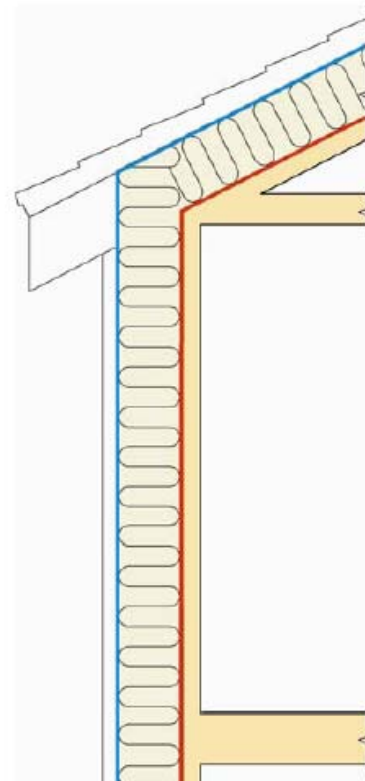
Dr.ing&Byggmester Tor Helge Dokka
SINTEF Byggforsk
& The Research Centre for Zero Emission Buildings

Konklusjoner:

1. Ikke bygg fukt inn i konstruksjonene
2. Reduser/fjern fuktighet med effektiv ventilasjon
3. Unngå at fuktig luft trenger inn i konstruksjonene
4. Ha "tilgivende" konstruksjoner med uttørkingsmuligheter



Foto: HENT as



Hva er et passivhus?

Tysk definisjon:

- Årlig oppvarmingsbehov ≤ 15 kWh/m²år
- Installert oppvarmingseffekt ≤ 10 W/m²
- Primærenergibehov ≤ 120 kWh/m²år (multipliserer strøm med 2.5)
- Likt krav for alle bolig- og byggtyper
- Prinsipp: Alt varmebehov kan dekkes av ventilasjonsanlegget (ingen konvensjonelle varmeanlegg)



Norske kriterier for passivhus: NS 3700

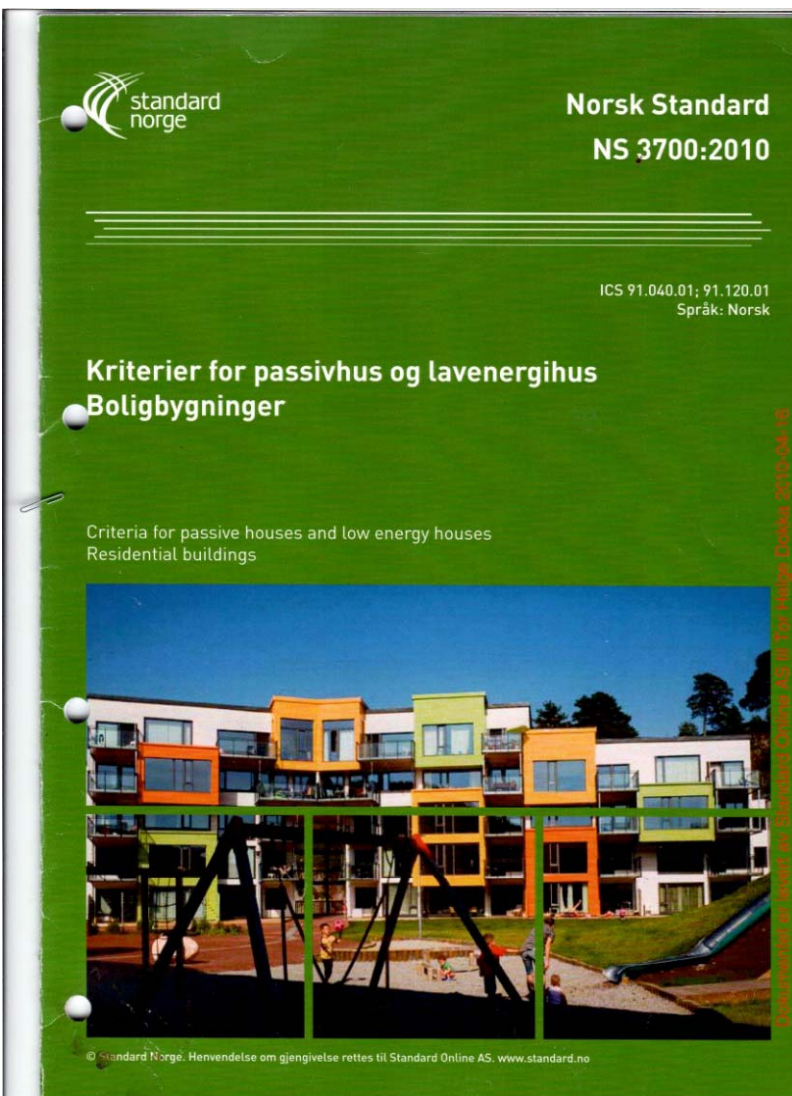
Tabell 3 – Passivhus - krav til høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming gitt av årsmiddeltemperatur og oppvarmet del av BRA, A_{fl}

Årsmiddeltemperatur, θ_{ym}	Høyeste beregnede netto energibehov til oppvarming kWh/(m ² ·år)	
	Boligbygning der $A_{fl} < 250 \text{ m}^2$	Boligbygning der $A_{fl} \geq 250 \text{ m}^2$
$\geq 6,3 \text{ }^\circ\text{C}$	$15 + 5,4 \times \frac{(250 - A_{fl})}{100}$	15
$< 6,3 \text{ }^\circ\text{C}$	$15 + 5,4 \times \frac{(250 - A_{fl})}{100} + \left(2,1 + 0,59 \times \frac{(250 - A_{fl})}{100}\right) \times (6,3 - \theta_{ym})$	$15 + 2,1 \times (6,3 - \theta_{ym})$

Tabell 5 – Minstekrav til bygningsdeler, kompon

Egenskap	Passivhus
U -verdi yttervegg ^a	$\leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
U -verdi tak ^a	$\leq 0,13 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
U -verdi gulv ^a	$\leq 0,15 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
U -verdi vindu ^a	$\leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
U -verdi dør ^a	$\leq 0,80 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Normalisert kuldebroverdi, Ψ''	$\leq 0,03 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner	$\geq 80 \%$
SFP-faktor ventilasjonsanlegg	$\leq 1,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$
Lekkasjetall ved 50 Pa, n_{50}	$\leq 0,60 \text{ h}^{-1}$

^a U -verdi regnes som gjennomsnittsverdi for de ulike bygningsdelene.



