

Du bygger

- Vi tar oss av resten

6 TEMAHEFTE

BYGGTEKNIKK

Mai 2016

/OPTIMERA/

optimera.no

Monter

/OPTIMERA/

NORGES STØRSTE

Optimera er Norges største aktør innen salg av byggevarer, trelast og interiør. For deg som proffkunde betyr det at vi har store ressurser og kan bidra til å løse nettopp dine utfordringer for å skape en mest mulig rasjonell byggeprosess.

DU BYGGER - VI TAR OSS AV RESTEN

Slagordet vårt beskriver vårt tilbud til deg som proffkunde; Du bygger - vi tar oss av resten. Det betyr at vår viktigste jobb er å bidra til at din jobb blir enklere, triveligere og mer lønnsom.

ET KOMPLETT TILBUD TIL PROFFEN

Vi tilbyr konkurransedyktige betingelser, tidsbesparende kundeløsninger, et profftilpasset sortiment, effektiv logistikk og god tilgjengelighet gjennom 100 Optimera proffsentre og Montér byggevarerhus.

AKTUELLE TEMAHEFTER

Temaheftene kan også leses eller lastes ned fra optimera.no

Besøk oss på vår hjemmeside for ytterligere informasjon: optimera.no eller monter.no

RÅDGIVNING OG OPPLÆRING

Optimera har som mål å være i front når det gjelder formidling av kompetanse - gjennom våre dyktige medarbeidere, Optimera Akademiet og en serie av Temahefter som regelmessig oppdateres i forhold til nye krav og regler.

TEMAHEFTER

Byggevarebransjen er i stadig utvikling og endringer i produkter og forskrifter skjer kontinuerlig. Gjennom vår serie av temahefter skal du finne informasjon om de forskjellige byggetekniske utfordringene i henhold til gjeldende standarder og forskrifter, samtidig som du til enhver tid er oppdatert i forhold til nye produkter og løsninger.

Vi vet at oppdatert kunnskap gir tryggere og mer kostnadseffektive løsninger og serien av temahefter er derfor tilrettelagt for aktiv bruk både under planlegging av prosjekter og ute på byggeplass.

INNHOOLD

1. Byggeteknikk	4	5. Vinduer og dører	40
1.1 Generelt	4	5.1 Krav til U-Verdi	41
1.2 Energiltaksmodellen	5	5.2 Plassering i konstruksjonen	41
1.3 Rammekravmodellen	6	6. Ventilasjon	42
1.4 Minstekrav	7	6.1 De viktigste kravene til ventilasjon	42
1.5 Hytter og fritidsboliger	8	6.2 Hva er et balansert ventilasjonsanlegg med varmegjenvinning?	43
1.6 Laftede yttervegger av helved	9	7. Piper/ildsteder	44
1.7 Ventilasjon	9	7.1 Tilluft til ildsted, hvordan løser vi dette?	44
1.8 Tilbygg	9	7.2 Tilluft til kjøkkenavtrekk	46
1.9 Energiforsyning	9	7.3 Heksesot	47
1.10 Utvikling i fordeling av energibruk i bolig	10	7.4 Balansert ventilasjon i forhold til luft-luft varmepumper	47
2. Varmeisolasjon	12	8. Målinger og kontroll	48
2.1 Tak	12	8.1 Forenklet tetthetsmåling	48
2.2 Yttervegg	15	8.2 Svarte hull avslører varmetap	48
2.3 Isolasjon med dimensjonerende varmekonduktivitet, λ , på 0,032 W/(mK)	17	8.3 Ferdigattest/Dokumentasjon	50
2.4 Yttervegger med bindingsverk med integrert kuldebrobryter	19	8.4 Energimerking	50
2.5 Yttervegger av isolerte lettklinkerblokker	20	9. Hva er fremtiden	51
2.6 Isoblokk	20	9.1 Fremtidige energikrav	51
2.7 Fasadeblokk	20	9.2 Hva er passivhus?	51
2.8 Kjelleryttervegg	22		
2.9 Alternative materialer til utvendig isolering	22		
2.10 Isolasjonsprinsipper	23		
2.11 Alternative produkter som gir lavere transmisjonstap	24		
2.12 Gulv og ringmur	25		
3. Kuldebroer	26		
4. Tetthet	27		
4.1 Generelt	27		
4.2 Betydning av tetthet	28		
4.3 Tetthet - fukttekniske konsekvenser	28		
4.4 Vindsperre	29		
4.5 Undertak	31		
4.6 Dampspærre	33		
4.7 Tettetdetaljer	34		

1. BYGGTEKNIKK



1.1 GENERELT

Teknisk forskrift til plan og bygningsloven TEK10 stiller krav til bygningens energieffektivitet og energiforsyning. Målsetningen i TEK10 er at byggverk skal prosjekteres og utføres slik at lavt energibehov og miljøriktig forsyning fremmes.

Energikravene som gjelder fra 1. januar 2016 har ett års overgangstid. Det betyr at det fram til 1. januar 2017 kan prosjekteres etter energikravene som gjaldt fram til 1.1.2016. De nye energikravene er etter dette referert til som TEK10.

Gjeldende forskrifter legges det til grunn to hovedprinsipper som kan benyttes til for å dokumentere at energikravene til bygninger er oppfylt, enten ved krav til de enkelte bygningskonstruksjoner og installasjoner (kalt energitiltaksmodellen) eller krav til bygningens totale energibehov (omtalt som "rammekravsmodellen" og samlet netto energibehov).

Det finnes flere beregningsprogrammer, bla TEK-sjekk Energi fra Sintef byggforsk, som kan brukes till å gjøre kontrollberegninger mot

kravene gitt i TEK10 § 14, NS 3700 Kriterier for passivhus og lavenergihus. Boligbygninger eller NVE sin energimerkeordning for bygninger. Alle bygningskategoriene i TEK10 og i energimerkeordningen kan beregnes. Optimera tilbyr også Energiberegning og Energimerking gjennom Tekniske Tjenester.

1.2 ENERGILTAKSMODELLEN

Energiltaksmodellen handler i prinsippet om å oppfylle enn serie enkelttiltak. Dersom samtlige tiltak er oppfylt er forskriftskravet å anse som tilfredsstilt. Energiltaksmodellen skal kun benyttes for boligbygning.

1.2.1 BYGNINGEN SKAL HA FØLGENDE ENERGIKVALITETER(TEK10 REV)

Energiltak		TEK10		TEK10 Rev	
		Småhus	Øvrige bygg	Småhus	Boligblokk
1	U-verdi yttervegg [W/(mK)]	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 0,18	≤ 0,18
2	U-verdi tak [W/(mK)]	≤ 0,13	≤ 0,13	≤ 0,13	≤ 0,13
3	U-verdi gulv [W/(mK)]	≤ 0,15	≤ 0,15	≤ 0,10	≤ 0,10
4	U-verdi vinduer og dører [W/(mK)]	≤ 1,2	≤ 1,2	≤ 0,80	≤ 0,80
5	Andel vindus- og dørareal av oppvarmet BRA	≤ 20%	≤ 20%	≤ 25%	≤ 25%
6	Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg (%)	≤ 70%	≤ 80%	≤ 80%	≤ 80%
7	Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg (SFP) [kW/(m ³ /s)]	≤ 2,5	≤ 2,0	≤ 1,5	≤ 1,5
8	Luftlekkasjetall pr. time ved 50 Pa trykkforskjell	≤ 2,5	≤ 2,0	≤ 1,5	≤ 1,5
9	Normalisert kuldebroverdi, der m ² angis som oppvarmet BRA [W/(mK)]	≤ 0,03	≤ 0,06	≤ 0,05	≤ 0,07

1.2.2 MULIGHET FOR OMFORDELING FOR BOLIGBYGG

Omfordeling mellom tiltak knyttet til transmisjonstap, infiltrasjonstap og ventilasjonstap godtas for boligbygninger. Robuste og langvarige løsninger knyttet til klimaskjermen bør gis prioritet. Tillatt omfordeling dokumenteres ved å vise at varmetapstallet, som angir bygningens samlede spesifikke varmetap, ikke øker. Varmetapstall beregnes etter NS 3031 Beregning av bygningers energiytelse - Metode og data.

1.3 RAMMEKRAVSMODELLEN

Rammekravsmodellen forutsetter at det utføres en energiberegning av bygget ihht. NS 3031. Beregningen må dokumentere at byggets forventede netto energibruk er lavere enn rammekravet for den aktuelle bygningstypen som er angitt i forskriftene.

Rammekravene er noe skjerpet i TEK10 (Rev) i forhold til tidligere forskrift TEK10.

(1) Totalt netto energibehov for bygninger skal ikke overstige energirammen i tabellen i bokstav a samtidig som kravene i § 14-3 oppfylles.

Samlet netto energibehov for bygningen skal ikke være større enn:

a) Tabell: Energirammer

Bygningskategori	TEK10 Rev Totalt netto energibehov [kWh/m ² oppvarmet BRA pr. år]	TEK10 Totalt netto energibehov [kWh/m ² oppvarmet BRA pr. år]
Småhus, samt fritidsbolig over 150 m ² oppvarmet BRA	100 + 1600/m ² oppvarmet BRA	120 + 1600/m ² oppvarmet BRA
Boligblokk	95	115
Barnehage	135	140
Kontorbygning	115	150
Skolebygning	110	120
Universitet/høyskole	125	160
Sykehus	225 (265)	300 (335)
Sykehjem	195 (230)	215 (250)
Hotellbygning	170	220
Idrettsbygning	145	170
Forretningsbygning	180	210
Kulturbygning	130	165
Lett industri/verksteder	140 (160)	175 (190)

(2) Kravene gitt i parentes gjelder for arealer der varmegjenvinning av ventilasjonsluft medfører risiko for spredning av forurensning/smitte.

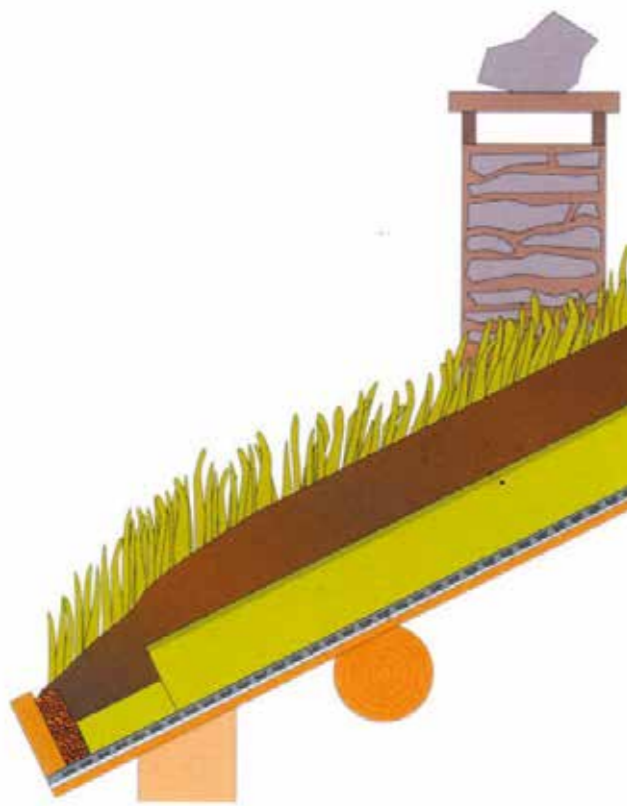
(3) I flerfunksjonsbygninger skal bygningen deles opp i soner ut fra bygningskategori og de respektive energiramme oppfylles for hver sone.

1.4 MINSTEKRAV

Uansett om man benytter seg av energiltak eller rammekravsmetoden må man oppfylle noen minstekrav som ikke kan fravikes. Følgende generelle krav gjelder for henholdsvis TEK10 Rev og TEK10:

	TEK10 Rev	TEK10
U-verdi yttervegg [W/(mK)]	≤ 0,22	≤ 0,22
U-verdi tak [W/(mK)]	≤ 0,18	≤ 0,18
U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/(mK)]	≤ 0,18	≤ 0,18
U-verdi vindu og dør inkludert karm/ramme [W/(mK)]	≤ 1,2	≤ 1,6
Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell [luftveksling pr. time]	≤ 1,5	≤ 3,0

- Bygninger under 30 m² (BRA) som er oppvarmet skal holde minstekravene i forhold til U-verdi, tetthet og isolering av rør, kanaler og utstyr.
- Bygninger med forutsatt lav innetemperatur kan oppnå reduserte energikrav dersom energibehovet holdes på et forsvarlig lavt nivå.
- Bygninger med varmeoverskudd pga. prosess stilles det ingen energikrav til.
- Rør, utstyr og kanaler knyttet til byggets varme- og distribusjonssystem skal isoleres for å hindre unødvendig varmetap.



Prinsippskisse for varmtaksløsning.

1.5 HYTTER OG FRITIDSBOLIGER

TEK10

TEK10 stiller energikrav til hytter og fritidsboliger. For fritidsbolig med én boenhet mellom 50 m² og 150 m² oppvarmet BRA gjelder kun minstekravene i § 14-5 første og annet ledd, § 14-6 og § 14-8. Fritidsbolig med én boenhet over 150 m² oppvarmet BRA må oppfylle energikravene som gjelder for småhus. Dette følger av forskriftens § 1-2 annet ledd bokstav f. For fritidsbolig med flere boenheter gjelder energikravene fullt ut.

Se tabell for oppsummering av energikrav.

TEK16:

- For fritidsbolig til og med 70 m² oppvarmet BRA gjelder ikke kravene i kapittel 14.
- For fritidsbolig over 70 m² til og med 150 m² oppvarmet BRA gjelder kun minimumskrav og at det ikke er tiltatt å installere varmeinstallasjon for fossilt brensel.
- For boligbygning og fritidsbolig med laftede yttervegger gjelder ikke krav til energieffektivitet iht. §14.2 og heller ikke minimumskrav iht. §14.3. For fritidsbolig over 70 m² til og med 150 m² oppvarmet BRA med laftede yttervegger gjelder heller ikke § 14-4 fjerde ledd (skorstein og ildsted). Følgende krav til energieffektivitet gjelder:

	TEK10 (Rev)		TEK10	
	Fritidsbolig over 150 m ² oppvarmet BRA og boligbygning med laftede yttervegger	Fritidsbolig over 70 m ² til og med 150 m ² oppvarmet BRA med laftede yttervegger	Boligbygning, samt fritidsbolig med én boenhet og oppvarmet	Fritidsbolig med én boenhet og oppvarmet BRA under 150 m ²
Dimensjon yttervegg	≥ 8" > laft	≥ 8" > laft	≥ 8" > laft	≥ 6" > laft
U-verdi tak [W/(mK)]	≤ 0,13	≤ 0,13	≤ 0,13	≤ 0,18
U-verdi gulv på grunn og mot det fri [W/(mK)]	≤ 0,10	≤ 0,15	≤ 0,15	≤ 0,18
U-verdi vindu og dør, inkludert karm/ramme [W/(mK)]	≤ 0,80	≤ 1,2	≤ 1,4	≤ 1,6
Lekkasjetall ved 50 Pa trykkforskjell (luftveksling pr. time)	≤ 4,0	≤ 4,5		

1.6 LAFTEDE YTTERVEGGER AV HELVED

Kravene gjelder for boligbygninger og fritidsboliger hvor alle fire yttervegger er utført som laftede vegger av helved. Det betyr at kravene også gjelder for maskinlaft, men ikke for vegger hvor det er lagt inn en isolasjonskjerne eller for andre veggtyper som kubbevegg, reisverk og massivtre.

Kravet er gitt som dimensjon av laft i tommer (""). Yttervegger av laft av helved uten isolasjon har U-verdier på ca. 0,65-0,84 W/(m²K).

1.7 VENTILASJON

Det er ikke krav om varmegjenvinning i ventilasjonsanlegg for boligbygninger eller fritidsboliger med laftede yttervegger. TEK10 stiller imidlertid krav til ventilasjon med hensyn til inneklime. Ventilasjonen kan ivaretas med naturlig eller mekanisk ventilasjon.

Se Byggedetaljer 552.301 Ventilasjon av boliger. Prinsipper og behov.

1.8 TILBYGG

Energikravene gjelder også for alle tilbygg som er søknadspliktige.

1.9 ENERGIFORSYNING

TEK10

Formuleringen i veiledingen til forskriften: En vesentlig del av netto varmebehov skal dekkes av annen energiforsyning enn elektrisitet og/eller fossile brensler hos sluttbruker. Med det menes cirka halvparten, men minimum 40 % av beregnet netto energibehov til romoppvarming og varmt vann. Dette gjelder ikke dersom man kan dokumentere at a) bygningens netto varmebehov er lavere enn 17000 kWh/år, eller b) at varmeløsningen medfører merkostnader over bygningens livsløp, sammenlignet med bruk av elektrisitet eller fossilt brensel (olje/gass).

I slike tilfeller må alle boliger over 50 m² BRA likevel ha skorstein og lukket ildsted. Typiske løsninger for å tilfredsstille kravet kan være bruk av biobrensel, vedfyring, nær- og fjernvarme, varmepumpe o.l. I denne forbindelse kan vannbåren gulvvarme være en god løsning. Det finnes i dag løsninger for legging av vannbåren varme både i støpte gulvkonstruksjoner og i bjelkelagskonstruksjoner.

I TEK10 (rev) ble kravene til energiforsyning lempet i forhold til kravene i TEK10.

I TEK10 er det krav om at minst 60 % av oppvarmingsbehovet i bygg > 500 m² (BRA) må dekkes av annet enn elektrisitet, olje og gass (fossilt brensel).

I TEK10 Rev endres dette og elektrisitet regnes som fornybar energi.

Unntak kan gis dersom naturforhold gjør det praktisk umulig å oppfylle kravene, eller i tilknytning til bosteder med særlig lavt varmebehov.



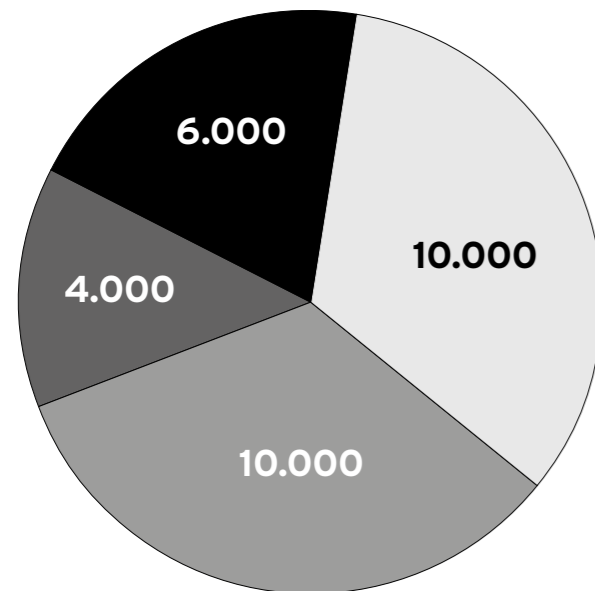
TEK10 (REV)

1. Det er ikke tillatt å installere varmeinstallasjon for fossilt brensel.
2. Bygning med over 1 000 m² oppvarmet BRA skal:
 - a) ha energifleksible varmesystemer, og
 - b) tilrettelegges for bruk av lavtemperatur varmeløsninger.
3. Kravene i annet ledd gjelder ikke for småhus.
4. Boenhet i småhus skal oppføres med skorstein. Kravet gjelder ikke dersom:
 - a) boenheten oppføres med vannbåren varme, eller
 - b) årlig netto energibehov til oppvarming ikke overstiger kravet til passivhus, beregnet etter Norsk Standard NS 3700:2013 Kriterier for passivhus og lavenergibygninger Boligbygninger.

Rammekravet for energieffektivitet i § 14-2 første ledd kan økes med inntil 10 kWh/m² oppvarmet BRA pr. år. Dette forutsetter at det på eiendommen produseres fornybar elektrisitet til bygningen, minst 20 kWh/m² oppvarmet BRA pr. år.

1.10 UTVIKLING I FORDELING AV ENERGIBRUK I BOLIG

Oppvarmingsbehovet ned til 10 % i 2015 sammenlignet med 1970-nivå. Det koster 20-30.000 mindre å drifte et moderne hus i forhold til et gammelt. Et normalt hus med avtrekksisolasjon uten varmegjennvinning benytter ca 10.000 Kwh pr år til oppvarming av ventilasjonsluften. Med balansert ventilasjon med varmegjennvinning kan opp til 85 % av varmen i inneluften gjennvinnes (forutsatt forskriftsmessig luftskifte i huset).



- Oppvarming
- Ventilasjon
- Oppvarming av varmtvann
- Lys, installasjon og el. apparater

Fordeling av energibruk i en bolig i dag.

2. VARMEISOLASJON



2.1 TAK

2.1.1 ISOLERTE SKRÅTAK

Et isolert skråtak kan bygges med et separat luftesjikt mellom vindspærre og undertak, eller med et såkalt dampåpent undertak med all lufting mellom undertak og taktekning. I dag er det dampåpent undertak som er mest benyttet. Dette er kombinert undertak og vindspærre, og da produktet er dampåpent kan det legges rett ovenpå isolasjonssjiktet. Så kommer opplekting og bordtak, eller sløyfer + lekter og takstein. I takkonstruksjoner med hanebjelke og knevegg, kan det med fordel legges mer isolasjon akkurat her, fordi en økning av isolasjonstykkelsen ikke stjeler noe plass eller krever noe ekstra trevirke. U-verdien regnes ut som et gjennomsnitt (arealvektet) for de ulike delene. Figuren til venstre viser I-bjelker. Inntrukket dampspærre kan brukes også her, men er ikke vist.

2.1.2 KALDT LOFTSRUM

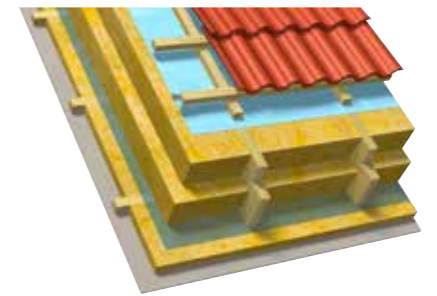
Kalde loftsrom kan bygges med lufting via raft og møne eller som uluftet loftsrom. Løsning med lufting i raftet er vanskelig å få tett, og med de nye tetthetskravene vil uluftede loftsrom som gir bedre lufttetting, og reduserer også faren for brannsmitte til loftsrommet (spesielt viktig i forhold til rekkehus med kalde loft) bli en mer aktuell løsning. Dampspærren kan med fordel forflyttes noe inn i isolasjonssjiktet. Husk bare på at det må være 3 ganger så mye isolasjon på utsiden av dampspærren, i forhold til innsiden. På denne måten ligger den inntrukne dampspærren godt beskyttet. Allikevel anbefaler vi at man unngår innfelt belysning i himlinger (bl.a. fordi den krever avstand til brennbart materiale). Dette gjelder også for kalde loft, selv om man her kan gjøre korrigerende tiltak i forhold til isolasjonstykkelsen. Elføringer og bokser som holder seg innenfor dampspærresjiktet kan lettere aksepteres.