Prosjektrapport 42 & NS 3701

SINTEF Byggforsk

TOR HELGE DOKKA, MICHAEL KLINSKI, MATTHIAS HAASE OG MADS MYSEN

Kriterier for passivhus- og lavenergibygg – Yrkesbygg

Prosjektrapport 42

2009



 SINTEF



Norsk Standard
NS 3701:2010

ICS
Språk: Norsk

Kriterier for passivhus og lavenergibygning Yrkesbygninger

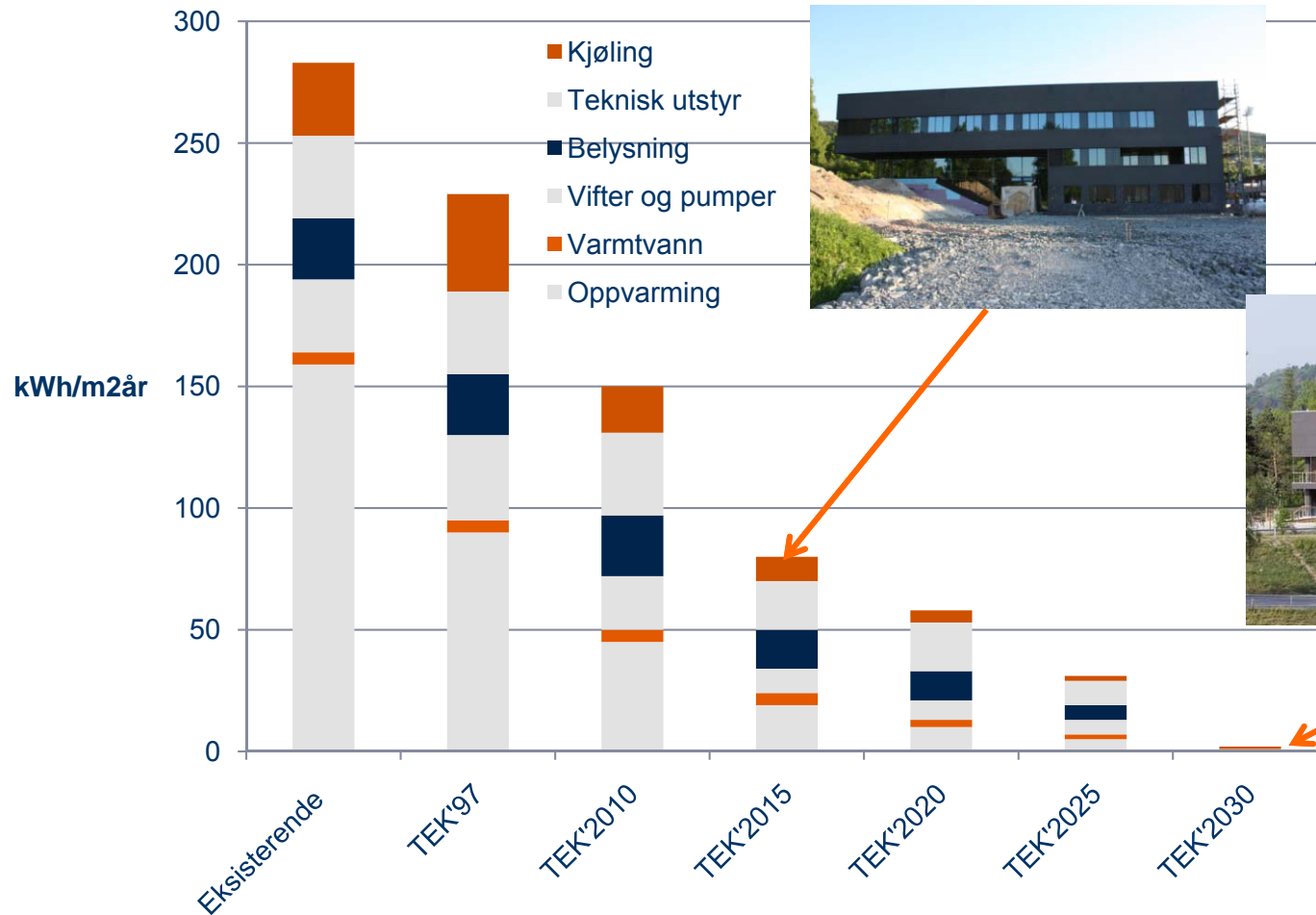
Criteria for passive houses and low energy houses
Non-residential buildings

© Standard Norge. Henvendelse om gjengivelse rettes til Pronorm AS. www.standard.no