U-verdier skråtak med sperrer (figur 1)

Isolasjons- tykkelse [mm]	Sperre- høyde [mm]	U-verdi [W/mK]							
		36 mm sperre				48 mm sperre			
		λ 0,032	λ 0,034	λ 0,037	λ 0,038	λ 0,032	λ 0,034	λ 0,037	λ 0,038
150	148	0,231	0,242	0,258	0,264	0,240	0,251	0,267	0,272
200	198	0,177	0,185	0,198	0,202	0,184	0,192	0,204	0,208
250	248	0,143	0,150	0,160	0,164	0,149	0,156	0,166	0,169
300	296	0,122	0,127	0,136	0,139	0,126	0,132	0,141	0,144
350	346	0,105	0,110	0,117	0,120	0,109	0,114	0,122	0,124
400	396	0,092	0,097	0,103	0,105	0,096	0,100	0,107	0,109
450	446	0,082	0,086	0,092	0,094	0,085	0,090	0,096	0,097
500	496	0,074	0,078	0,083	0,085	0,077	0,081	0,087	0,088
Brann- motstand		REI 15 / REI 30¹ eller 2							

1) Forutsetter himling av 15 mm branngips.

2) Forutsetter min. 250 mm fastholdt isolasjon. Ståltråd/-nett eller 23x48 mm trelekter c/c 400 mm og 12 mm sponplate.



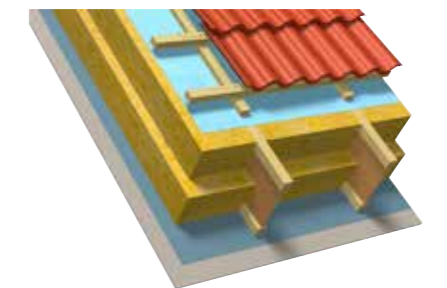
Figur 1. Skråtak med sperrer.

U-verdier skråtak med I-bjelker (figur 2)

Isolasjons- tykkelse [mm]	I-bjelke høyde [mm]	U-verdi [W/mK]			
		λ 0,032	λ 0,034	λ 0,037	λ 0,038
200	200	0,173	0,182	0,195	0,199
250	250	0,139	0,147	0,157	0,161
300	300	0,117	0,123	0,132	0,135
350	350	0,101	0,106	0,114	0,116
400	400	0,088	0,093	0,100	0,102
450	450	0,079	0,083	0,089	0,091
500	500	0,071	0,075	0,080	0,082
Brann- motstand		REI 15 / REI 30¹ / REI 60²			

1) Forutsetter himling av 15 mm branngips.

2) 2 x 15 mm branngips i himling, spikerslag 23 x 73 mm c/c 400 mm.



Figur 2. Skråtak med I-bjelker.

U-verdier skråtak med kaldt loft (figur 3)

Isolasjonstykkelse [mm]	U-verdi [W/mK]							
	48x98 mm undergurt				48x148 mm undergurt			
	λ 0,032	λ 0,034	λ 0,037	λ 0,038	λ 0,032	λ 0,034	λ 0,037	λ 0,038
200	0,163	0,172	0,186	0,190	0,171	0,18	0,193	0,197
250	0,131	0,138	0,149	0,152	0,135	0,142	0,153	0,157
275	0,119	0,125	0,136	0,139	0,122	0,129	0,139	0,142
300	0,109	0,115	0,124	0,127	0,112	0,118	0,127	0,130
350	0,093	0,099	0,107	0,109	0,096	0,101	0,109	0,112
400	0,082	0,086	0,094	0,096	0,084	0,088	0,095	0,098
450	0,073	0,077	0,083	0,085	0,074	0,078	0,085	0,087
500	0,065	0,069	0,075	0,077	0,067	0,071	0,076	0,078
Brannmotstand	REI 15¹ / REI 30² / REI 60³							



Figur 3. Tak med kaldt utluftet loft.

- 1) Forutsetter himling av 12,5 mm gipsplate eller 12 mm sponplate og fastholdt isolasjon, lekter 23x48 mm c/c 300 mm.
- 2) Forutsetter himling av 15 mm branngips, spikerslag 23 x 73 mm c/c 400 mm.
- 3) 2 x 15 mm branngips i himling, spikerslag 23 x 73 mm c/c 400 mm.

2.2 YTTERVEGG

Når kravet til isolasjonstykkelse er større enn nødvendig stendertykkelse for bæreevne, kan det benyttes utenpåliggende uavbrutt isolasjon eller innvendige krysspålagte påføringer. Innvendige krysspålagte påføringer muliggjør inntrukket dampspærre - det vil si at denne plasseres mellom stenderverket og den innvendige påføringen. NB: Ved denne type konstruksjon skal det benyttes minst 3 ganger så mye isolasjon på utsiden av dampspærren som på innsiden! Inntrukket dampspærre gjør det enklere å bygge tett da elkabler og bokser kan legges innenfor dampspærren!

I desember 2012 publiserte Sintef Byggforsk flere nye byggedetaljer vedrørende U-verdiberegning av yttervegger. I de nye tabellene har man tatt hensyn til en større trevirkeandel enn tidligere. Man vet i dag at trevirkeandelen i konstruksjonene er mye større enn det som ble lagt til grunn ved tidligere beregningsmodeller.

Trevirkemengden har en viktig betydning for isolering av ytterveggen. Les nærmere om nye og gamle beregningsforutsetninger.

Frem til nå har U-verdien for yttervegger tatt høyde for en trevirkemengde som kun utgjør stendere satt opp i c/c 60 cm, i tillegg til en toppsvill og en bunnsvill. Dette gjelder våre tidligere, og andre produsenters U-verditabeller, samt at det er dette som var beskrevet i gjeldene anvisning 471.012 fra SINTEF Byggforsk. I praksis vet vi at trevirkeandelen er mye større. Vi snakker da om ekstra stendere og losholter i forbindelse med vinduer og dører, det faktum av vegg lengder ikke går opp i modulmål, eventuelle doble bunn- eller toppsviller, ekstra stendere i forbindelse med hjørner og der hvor konsentrerte laster skal føres ned.

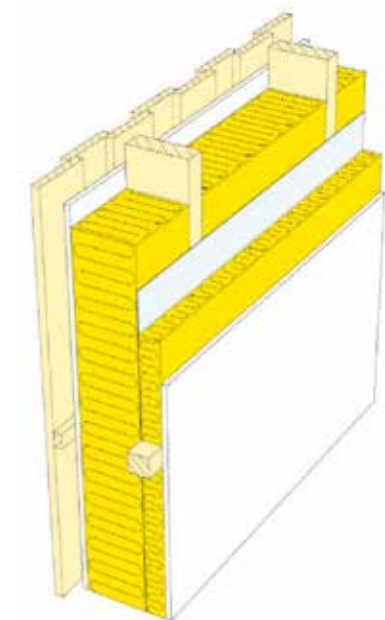
Den nevnte anvisningen (471.012) er nå oppdatert, utvidet og publisert. Den reelle treandelen pr. kvm vegg blir nå lagt til grunn for beregningene.



50 mm utenpåliggende isolasjon. Rockvegg fra Rockwool.



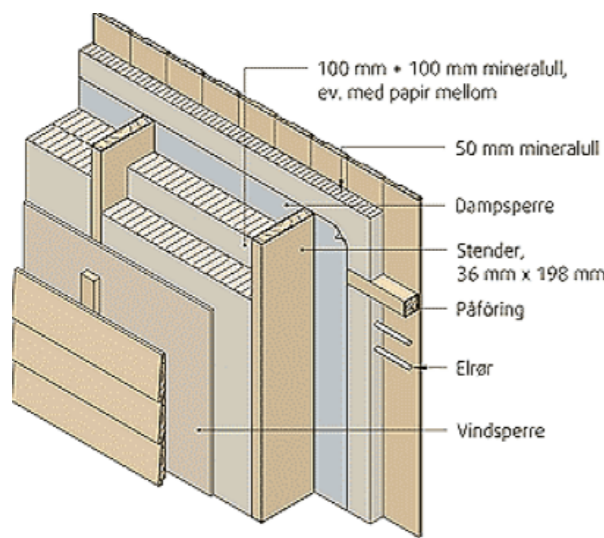
Innvendig påføring muliggjør inntrukket dampspærre.



Yttervegg med inntrukket dampspærre.

L m/m ² 1)	Eksempel på vegg	Treandel pr. m ² vegg for bindings- verk av tre	
		Stender 36 mm %	Stender 36 mm %
2,45	Vegg med høyde 2,4 m uten vinduer og dører	9	12
3,5	Enebolig, romhøyde 2,4 m	13	17
4,5	Boligblokk, rekkehus, barnehage, romhøyde 2,4 m	15	22
5,5	Stort næringsbygg, romhøyde 3,5 m	20	26
7,5	Stort næringsbygg, romhøyde 2,6 m	27	36

1) L = m/m² viser løpemeter treverk pr. kvadratmeter vegg. Tabellen er hentet fra Byggedetaljblad; 471.231 U-verdier for vegger over terreng. Grunnlag for beregninger, tabell 4.



Yttervegg med innvendig horisontal påføring og inntrukket dampspærre.

- Enebolig, romhøyde 2,4 meter. Forutsetter normal praktisert vindusandel i småhus av tre. Veggfelt med 13 og 17% treandel (hhv 36 og 48 mm stender).
- Boligblokk, rekkehus, barnehage, romhøyde 2,4 meter. Veggfelt med 16 og 22% treandel (hhv 36 og 48 mm stender).
- Stort næringsbygg, romhøyde 3,5 meter. Veggfelt med 20 og 26% treandel (hhv 36 og 48 mm stender).
- Vegg med romhøyde 2,4 meter. Viser en U-verdi uten vinduer og dører, kun stendere c/c 60 cm, samt en topp- og bunnsvill. Veggfelt med 9 og 12% treandel (hhv 36 og 48 mm stender).

Anvisningen har blitt utvidet til flere blader; 471.231 U-verdier for vegger over terreng, grunnlag for beregninger 471.401 U-verdier. Vegger over terreng med bindingsverk av tre med gjennomgående stendere 471.411 U-verdier. Vegger over terreng med bindingsverk av tre med kontinuerlig utvendig isolasjon.

Verdien er beregnet etter NS-EN ISO 10211, som er en tredimensjonal beregning, erfaringsmessig vil dette bedre U-verdien på tusendelsnivå.

Her viser vi tabeller for en type yttervegger med tre forskjellige kvaliteter.

Kolonne 2 (U_{3,5}) viser Uverdier for enebolig med vegghøyde 2,5 meter. Nye tabeller fra NBI 471.401 Vegger over terreng med bindingsverk i tre med gjennomgående stendere.

2.3 ISOLASJON MED DIMENSJONERENDE VARMEKONDUKTIVITET, λ , PÅ 0,032 W/(mK)

Varmekonduktivitet (lamdaverdi λ) W(m/K)

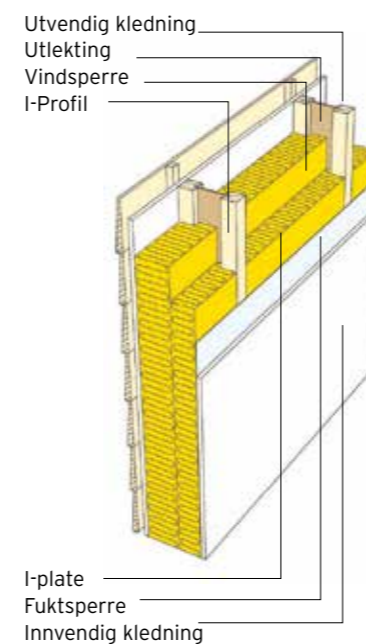
Varmekonduktivitet ble tidligere også kalt varmeledningsevne. Det sier noe om hvilke egenskaper produktet har til å lede varme. Jo lavere lamdaverdi (λ), jo bedre isolerer det.

Lamda 0,032 W/(mK)

Total. isolasjon mm	Bindingsverk		U-verdi W/(mK)				
	d mm	t mm	U _{2,45}	U _{3,5}	U _{4,5}	U _{5,5}	U _{7,5}
100	98	36	0,337	0,358	0,379	0,398	0,439
		48	0,352	0,380	0,405	0,432	0,484
150	148 98+48	36	0,237	0,254	0,272	0,292	0,329
		48	0,248	0,269	0,289	0,311	0,357
200	198 148+48	36	0,182	0,196	0,210	0,224	0,254
		48	0,192	0,209	0,225	0,241	0,276
250	246 198+48	36	0,150	0,161	0,171	0,183	0,206
		48	0,158	0,172	0,186	0,199	0,228
300	296 246+48	36	0,126	0,135	0,145	0,156	0,175
		48	0,132	0,145	0,158	0,169	0,194
350	346 296+48	36	0,109	0,117	0,126	0,135	0,152
		48	0,115	0,126	0,136	0,147	0,168
400	396 346+48	36	0,096	0,103	0,110	0,117	0,131
		48	0,101	0,111	0,120	0,129	0,149
450	446 396+48	36	0,085	0,092	0,098	0,105	0,119
		48	0,090	0,099	0,107	0,116	0,134
500	446+48	36	0,076	0,083	0,089	0,094	0,107
		48	0,080	0,089	0,096	0,105	0,121

Lamda 0,034 W/(mK)

Total isolasjon mm	Bindingsverk		U-verdi W/(mK)				
	d mm	t mm	U _{2,45}	U _{3,5}	U _{4,5}	U _{5,5}	U _{7,5}
100	98	36	0,351	0,371	0,391	0,410	0,449
		48	0,366	0,393	0,418	0,443	0,493
150	148 98+48	36	0,247	0,264	0,282	0,301	0,337
		48	0,258	0,279	0,297	0,320	0,364
200	198 148+48	36	0,190	0,204	0,218	0,232	0,260
		48	0,200	0,217	0,232	0,248	0,281
250	246 198+48	36	0,156	0,167	0,177	0,189	0,212
		48	0,164	0,178	0,192	0,205	0,233
300	296 246+48	36	0,132	0,141	0,151	0,161	0,180
		48	0,138	0,151	0,163	0,174	0,198
350	346 296+48	36	0,114	0,122	0,130	0,139	0,156
		48	0,120	0,131	0,141	0,151	0,172
400	396 346+48	36	0,100	0,107	0,114	0,122	0,136
		48	0,105	0,115	0,124	0,133	0,152
450	446 396+48	36	0,089	0,096	0,102	0,109	0,122
		48	0,094	0,103	0,111	0,119	0,136
500	446+48	36	0,080	0,087	0,093	0,098	0,110
		48	0,084	0,093	0,100	0,108	0,123



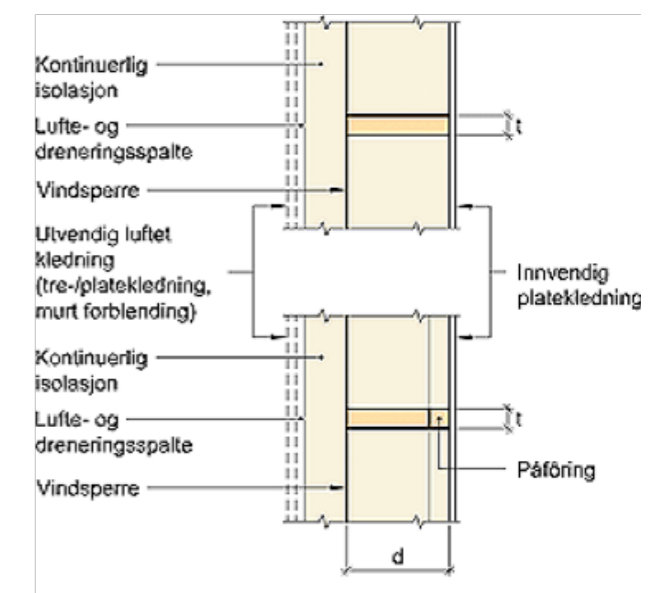
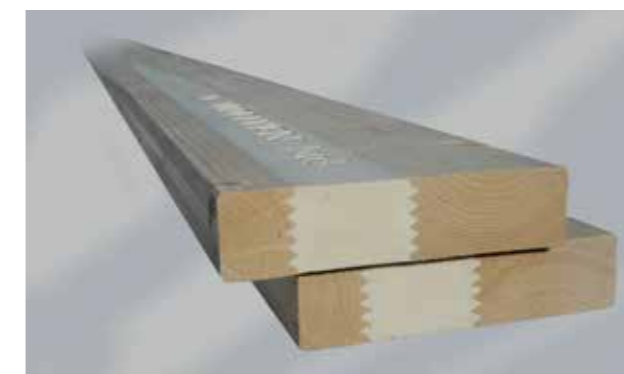
2.4 YTTERVEGGER MED BINDINGSVERK MED INTEGRERT KULDEBROBRYTER

Moelven tilbyr Iso3, som er en trestender med skumisolasjon i midten. Iso3 brukes i stendere, sviller og losholter og eliminerer dermed alle kuldebroer i ytterveggen. Dette gjør at veggene kan bygges ca 5 cm slankere enn andre bindingsverksvegger.

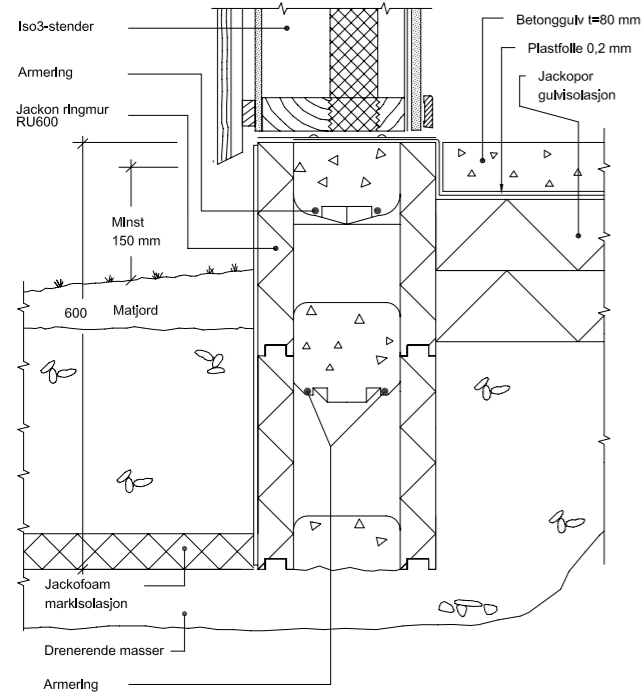
Tabellen viser oppbygningen av de fire dimensjonene Iso3 som tilbys. Her er også u-verdien for veggfelt med gjennomgående Iso3-stender oppgitt.

Isolasjons-tykkelse [mm]	Iso3 + påføring [mm]	U-verdi [W/mK]			
		X 33	Proff 35	A 37	38
250	200 + 48x48	0,143	0,149	0,155	0,158
270	220 + 48x48	0,131	0,137	0,143	0,145
300	250 + 48x48	0,117	0,122	0,127	0,129
350	300 + 48x48	0,104	0,108	0,113	0,115
Brannmotstand		REI 15¹ / REI 30² / REI 60³			

Med Iso3 klarer man normkravet til vegg i TEK10 på 0,18 med 20 cm vegg. Dette er også minstekravet til lavenergi klasse 1. For øvrig har Iso3 strengere toleransekrav enn vanlig trelast, samtidig som fuktinnholdet er 12-14 %, noe som bidrar til at man bygger inn mindre fukt i veggen.



Prinsipiell oppbygning av vegg med isolert bindingsverk av tre med gjennomgående stendere og kontinuerlig utvendig isolasjon.



2.5 YTTERVEGGER AV ISOLERTE LETTKLINKERBLOKKER

Prinsipielt finnes det 2 typer yttervegger hvor lettklinkerblokker benyttes:

1. Vanlige isoblokker
2. Fasadeblokk

2.6 ISOBLOKK

Isoblokker finnes i flere tykkelser og produktvarianter, og kan brukes både over og under bakken. På markedet i dag finnes det systemer som tilfredsstiller dagens krav til U-verdi for yttervegg på 0,18 W/mK. For å tilfredsstille et strengere U-verdikrav i en yttervegg brukes ofte isoblokker i kombinasjon med en innvendig tilleggisolasjon av mineralull. Kabelføringer med mer legges ofte i den innvendige tilleggisolasjonen av mineralull. Det finnes nå lettklinkerprodukter som tilfredsstiller U-verdikravet i TEK 2010 uten bruk av tilleggisolasjon. Tabellen nedenfor viser aktuelle varianter av isoblokkvegger sammen med U-verdier for disse.

U-verditabell (W/mK) for vegg av Leca Isoblokk uten og med tilleggisolasering

	Leca Isoblokk 25 cm			Leca Isoblokk 30 cm			Leca Isoblokk 35 cm		
Mineralull λ_0 (W/mK)	0,037	0,035	0,033	0,037	0,035	0,033	0,037	0,035	0,033
Uten tilleggisolasering*	0,29	0,29	0,29	0,22	0,22	0,22	0,15	0,15	0,15
50 mm mineralull**	0,214	0,211	0,209	0,173	0,171	0,170	0,127	0,126	0,125
75 mm mineralull**	0,190	0,187	0,184	0,157	0,155	0,153	0,118	0,117	0,115
100 mm mineralull**	0,171	0,168	0,164	0,145	0,142	0,140	0,111	0,109	0,108
50+100 mm mineralull***	0,139	0,135	0,131	0,120	0,116	0,115	0,096	0,094	0,092
100+100 mm mineralull***	0,117	0,113	0,110	0,104	0,101	0,98	0,085	0,83	0,081

* Vegg av Leca Isoblokk 25 og 30 cm inkludert U-blokkskift pr. 2,5 m.

** Tilleggisolaseringen i trestendere 48/73/98x36 mm c/c 600 mm og platekledning.

*** Tilleggisolaseringen 50/100 mm direkte mot vegg + i trestendere 36x98 mm c/c 600 mm og platekledning.

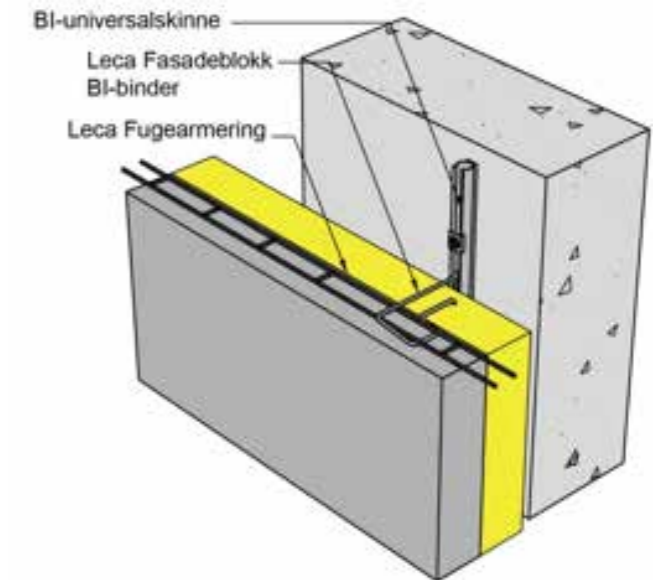
2.7 FASADEBLOKK

Fasadeblokk er en lettklinkerblokk som brukes til forblending av yttervegger. Mange kjenner til oppbygging av yttervegger med teglforblending. Fasadeblokk bygges opp på tilsvarende måte. Hovedforskjellen ligger i den tilleggisolasjonen som finnes i disse blokkene samt hvordan noen detaljer bygges opp. Tabellen nedenfor viser U-verdier for løsninger med Fasadeblokk forblending.