Veien videre fra Passivhus til Plusshus

Energibruk typisk yrkesbygg



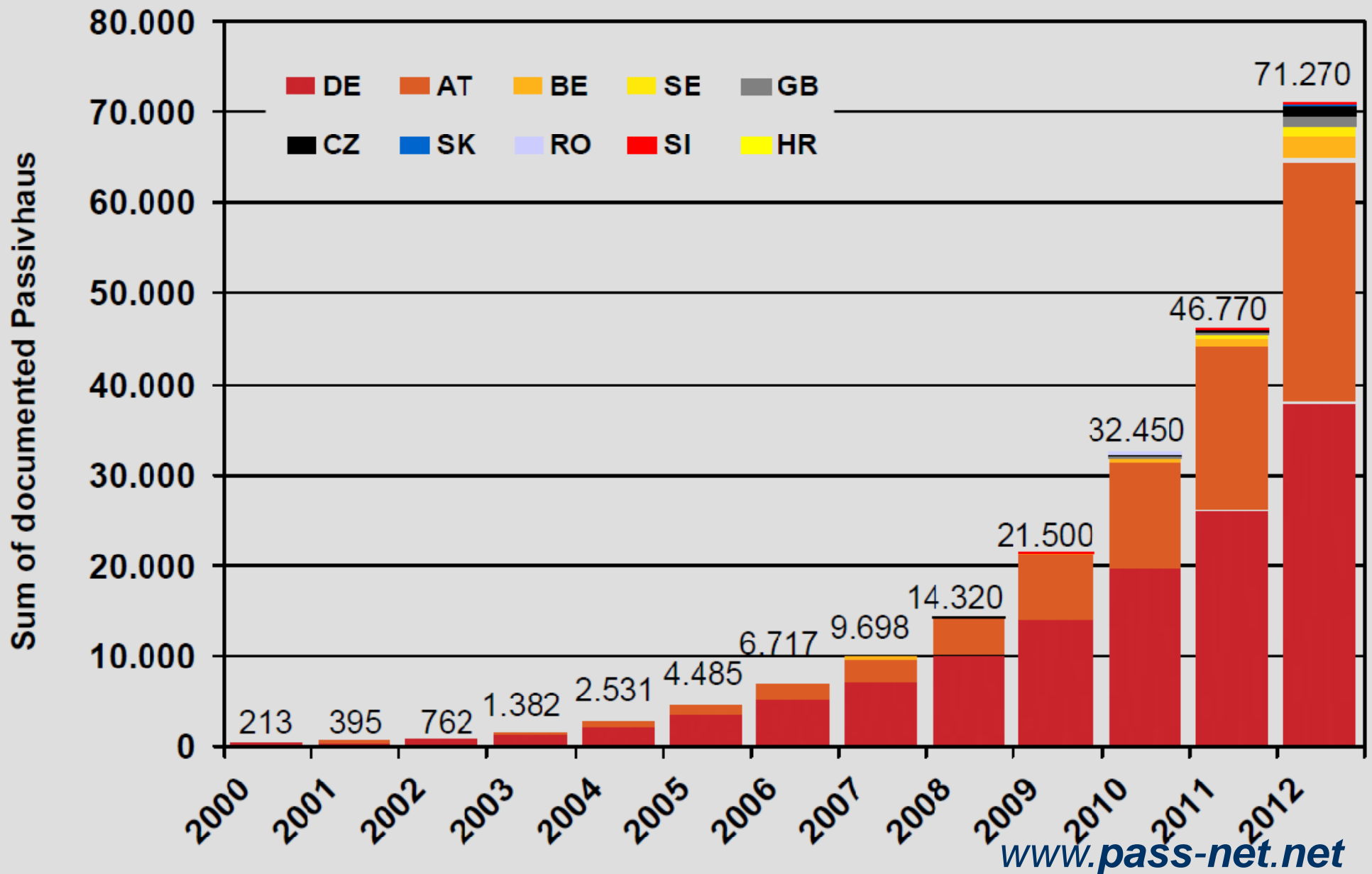
Marienlyst skole - passivhus



Marche kontorbygg - Nullenergibygg -



Passivhaus trends in the 10 PASS-NET countries



www.pass-net.net

Passivhusene vokser frem i Norge..

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

PROSJEKT	BESKRIVELSE
Storøya Barnehage	Barnehage i Bærum kommune (Fornebu) med passivhusstandard, 1000 m ² BRA. Ferdigstilt februar 2010.
Fjell Barnehage	Barnehage i Drammen kommune med passivhusstandard. 740 m ² BRA. Under bygging, ferdigstilles 2010.
Juberg Barnehage	Barnehage i Frosta kommune (Nord Trøndelag) med passivhusstandard. Ferdigstilt 2009.
Brattås Barnehage	Nøtterøy, barnehage med passivhusstandard. Under planlegging.
Møllerstue Barnehage	Barnehage i Kristiansand kommune med passivhusstandard. Under planlegging.
Marienlyst ungdomskole	Ungdomskole i Drammen med passivhusstandard, også A-merket i energimerkeordningen. Ca. 6500 m ² BRA. Ferdigstilles juli 2010.
Hokksund ungdomskole	Ungdomskole i Øvre Eiker kommune med passivhusstandard.
Grøtte barneskole	Barneskole i Orkanger kommune med passivhusstandard + varmepumpe-løsning. 4500 m ² BRA. Skal ferdigstilles i 2012.
Sam Eydes videregående skole	Videregående skole i Aust-Agder Fylkeskommune, med passivhusstandard. 20 000 m ² BRA.
Brundalen videregående skole	Videregående skole i Trondheim. Klasse A i energimerkesystemet. 20 000 m ² BRA.
Meteorologisk Institutt	Kontorbygg i Oslo med passivhusstandard. 490 m ² BRA. Ferdigstilles høst 2010.
Bellona Huset	Kontorbygg i Oslo, Byggherre: Aspelin Ramm. Klasse A i energimerkesystemet. Ferdigstilles 2010.
Polarmiljøsentret	Kontorbygg (med noe lab-fasiliteter) i Tromsø med minimum passivhusstandard. 6500 m ² BRA. Ferdigstilles 2013.
Skanskas kontorbygg Arendal	Kontorbygg i Arendal, med minimum passivhusstandard. 1000 m ² BRA Ferdigstilles 2011.
Norsk Institutt for Naturforvaltning (NINA)	Kontorbygg i Trondheim med passivhusstandard. 6000 m ² BRA
Strinda administrasjonsbygg	Kontorbygg i Trondheim for Statsnett, med passivhusstandard. 2000 m ² BRA.
Sparebank 1 Trondheim	Kontorbygg i Trondheim på lavenerginivå. 20 000 m ² BRA. Ferdigstilles 2010.
Prof. Brochsgt. 2	Kontorbygg i Trondheim på lavenerginivå. 16 000 m ² BRA. Ferdigstilt 2009.
Vest Finnmark krisesenter	«Hotell» i Hammerfest med passivhusstandard. 750 m ² BRA