2.8 KJELLERYTTERVEGG

Generelt TEK10 stiller krav om varmeisolasering, se Byggetal 471.018. Kravet til vegger under terreng er det samme som til vegger over terreng, men på grunn av varmemotstanden i jordmassene kan veggen isoleres noe mindre, se Byggetal 471.014. Alle kjellerrom og rom i underetasjer som senere kan gjøres om til oppholdsrom, må prosjekteres som oppholdsrom. Ytterveggene må derfor isoleres fullt ut.

Utvendig etterisolering er å anbefale, men der det kreves betydelige anstrengelser å etterisolere utvendig kan man oppnå et godt resultat med Leca Fasadeblokk brukt innvendig. En fordel ved bruk av denne blokken innendørs er at tilleggisolasjonen skapes parallelt med innvendig ny veggflate.





Skal det være våtrom mot yttervegg anbefales bruk av innvendig plastisolasjon.

Mindre innervegger av Leca Fasadeblokk (max 6 m lengde og 2,5 m høyde) kan mures direkte mot kjellervegg uten luftspalte. Man bruker da faste bindere som festes i bakveggen.

2.9 ALTERNATIVE MATERIALER TIL UTVENDIG ISOLERING

Utvendig kan man bruke tunge plater av steinull, plater av plastisolasjon, eller løs lettklinker. Løs lettklinker fungerer både til drenering, og varmeisolasjon i tillegg til at det er en lett fyllmasse. Det fins også spesialprodukter og -løsninger av ulike varmeisolasjonsmaterialer, ofte med to eller flere funksjoner. Se Byggedetaljer 514.221. Benytt kun løsninger/produkter som er dokumentert med for eksempel SINTEF Byggforsk Teknisk Godkjenning eller tilsvarende dokumentasjon. Eksempler på slike produkter er plater av ekspandert polystyren (EPS), ekstrudert polystyren (XPS) eller steinull med dreneringer i utvendig overflate, og plater av ekspandert polystyren, med åpen vannledende struktur. Dreneringsplater har som regel falseskjøter. Ved bruk av isolasjonsplater i flere lag bør skjøtene forskyves i forhold til hverandre.

2.10 ISOLASJONSPRINSIPPER

Vegger med oppfylling til mer enn halve høyden skal ikke ha dampspørre (plastfolie) mellom innvendig kledning og varmeisolasjon.

Dersom det benyttes innvendig utføring av tre på vegger mot terreng, må bindingsverket være isolert fra betongveggen med minimum 50 mm plastisolasjon eller mineralull. Plater av plastisolasjon må ikke brukes i bindingsverk.

I vegger av betong bør man plassere mest mulig, og minst 2/3 (helst 100 mm eller mer), av varmeisolasjonen på utvendig side av den bærende konstruksjonen i hele vegg høyden.

Se eksempel på løsning av våtromsvegg (Fig. 53c)

Eksempel på vegg hvor det innvendig er benyttet fasadeblokk av lettklinkerbetong med plastisolasjon.

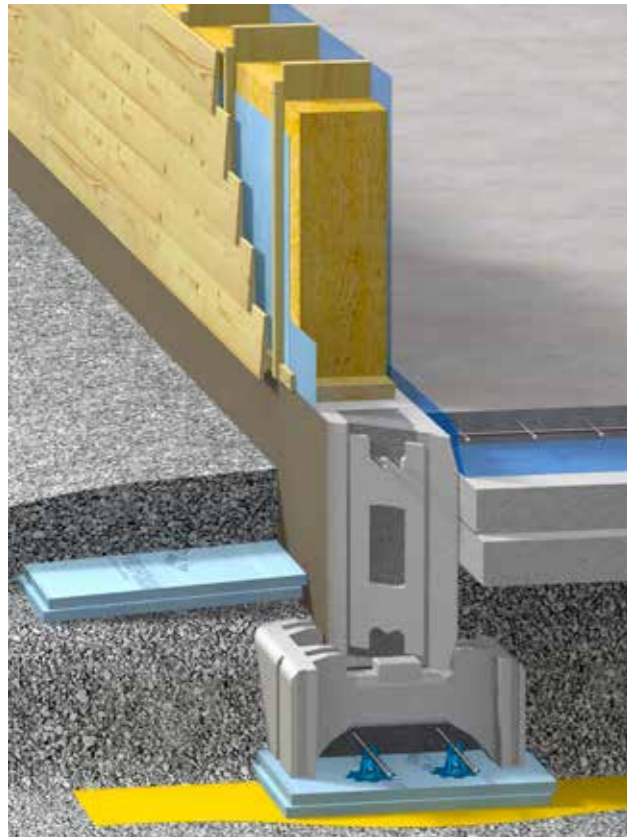
Eksempler på Konstruksjonsløsninger for yttervegger mot terreng (NBI 523.111).

Tabellen viser U-verdier for to aktuelle konstruksjonsløsninger. Varmemotstanden i oppfyllingsmasser på utsiden av veggen er ikke tatt med. Ved utvendig isolering er det regnet med en dimensjonerende varmekonduktivitet $\lambda_d = 0,040 \text{ W/(mK)}$. Ved innvendig isolering er det regnet med $\lambda_d = 0,037 \text{ W/(mK)}$.

Innvendig kledning er 13 mm gipsplater på trestendere c/c 600 mm.



Grunnmursplate med utvendig isolering.



2.11 ALTERNATIVE PRODUKTER SOM GIR LAVERE TRANSMISJONSTAP:

Yttervegger av Isolerte forskalingselementer

Isolerte forskalingsblokker sparer mye tid og jobb ved deres lette vekt. Det finnes i dag flere systemer som både oppfyller kravene til TEK10 og lavenergi-krav uten tilleggsisolasjon, en ferdig vegg kan også lett etterisolerers for å komme ned i passivhus-standard.

I områder med radonbelastning må murverk av lettklinkerblokker slemmes på begge sider for å gjøre konstruksjonen lufttett og hindre inntrenging av radongass.

Også vegger som skal varmeisolerers, må påføres en heldekkende slemming før isolasjonen blir montert. Videre må man sørge for lufttetning i overgangen vegg/gulv.

Tiltak mot radon er behandlet i Byggdetaljer 520.706. Se også Temahefte "Bunn og Grunn".

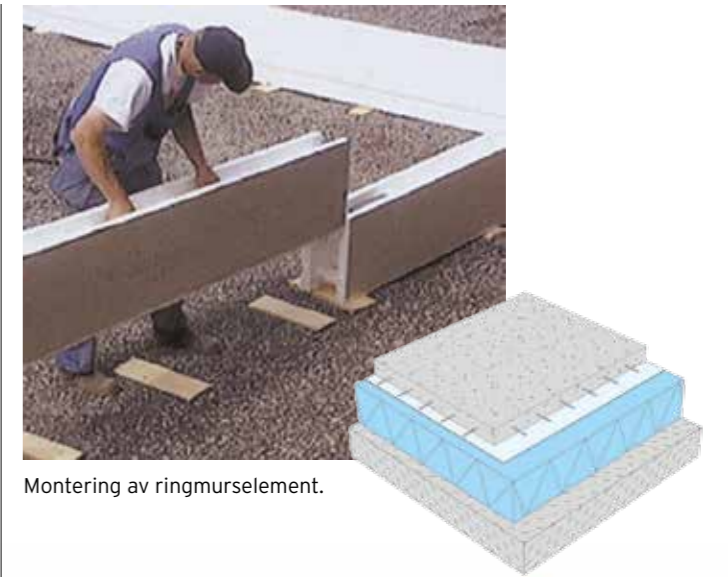
2.12 GULV OG RINGMUR

Gulvet er her vist med støpt betongplate i flukt med overkant ringmur, som er en god og praktisk utførelse. En lett gulvkonstruksjon av plater kan være et alternativ. Prefabrikkerte fullisolerte ringmurselementer med pålimt sementbasert plate eller ferdig fiberpusset overflate, gir en effektiv isolering. Elementet fungerer også som ferdig forskaling for istøping av betong. Tidligere ble kuldebroen i forbindelse med ringmurs-løsningen sett i sammenheng med gulvisolasjonen, slik at tykkelsen på gulvisolasjonen ble økt for å kompensere for kuldebroen i ringmuren. Etter det nye regelverket skal kuldebroen i forbindelse

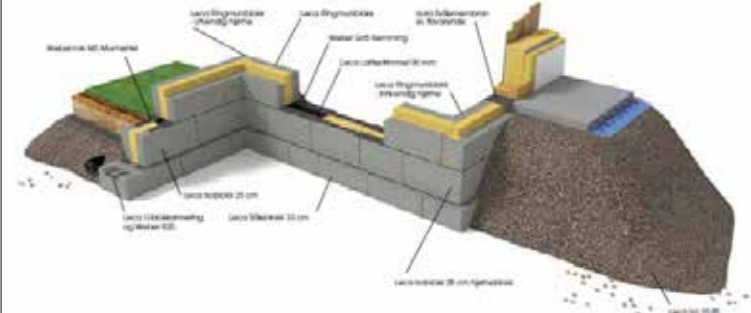
med ringmuren inngå i den normaliserte kuldebroverdien (maks 0,03 W/mK for småhus og 0,07 for andre bygg), og ikke lenger justeres inn i tykkelsen på gulvisolasjonen. Mellom ringmur og bunnsvill brukes svilleunderlag, for å utlikne ujevnheter og sikre tetthet og sikre mot kapillærtransport av fukt. Legg kontinuerlig dampsperre i gulv som aller helst skjøtes med dampsperreren i vegg. Nødvendig tykkelse på gulvisolasjonen vil være avhengig av størrelse og form på bygget, samt grunnforhold og eventuell tilbakefyllings-høyde, og ikke minst varmeledningsevnen på gulvisolasjonen. Erfaringsmessig vil tykkelsen på isolasjonen variere mellom 20 til 25 cm.

For uoppvarmede arealer, som senere kan gjøres om til en oppvarmet del av bygningen (uoppvarmet kjeller, uinnredet loft og lignende), bør konstruksjonene isoleres iht. minstekravene (beskrevet på side 9).

Leca Ringmur er en spesialkonstruert Leca-løsning for gulv på grunn. Utgangspunktet er modifikasjon av Leca Isoblokk 25 cm. Systemet har gode isolasjonsegenskaper og alle de andre fordelene som Leca produkter har. Løsningen er lett å tilpasse og enkel å mure. Den gir lastbæring og varmeisolasjon i ett og samme produkt. Takket være symmetrisk tverrsnitt, kan last føres ned på begge vanger. Det er to varianter av løsningen, en for bruk av Leca lettklinker til isolasjon i gulvet, og en for EPS-isolasjon. Løsningen med Leca lettklinker er den mest rasjonelle rent utførelsesmessig, da lettklinker kan blåses på plass i ringmuren på kort tid.

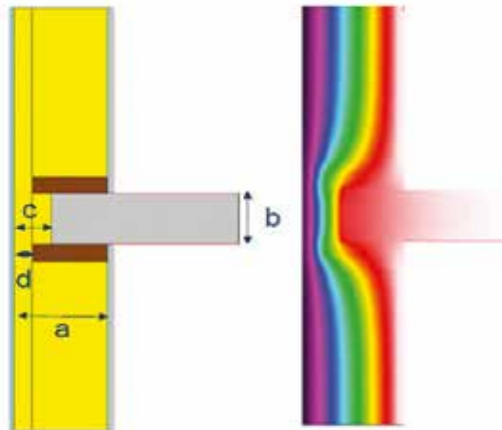


Montering av ringmurselement.

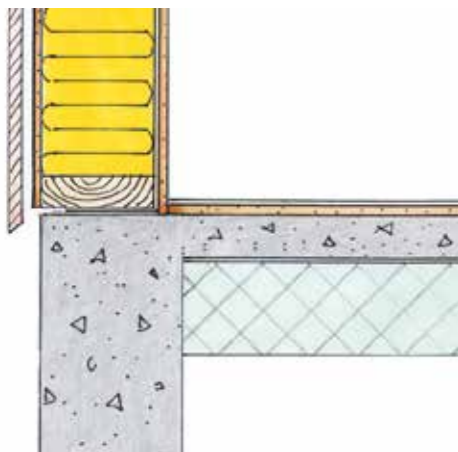


Leca Ringmur med Leca lettklinker isolasjon.

3. KULDEBROER



Prinsippskisse kuldebro.

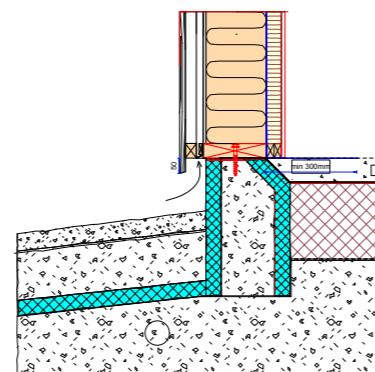


Ringmur og såle i ett uten utvendig isolering er en meget dårlig kuldebrtoløsning.

Kuldebroene har fått større fokus i de nye energikravene. Samlet varmetap gjennom kuldebroer må beregnes ved å finne lengden av hver enkelt kuldebro, og gange med tilhørende kuldebroverdi. Kuldebroverdier kan finnes i SINTEF Byggforsk sitt kuldebroatlas eller dokumenteres av produsenten. Deretter legges alle varmetapene fra kuldebroene sammen, og deles på oppvarmet bruksareal (BRA). Dette tallet kalles normalisert kuldebroverdi, og betegnes med (psi). Den nye forskriften setter som et krav at den normaliserte kuldebroverdi ikke skal overskride 0,05 W/mK for småhus og 0,07 W/mK for øvrige bygg.

Kuldebroer på grunn av inhomogene bygningsdeler, f.eks stendere i vegger, skal inngå i bygningsdelens U-verdi.

Prefabrikerte og fullisolerte ringmurselementer er et eksempel på en god kuldebrtoløsning.



Kilde: Optimera std detaljer

4. TETTHET

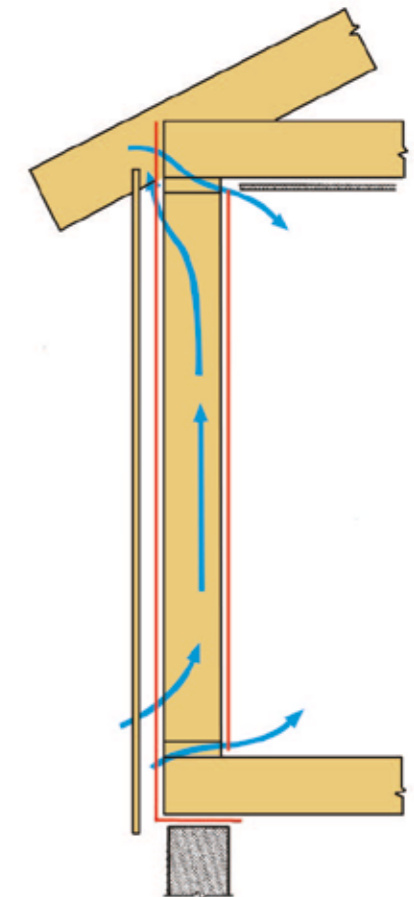


4.1 GENERELT

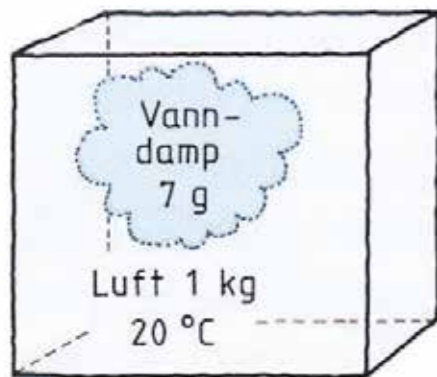
Tetthet er et sentralt punkt i de nye energikravene. Bygg skal utføres slik at klimaskjermen er god og tett både på kald og varm side av konstruksjonen. Det betyr at luftlekkasjer via utettheter må begrenses i forhold til tidligere forskriftskrav. Følgende krav gjelder i henhold til de nye forskriftene:

Type bygg	TEK10	TEK10 Rev
Småhus*	2,5 luftvekslinger pr. time	0,6
Andre bygninger	1,5 luftvekslinger pr. time	0,6
Minimumskrav	3,0 luftvekslinger pr. time	1,5

* Med småhus menes eneboliger, tomannsboliger eller rekkehusleiligheter på inntil 2 etasjer.



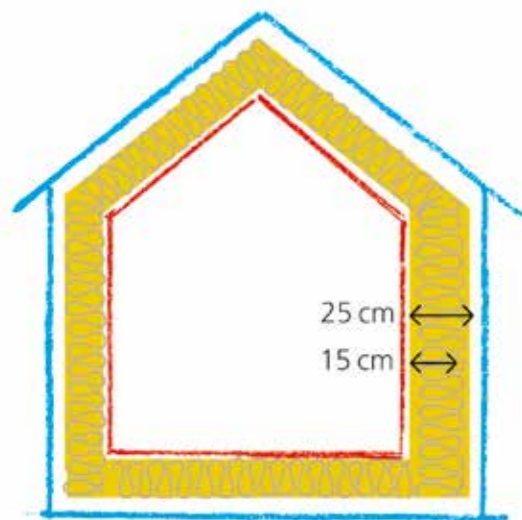
Typiske lekkasjer i en veggkonstruksjon.



Inneluft
40 % RF 935 Pa vanndamptrykk.



Uteluft
90 % RF 240 Pa vanndamptrykk.



Økt veggtykkelse fra 15-25 cm gir ca. 70 % lengre uttørkingstid dersom uttørking bare skjer gjennom vindsperrsjiktet. (SINTEF - Byggforsk).

4.2 BETYDNINGEN AV TETTHET

A: Lekkasje utenfra (Vindsperrsjiktet)

Når vi snakker om å bygge tett bygg mener vi egentlig å bygge tette konstruksjoner. Grunnen til at vi nå ønsker å bygge tettere enn tidligere er først og fremst fordi utettheter og lekkasjer vil bidra til varmetap. Figuren på side 27 i margen viser typiske lekkasjer i en veggkonstruksjon, enten lekkasje via såkalt anblåsing (lekkasjer i vindsperrsjiktet) eller via gjennomblåsing (lekkasjer både i vindsperre og dampsperresjiktet). Betydningen av tetthet er svært avgjørende dersom vi ønsker å spare energi.

Generelt bør samlet vanndampmotstand på varm side av varmeisolasjonen i en yttervegg eller et tak være minst ti ganger større enn samlet dampmotstand på kald side. Det for at fuktigheten skal tørke utover gjennom vindsperran. Se faktaboks på side 30.

B: Lekkasje innenfra (Dampsperresjiktet)

Når vi snakker om å bygge tett i forhold til lekkasjer innenfra handler dette både om reduksjon av varmetap og fuktsikring av konstruksjonene. Oppstår det utettheter i dampsperresjiktet vil dette bli en lekkasjevei for varm og fuktig inneluft. Dette gir fare for kondens og fuktproblemer både i tak og veggkonstruksjonene. Når vi nå skal bygge tykkere konstruksjoner med mer isolasjon vil denne problemstillingen forsterkes. Illustrasjonene til venstre viser hvordan varm og fuktig inneluft har et høyere vanndamptrykk enn den kalde luften utenfor bygget. Trykket er størst oppunder taket, og ved lekkasjer i dampsperresjiktet vil varm og fuktig inneluft trenge ut i takkonstruksjonene.

NB: Når vi snakker om tett bygg og tette konstruksjoner er det like viktig at både vindsperre- og dampsperresjiktet er tett!

4.3 TETTHET - FUKTTEKNISKE KONSEKVENSER

Krav til tetthet og mer isolasjon gir konsekvenser for uttørking av byggfukt. Eksempelvis tar det ca. 70 % lengre tid å tørke ut byggfukten av en veggkonstruksjon dersom veggtykkelsen økes fra 15 til 25 cm og uttørkingen bare skjer gjennom vindsperran (kilde: SINTEF Byggforsk). Med de nye energikravene er det derfor viktig å velge materialer og løsninger som i tillegg til å gi tett

bygg, også sørger for hurtig og sikker uttørking - og samtidig gir god fuktbeskyttelse i byggeperioden.

NB! Fuktmømfintlige materialer må holdes tørre. Sørg for god fuktsikring i byggeperioden - fukt som ikke blir tilført bygget koster det ingenting å bli kvitt!

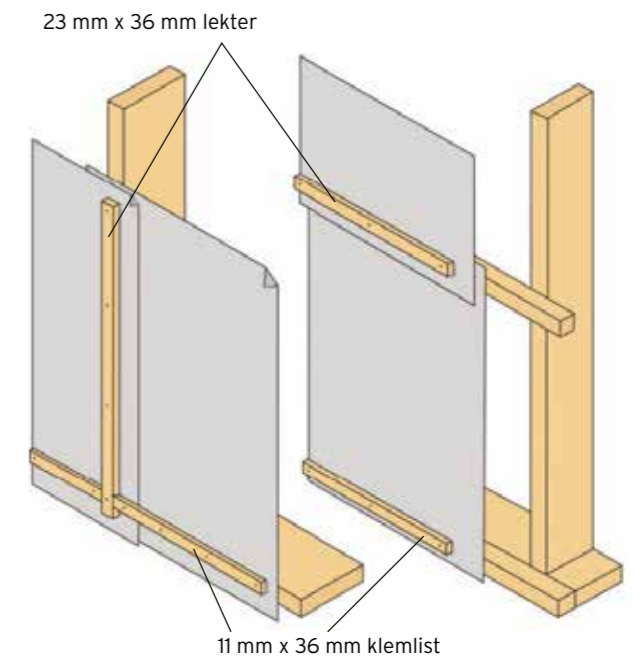
4.4 VINDSPERRE

I forhold til de nye energikravene settes det nå større krav til et tett vindsperrsjikt. Det betyr at det må utøves mer nøyaktighet i forbindelse med monteringen enten det gjelder plate- eller rulleprodukter (folier). Generelt gjelder større fokus på klemte skjøter, gjerne kombinert med tapeløsninger som har dokumenterte egenskaper i forhold til fukt- og aldringsegenskaper.

4.4.1 PLATEPRODUKTER

For gipsplater gjelder innfesting med 15 cm avstand mellom festepunktene på kant og 30 cm på midten av platene dersom det benyttes skruer. For skiferstift gjelder henholdsvis 10 og 20 cm. Platene skal festes uavhengig av innfestingen av utlektingen. I alle kritiske overganger som utvendige/innvendige hjørner, og i forbindelse med vinduer og beslag benyttes vindsperre rims som tettetdetalj. For ikke understøttede skjøter må det benyttes skjøteprofiler til tetting.

For asfaltplater gjelder standard innfesting med kubbing/understøttelse under alle plateskjøter (NB horisontale skjøter og avslutning mot raft). I alle utvendige/innvendige hjørner, og i forbindelse med tilslutning til vinduer og dører benyttes rims av vindsperrereduk.