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

PROSJEKT	BESKRIVELSE
Villa Stoknes (fam. Stoknes)	Enebolig på Skøyen i Oslo, med passivhusstandard. Ca. 190 m ² BRA. Ferdigstilt 2009.
Løvåshagen (ByBo AS)	Leilighetsprosjekt i Bergen med passivhusstandard. 28 leiligheter på totalt 2240 m ² BRA. Ferdigstilt 2008.
NorOne (H. Ringstad)	Enebolig på Sørumsand med passivhusstandard. Ca. 340 m ² BRA. Ferdigstilt 2008.
Passivhus i Lier (B. G. Michalsen)	Enebolig på 235 m ² BRA i Lier med passivhusstandard. Ferdigstilt 2009.
Passivhus Grimstad (B.G. Michalsen)	To eneboliger i rekke i Fevik (Grimstad kommune) med passivhusstandard, begge på 157 m ² BRA. Ferdigstilt 2009.
Myhrerenga BRL	Rehabilitering av borettslag på Skedsmokorset med passivhuskomponenter ned til lavenerginivå. 168 leiligheter på totalt 10 900 m ² BRA. Ferdigstilles 2011.
Mesterhus i Bodø	Enbolig i Bodø med passivhusstandard. Ca. 170 m ² BRA. Ferdigstilles i 2010.
Passivhus på Mortensrud (OBOS)	Eneboliger på Mortensrud i Oslo i regi av OBOS. 17 boliger hver på 117 m ² BRA. Første byggetrinn har start i 2010.
Granås (Heimdal Utvikling)	Utviklingsområde i Trondheim med eneboliger, rekkehus og leiligheter til passivhusstandard eller A-merke i energimerkesystemet. Ca. 350 boliger er planlagt. Utbygging over flere år.
European studentboliger for SIT	Ca. 100 studentboliger i Trondheim med passivhusstandard.
I-Box (passivhus Norge)	Enebolig/kontor + 7 rekkehus hver på 120 m ² BRA med passivhusstandard. Ferdigstilt i 2005 og 2008.
Tellhus på Moholt (Veidekke)	39 leiligheter med passivhusstandard på Moholt i Trondheim. Fra ca. 50 til 130 m ² BRA. Prosjektet er ferdigprosjektet, men avventer bedring i leilighetsmarkedet i Trondheim.
Sosialboliger Froland	4 sosialboliger i Froland kommune med passivhusstandard. Hver på 47 m ² BRA. Byggestart i 2010.
Sosialboliger Muusøya	6 sosialboliger i Drammen med passivhusstandard. Under planlegging.
Ranheimsveien 149 (Trondheim Eiendom)	Bofelleskap i Trondheim med passivhusstandard. 850 m ² BRA. Under planlegging.
Dalssvingen 14 (passivhus Oslo AS)	Passivhusleiligheter i Oslo. 8 boenheter hver på 108 m ² BRA. Under planlegging.

Mer info

- www.lavenergiboliger.no
- www.passiv.no
- www.enova.no
- www.arkitektur.no/ecobox
- www.arkitektur.no/?nid=177584&tid=158202
- www.passivehouse-international.org
- www.passipedia.org
- www.passivhuscentrum.se
- www.altompassivhuse.dk
- www.passiv.de
- www.cepheus.de
- www.passivhausprojekte.de (database)
- www.hausderzukunft.at
- www.igpassivhaus.at
- [www.**pass-net.net**](http://www.pass-net.net)

1. Ikke bygg fukt inn i konstruksjonene

- A. Østerrisk model: Prefabrikasjon – og værvarselbygging
- B. Norsk modell: Vind- og værtett bygget – la det tørke ut
- C. Nynorsk modell: Bygg under telt eller overdekkede stillaser
- D. Tysk modell: Bruk uorganiske materialer

A. Østerrisk modell: Prefabrikering

- Som i Norge er det i Østerrike mye trehusbebyggelse
- Det sies at ca. 25 % av nye boliger bygges som passivhus
- For passivhus i tre er prefabrikasjon den dominerende byggemåten
- Ut fra værmelding monteres bygget på kort tid, for å unngå nedfukting
- Erfaringene fra Østerrike med denne byggemetoden er meget gode
- Prefabrikasjonen virker å holde høy kvalitet og presisjon (i Østerrike)



B. Norsk modell: Vind- og værtett bygget – tørk ut

- Råbygget settes opp (man "velger" hvor mye fukt man tilfører råbygget)
- Tak og vegger vind- og værtettes (kan da også ofte gjøre diagnostiserende trykktest)
- Bygget (tre og betong) tørkes tilstrekkelig ut, naturlig eller mekanisk
- Etter uttørking kan konstruksjoner isoleres og tettes innvendig (dampsjikt)
- OBS! Hindre innvendig nedfukting (muring, avretting,..) før dampsjikt er på plass.



C. Nynorsk modell: Bygg under telt/ værbeskyttelse

- På vei inn i prosjekter med høye ambisjoner
- Gir meget god fuktsikring i byggefasen
- Er et must der du bygger fra innsiden og ut (motsatt av "norsk modell")
- Gir som "bieffekt" langt bedre arbeidsmiljø
- Kan gi utfordringer på materiallogistikken, bruk av kran...
- Forsvarer det de ekstra kostnadene?



Foto: Stein Stokens



Foto: Kvadrat Arkitekter



Foto: Mesterhus

D. Tysk modell: Bruk av uorganiske materialer

- Mange passivhus i Tyskland blir bygd i i mur/betong med utvendig plastisolasjon
- Vanligvis plassbygging
- Dette er uorganisk materialer som tåler fuktighet
- Erfaringene er gode



Det første passivhuset, Darmstadt, 1991

X-modellen: Hvordan det ikke bør gjøres

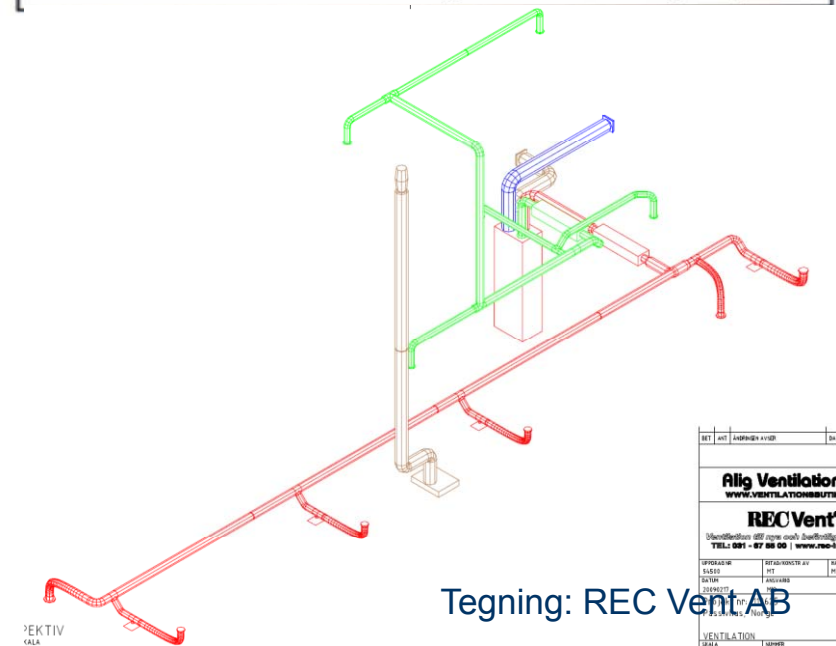
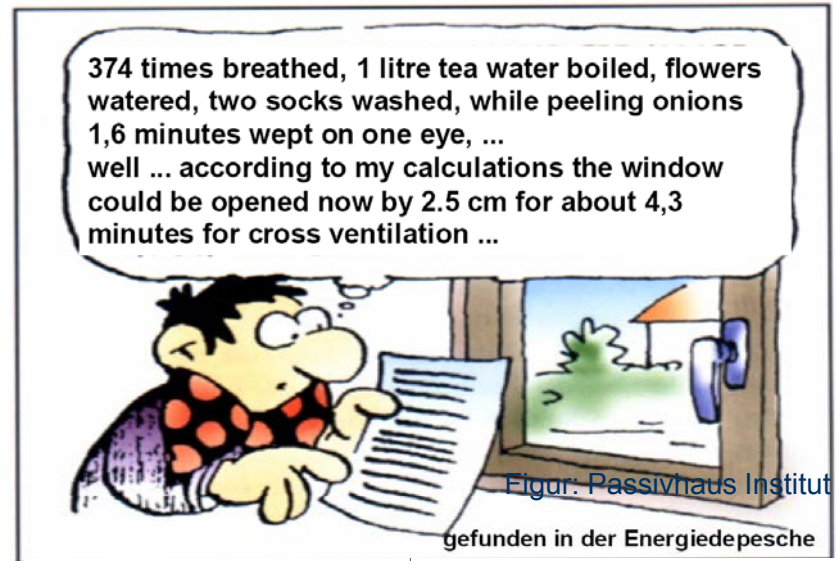
- Ikke "vann materialene" før de brukes
- Massivtrekonstruksjoner (eller lignende) med utvendig isolering bør bygges under telt (eller lignende)