Liggende kledning

Stående kledning



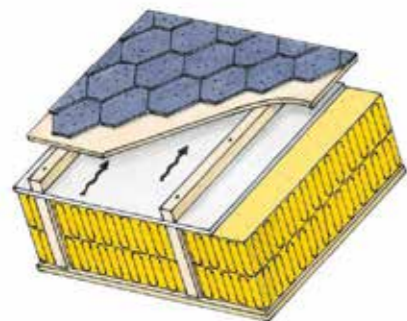
Montering av etasjehøy vindsperre.

SD verdi

SD-verdi er verdien som brukes for å angi hvor dampåpen en membran er. Kravet for diffusjonsåpne undertak og vindsperrer er en Sd-verdi på maks 0,5 m. Jo lavere Sd-verdi, jo mer dampåpen er membranen, og jo bedre er det for konstruksjonen. En membran med Sd-verdi 0,25 m slipper gjennom dobbelt så mye vanndamp som en med Sd-verdi 0,5 m. Byggforsk anbefaler at dampsperrer bør ha en SD verdi på minst 10m. Generelt bør samlet dampmotstand på varm side i en bygningskonstruksjon være minst 10 ganger større enn samlet dampmotstand på kald side.



Fuktbeskyttelse og dobbel vindtetting.



Eksempel på vindsperre i isolert skråtak.

4.4.2 RULLE(FOLIE)PRODUKTER

Rulleprodukter av folie leveres gjerne etasjehøy slik at folien kan monteres med svært få skjøter og med hel tilslutning til dører og vinduer. Alle skjøter skal monteres med omlegg og klemler. Ved etasjeskille skal folien klemmes med lekter både i over- og underkant. For tradisjonell vegg-papp gjelder tilsvarende forutsetninger. Rulleprodukter av folie kan også med fordel benyttes som vindsperre i isolerte skrå trectak hvor det skal benyttes et dampnett undertak med luftespalte mellom undertaket og isolasjonen. Vindsperran monteres da vertikalt (fra møne til raft) med omlegg over taksperrene. Omleggene klemmes tette med lekter (23 mm x 48 mm) som samtidig danner oppbygning for luftespalten mellom undertaket og vindsperre/isolasjon.

Rulleprodukter kan også benyttes utenpå plateprodukter som fuktbeskyttelse og dobbel vindtetting. Det er dermed ikke nødvendig å benytte rims og skjøteprofiler ved montering av plateproduktene. Det er imidlertid viktig at det ikke kommer vann mellom de to sjiktene under monteringen og at rulleproduktet som benyttes har lavere vanndamp motstand (Sd-verdi) enn plateproduktene.

Løsningen er særlig aktuell i værharde strøk (Vestlandet/kyst Norge) og ved større prosjekter som har lang byggetid (værutsatte).

NB: Generelt gjelder at jo lavere Sd-verdi folien har desto mer fuktsikker er løsningen i forhold til uttørking!

Dobbel vindtetting er imidlertid ikke nødvendig for å ivareta de nye kravene til tett bygg - også plateprodukter gir god tetthet alene dersom detaljene i forbindelse med plateskjøter og tilslutning til andre bygningsdeler blir godt ivaretatt.

4.5 UNDERTAK

Undertakets hovedfunksjon er å hindre vann og fuktighet å trenge inn i takkonstruksjonen og øvrige underliggende konstruksjoner. Undertaket/taktro kan også ha en bærende funksjon som underlag for asfalt takbelegg og folietekkinger. Det er flere forhold som avgjør valg av undertaksløsning, men man ser det i sammenheng med valg av taktekking og takkonstruksjon. Lokale tradisjoner og byggeskikk kan også være med å avgjøre valget.

Det finnes flere typer undertak men vi deler gjerne inn i to hovedprinsipper:

Bærende undertak og forenklede undertak.

4.5.1 BÆRENDE UNDERTAK

Bærende undertak benyttes primært i forbindelse med taktekkinger som ikke er selvbærende (takbelegg, takshingel, torvtak o.l.). Bærende undertak kan bygges opp av takbord (rupanel) eller plateprodukter (Spon, Kryssfinér og OSB plater etc.). Det anbefales å benytte takbord med not og fjær og med maks 95 cm bredde for å unngå at bordene slår seg. Tykkelsene på bordene og platene må dimensjoneres etter sperreavstand og forventede lastpåkjenninger - se tabell!

Bærende undertak/taktro kan også benyttes til lektede taktekkinger der det ønskes et solid og robust undertak, f.eks. ved taktekking som slipper inn mye nedbør, eller på bygg i utsatte strøk).

Snølast på mark iht. NS-EN 1991	Avstand (cc) for sperrer/takstoler			
	600 mm	900 mm	1200 mm	
Rupanel / underpanel	3,5 kN/m ² 4,5 kN/m ²	15 mm 18 mm	18 mm 21 mm	21 mm -
Kryssfinér	2,5 kN/m ² 3,5 kN/m ² 4,5 kN/m ²	9,5 mm 9,5 mm 12,5 mm	15,5 mm 9,5 mm -	18,5 mm - -
Sponplater	2,5 kN/m ² 3,5 kN/m ² 4,5 kN/m ²	13 mm 16 mm 19 mm	- - -	- - -
OSB	2,5 kN/m ² 3,5 kN/m ² 4,5 kN/m ²	12,5 mm 12,5 mm 12,5 mm	15 mm 15 mm 18 mm	18 mm 22 mm -

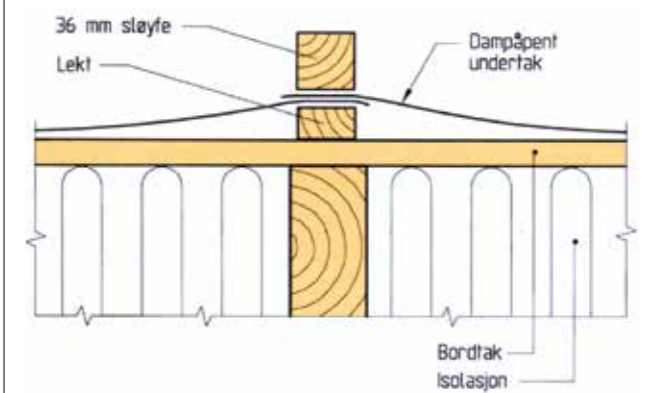
Bærende undertak kan bygges opp både som dampnett og dampåpne løsninger.

A: Bærende dampnett undertak

Undertak med rupanel eller takplater og et dampnett asfalt underlagsbelegg. Løsningen er spesielt godt egnet for bygg med kaldt loft og for isolerte skråtak hvor det må etableres luftespalte mellom undertaket og isolasjonen.

B: Bærende dampåpent undertak

Undertak med rupanel og diffusjonsåpent undertak som underlagsbelegg (Optiform undertak). Løsningen er særlig godt egnet for bygg med isolerte skråtak. Det er da ikke nødvendig å etablere luftespalte mellom undertaket og isolasjonen - isolasjonen kan dyttes helt oppunder undertaket (se prinsippskisse).



4.5.2 FORENKLET UNDERTAK

Benyttes i forbindelse med lektede takkvinger (takstein, takplater av metall, etc).

Forenklede undertak leveres enten som plate- eller rulleprodukter og er som navnet tilsier forenklet i den forstand at de har begrenset bæreevne og avstivning. Bruk av forenklet undertak krever spesiell nøyaktighet i forbindelse med detaljer som gjennomføringer, og avslutninger ved møne og raft.

NB: Forenklede undertak leveres både som dampåpent og damptett og det er svært viktig at det tas hensyn til dette når den øvrige del av takkonstruksjonen skal bygges opp.

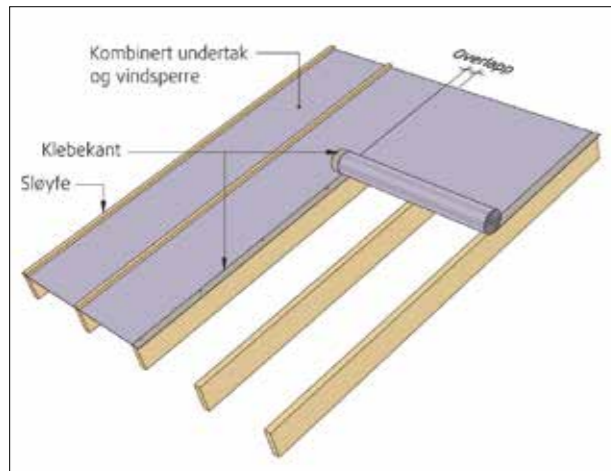
A: Forenklet dampåpent undertak

Et forenklet dampåpent undertak er spesielt godt egnet for bygg med isolerte skråtak. Det dampåpne undertaket fungerer da både som undertak og vindsperre i ett og det er dermed ikke nødvendig å etablere luftespalte mellom undertaket og isolasjonen. Isolasjonen kan dermed dyttes helt opp under det dampåpne undertaket.

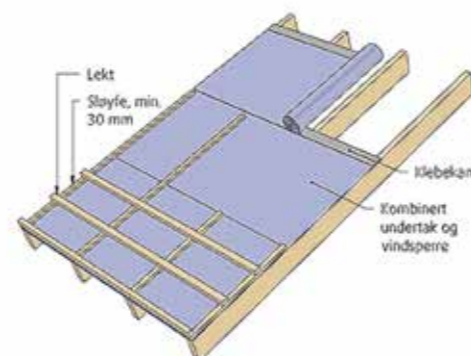
B: Forenklet damptett undertak

Et forenklet damptett undertak er særlig godt egnet i bygg med kaldt loft og uisolerte driftsbygninger, men kan også benyttes i isolerte skråtak forutsatt at det etableres luftespalte mellom undertaket og isolasjonen.

NB: Valg av undertak får konsekvenser for hvordan den øvrige del av konstruksjonen skal bygges opp og bør vurderes i sammenheng med type bygg, type takvking, takvinkel, formen på taket og ikke minst forventet klima og vær-påkjenninger.



Optiform Undertak montert parallelt med taksperrene.



Montering av forenklet dampåpent undertak.
Kilde; Sintef Byggforsk.

4.6 DAMSPERRER

Dampsperrsjiktet skal først og fremst hindre luftlekkasje. Dette for å unngå varmetap og sørge for at varm inneluft ikke trenger inn i konstruksjonene slik at det kan oppstå kondens/fukt. Det er derfor et krav at dampsperrer skal være både luft- og damptette. SINTEF Byggforsk anbefaler at dampsperrer skal ha en Sd-verdi på minimum 10 (m). Aldringsbestandig byggfolie i tykkelse 0,15-0,20 mm vil tilfredsstillende dette anbefalte kravet med god margin (Sd-verdi på 70-80 m).

4.6.1 INNTRUKKET DAMSPERRE

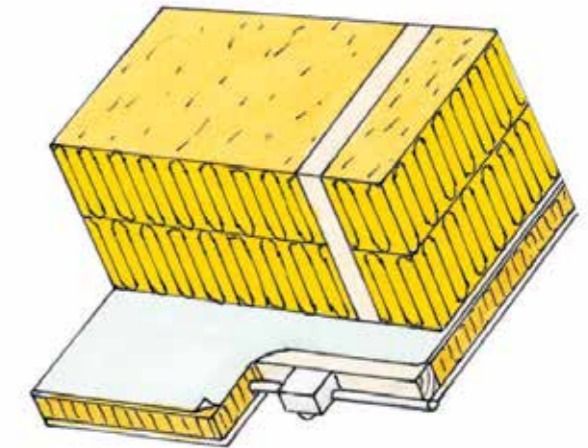
I forbindelse med de nye energikravene hvor vi øker isolasjonstykkelsene i tak og yttervegger vil det være enda viktigere med et tett dampsperrsjikt, og SINTEF Byggforsk anbefaler da gjerne at dampsperran trekkes inn i konstruksjonen slik at sjiktet blir mindre sårbart for skader i forbindelse med elektrikerarbeid. Rør og bokser kan da monteres i hulrommet mellom den inntrukne dampsperran og innvendig kledning uten at dampsperrsjiktet perforeres.