2. Reduser/fjern fuktighet ved effektiv ventilasjon

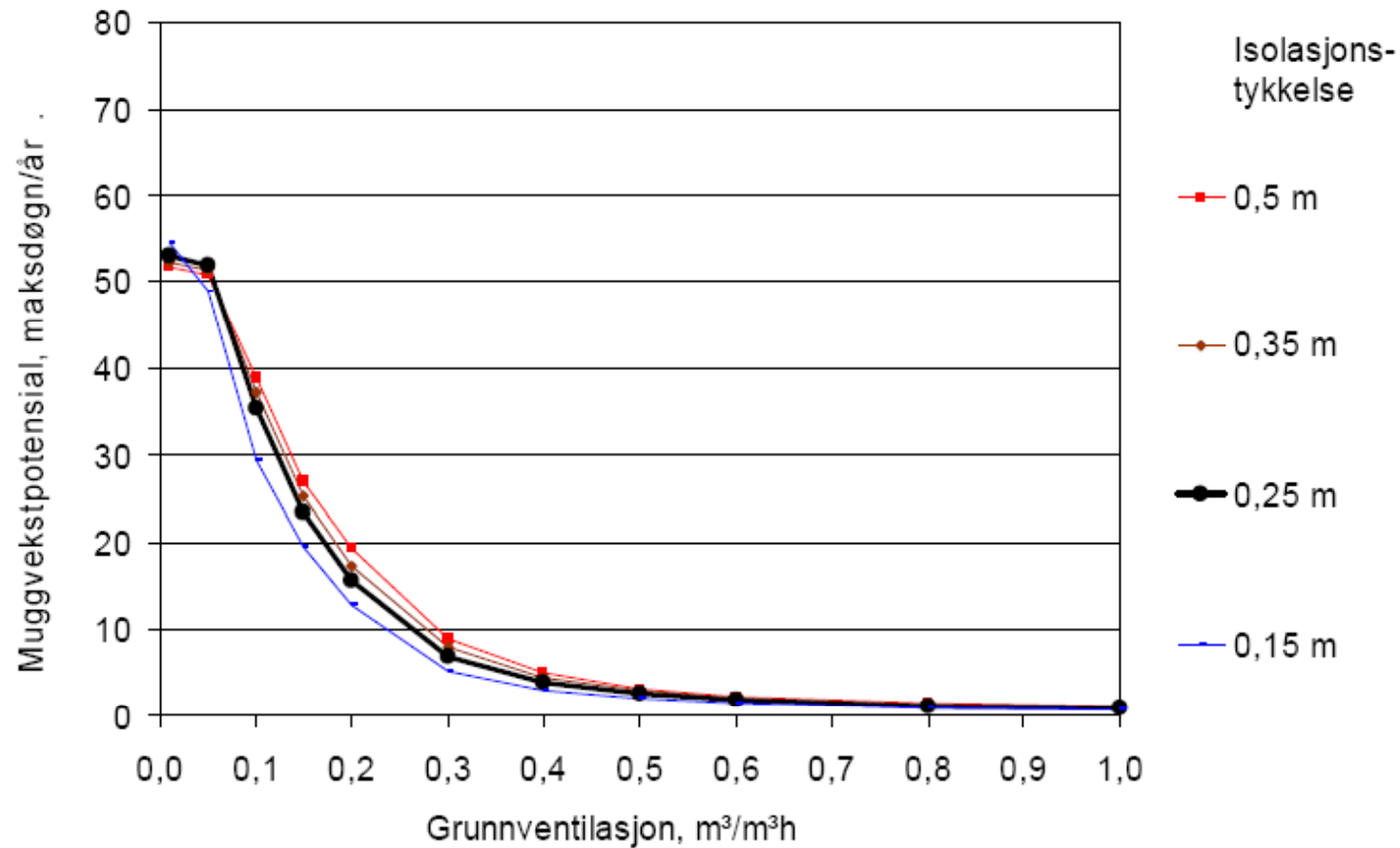
- Ventilasjon gjennom vinduslufting, vindusventiler og brukerstyrte avtrekksvifter gir et variabelt og ofte lavt luftskifte (ofte under 0,2 luftskifter i kalde perioder)
- Moderne balansert ventilasjon med varmegjenvinning gir et stabilt luftskifte og forvarmet luft (mindre utsatt for "struping" om vinteren)

window ventilation happens by chance...





Mekanisk ventilasjon



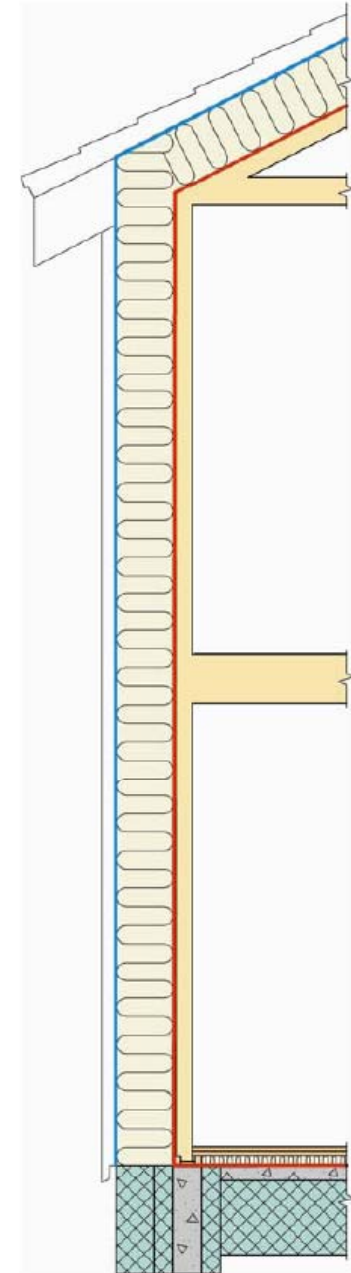
Oslo, 2 etg., samlet golvareal: 160 m², fuktproduksjon: 10 kg/d, lekkasjetall
n50: 2,5 m³/(m³h50Pa), sd-verdi vindsperre/undertak: 0,5 m

3. Unngå at fukt trenger inn i konstruksjonene

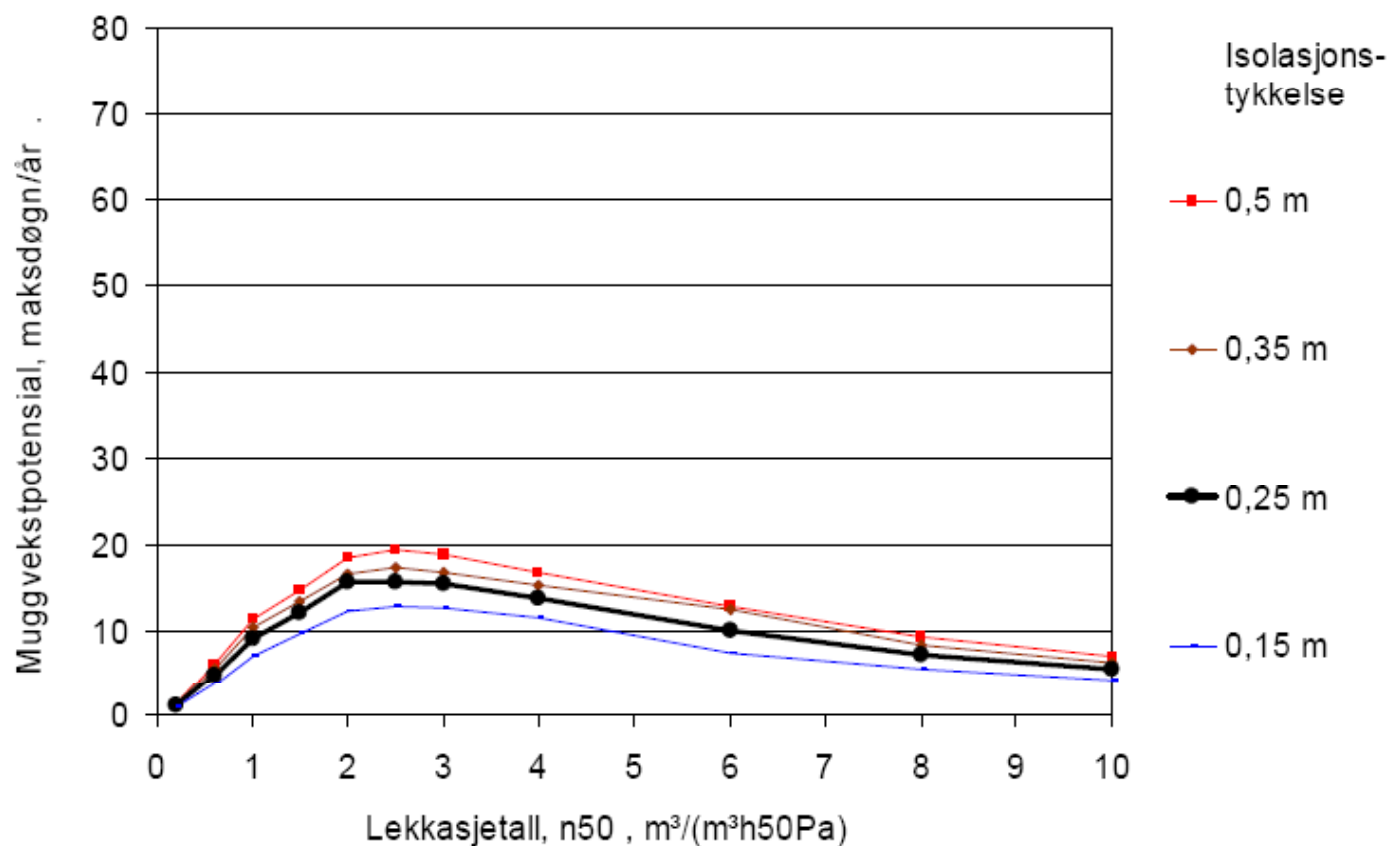
- Viktig med kontinuerlig innvendig dampsjikt
- Hindring av fuktkonveksjon viktigst, men innvendig dampsjikt må være 10 ganger så tett som utvendig vindtettsjikt (diffusjon)
- Dampsjiktet må prosjekteres og KS på byggeplass



bad planning = bad quality



Husets lekkasjetall, n_{50}

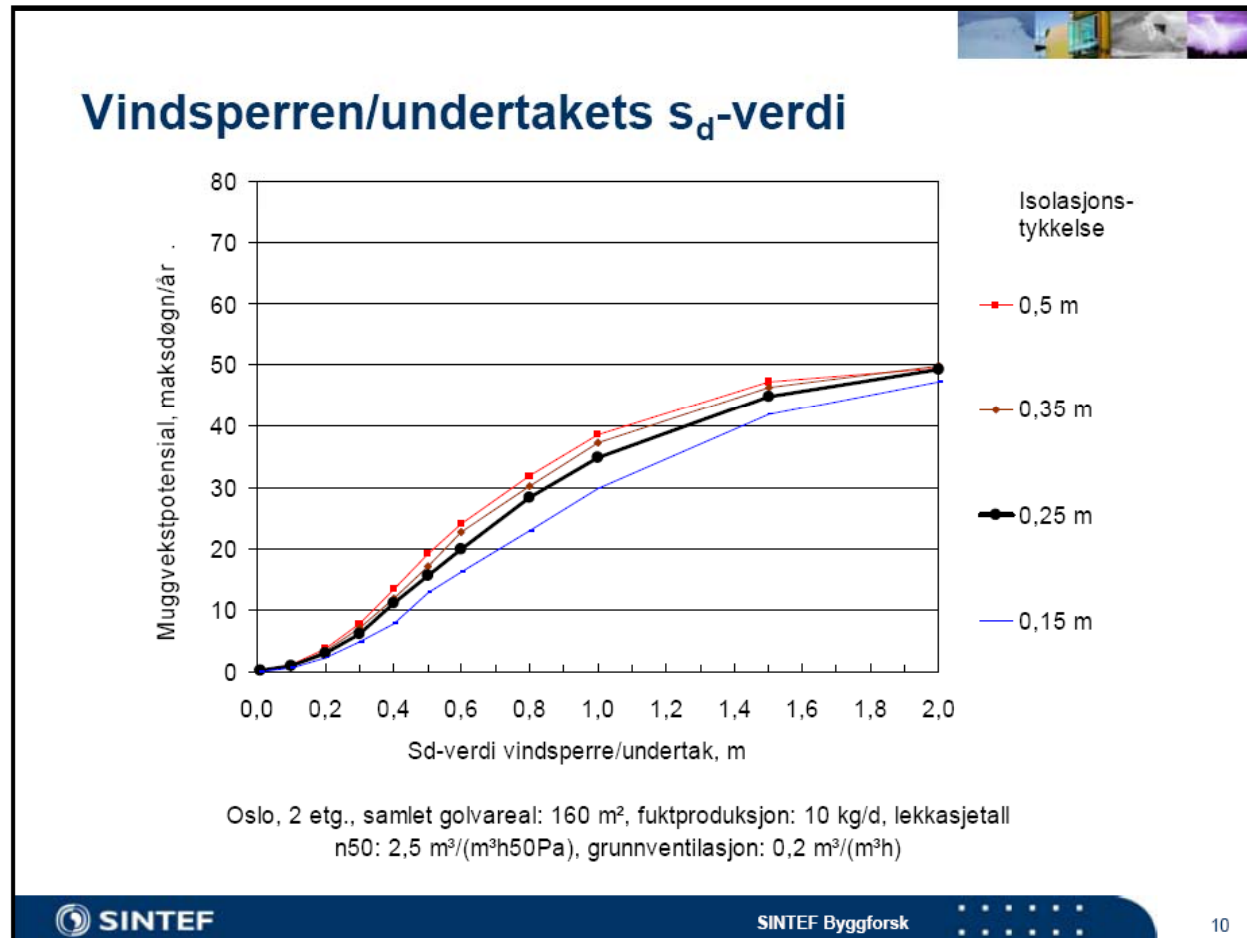


Oslo, 2 etg., samlet golvareal: 160 m², fuktproduksjon: 10 kg/d,
grunnventilasjon: 0,2 m³/(m³h), sd-verdi vindspærre/undertak: 0,5 m

Kilde: Sivert Uvsløkk, SINTEF Byggforsk

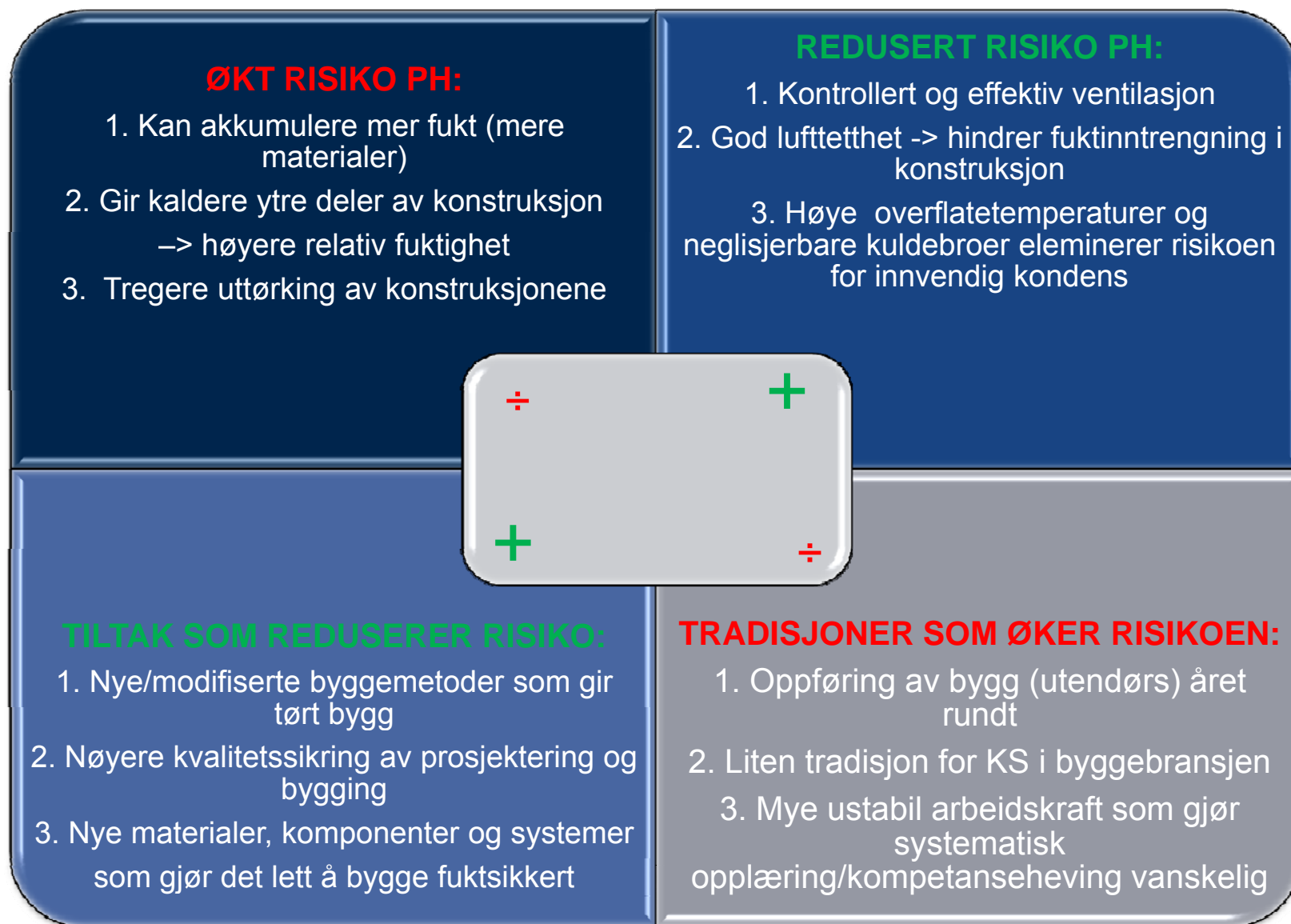
4. Ha "tilgivende" konstruksjoner med gode uttørkingsemuligheter

- Dampåpenheten til vindspærresjikt viktigere enn isolasjonstykkelsen
- I passivhuskonstruksjoner bør Sd-verdien helst være under 0,1 m



Kilde: Sivert Uvsløkk, SINTEF Byggforsk

Risikovurderingsmatrise for passivhus(PH) ++



Oppsummering

- Riktig prosjekterte og oppførte passivhus er bygningsfysisk sunne bygg
- Nesten 20 års erfaring og over 20 000 bygde passivhus underbygger det
- Krever bedre KS byggeprosess og eller modifiserte/nye byggemetoder (ifht. norsk tradisjon)
- Målsetningen **MÅ** være at energieffektive bygg skal være betydelig bedre enn vanlig bygg når det gjelder bygningsfysikk og inn klima – noe som er fullt realiserbart