NB: Ved inntrukket dampsperre skal det alltid være minst 3 ganger så mye isolasjon på utsiden av dampsperran som på innsiden (mot innvendig kledning).

Dampsperran skal monteres med omlegg og klemte skjøter. Ved tilslutninger og i overganger hvor det er vanskelig å få til et godt klem, bør det i tillegg benyttes en sterk dampsperretape med dokumenterte klebe- og aldringsegenskaper. I takkonstruksjoner hvor det benyttes limtre-dragere eller hanebjelker som bæresystem må det legges langsgående rims av et dampsperrmateriale før taksperrene monteres (se bilde).

I forbindelse med de nye energikravene kan det også være aktuelt å benytte reflekterende folie som erstatning for en tradisjonell dampsperre. Denne er damptett og har en metallisert overflate som reflekterer varme. Det kan dermed spares isolasjon både i vegg- og takkonstruksjonene.

Reflekterende folier skal monteres inntrukket slik at det dannes et uisolert hulrom på 30-50 mm mellom folien og den innvendige kledningen (se prinsippsskisse). Varmen som folien reflekterer vil da varme opp luften i hulrommet slik at denne vil danne et isolerende sjikt som tilsvarer ca. 30 mm isolasjonstykkelse.



Prinsippsskisse inntrukket dampsperre.



Dampsperre trukket over mønsås.

NB: Reflekterende folie skal alltid monteres mot et hulrom (som en inntrukket dampsperre)!



4.7 TETTEDETALJER

Utettheter oppstår gjerne i sammenheng med overganger mellom de ulike konstruksjonene og i forbindelse med gjennomføringer som perforerer damp- eller vindsperresjiktet. Disse skaper utfordringer både i forhold til prosjektering og utførelse. For å ivareta de nye forskriftskravene er nøyaktighet i forbindelse med tettedetaljer av helt avgjørende betydning. Vi har her satt fokus på de mest kritiske detaljene og gjort en vurdering av alternative løsninger.

4.7.1 TETTHET VED RAFT

Tett overgang fra tak til vegg er en kritisk detalj hvor det er vanskelig å unngå luftlekkasje. I forbindelse med de nye energikravene er det følgende to løsninger som gjerne foreskrives (se illustrasjoner i margen);

- Raft med løst takutstikk.
- Raft kledd inn med undertak.

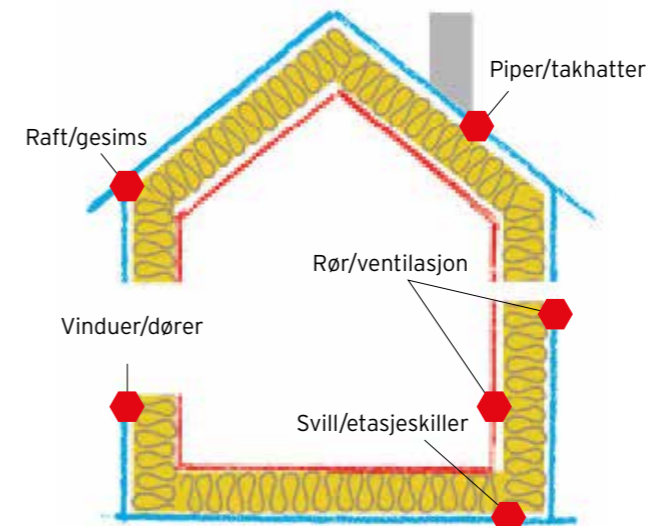
Generelt vil undertak og vindsperre på rull (folieprodukter) være godt egnet for denne typen tilpasning. For begge løsningene er det viktig å etablere en brett i folien som gir en dryppkant enten utover utlektet kledning eller over forkantbordet.

I forbindelse med løsningen hvor raftet kles inn med diffusjonsåpent undertak leveres det nå spesialløsninger som forenkler monteringen i forbindelse med denne detaljen (se bilde i margen).

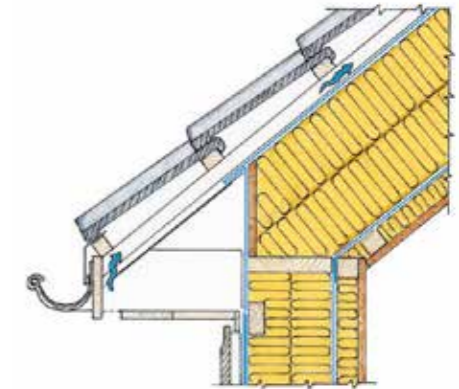
Plateprodukter monteres tilsvarende men det må da kubbes ved alle avslutninger. I forbindelse med de nye rafteløsningene er det nå flere detaljløsninger under utvikling. Prefabrikerte løse takutstikk (Forestia as), og rafterims av undertak som gjør det enklere å kle inn raftet (Isola as) er eksempler på slike løsninger (se ill).

4.7.2 TETTHET VED PIPEGJENNOMFØRINGER/TAKHATTER

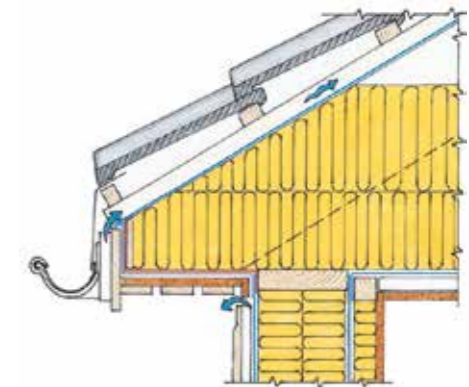
Pipegjennomføringer er en utsatt detalj hvor det kan være vanskelig å oppnå tette sperresjikt. Både mansjetter og beslag som kan tilpasses de fleste gjennomføringene finnes tilgjengelig i handelen, men disse er erfaringsmessig lite benyttet. Nye løsninger som gir større fleksibilitet og som er enklere å montere er nå under utvikling. Ulike typer tetteband av butyl er eksempel på slike løsninger. Bildene til høyre viser en ny type tetteband med kreppt vindsperreduk belagt med butyl klebemasse (Flex Wrap). Båndet leveres i ulike bredder og kan enkelt tilsluttes hjørner og oppkanter på grunn av fleksibiliteten i det kreppte (komprimerte) materialet. På markedet finnes det også dobbeltklebende butyl tetteband som kan benyttes til klebing/klemming av undertak, vindsperre eller dampsperr direkte mot pipen. Butyl kleber svært godt til de aller fleste aktuelle byggmaterialer og har svært gode aldringsegenskaper.



Tetthet - kritiske detaljer.



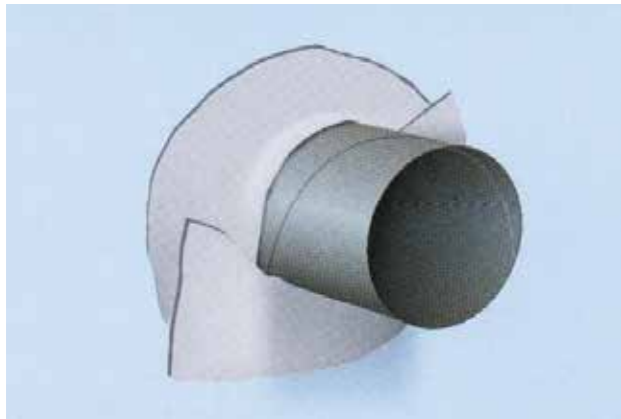
Diffusjonsåpent undertak Vindsperre Raft med løst takutstikk.



Diffusjonsåpent undertak Pro Super Rafterims Vindsperre Raft kledd inn med diffusjonsåpent undertak.



Selvklebende og elastisk tettebånd med kreppt vindspærreduk.



Gjennomføring med butyl tettebånd.

4.7.3 TETTHET - RØRGJENNOMFØRINGER

De nye kravene til tetthet vil også medføre større fokus på alle typer rørgjennomføringer enten de bryter bare ett eller begge sperresjiktene. I likhet med pipegjennomføringer kan det også her benyttes tettebånd av butyl eller spesialtape som er tilpasset enten vindspærre- eller dampspærresjiktet.

NB: En god dampspærretape er ofte ikke en like god vindspærretape! (Dårligere fuktegenskaper/heft til vindspærrematerialer).

En enda enklere og sikrere løsning er eventuelt å benytte ferdige mansjetter med klebekrage (se figur til venstre). Disse leveres i alle vanlige rør dimensjoner fra 8 mm (kabel) til 160 mm ventilasjonsrør. Rør gjennomføringer med diameter fra 50 mm og oppover bør ha en understøttelse bak mansjetten både på vindspærre- og dampspærresiden. Til takgjennomføringer (ventilasjon/soil) leveres det mansjetter med gummi flens/krage som dermed kan tilpasses ulike takvinkler. Disse klebes og klemmes til undertaket/underlagsbelegget med dobbeltklebende butylbånd og klemler.

NB: Takgjennomføringer må ha understøttelse dersom det benyttes forenklet undertak!

Uansett valg av løsning bør det kreves god dokumentasjon både på heft og aldringsegenskaper. Dette vil være avgjørende for varig tetthet!

4.7.4 TETTHET - TILSLUTNING TIL VINDUER OG DØRER

Tett tilslutning til dører og vinduer er en detalj som er mye fokusert i forbindelse med de nye forskriftene. Også plasseringen av vinduet i forhold til veggkonstruksjonen er mye diskutert. Generelt gjelder at plassering i flukt med yttersiden av veggen gir god fuktsikkerhet, mens en plassering hvor vinduet er trukket inn i konstruksjonen er gunstig i forhold til utvendig kondens (NB: Vinduer med lav U-verdi!) og energibesparelse. Imidlertid er denne løsningen mer krevende i forhold til fuktbeskyttelse og vil kreve en vanntett membranløsning under sålbenkbeslaget (se prinsippskisse!)

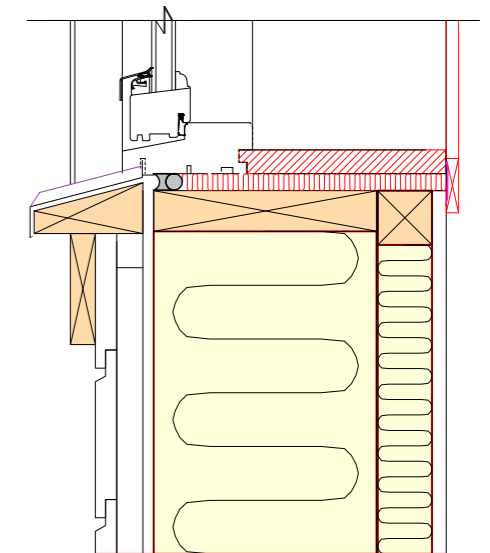
NB: Trekk vinduet inn i veggkonstruksjonen stilles det ekstra krav til fuktsikring!

Når det gjelder tett tilslutning til vinduer og dører finnes det mange forskjellige løsninger. Tester som er gjennomført viser at både vindspærre tape og vindspærre rims (montert med klemler mot karm) gir svært gode resultater med hensyn til tetthet. Ved bruk av vindspærre tape ble det målt 0 i luftlekkasje.

Av andre løsninger som kom brukbart ut var bunnfyllingslist (med fugemasse) og isolerende dyttestrimmel på 150 mm. Fugeskum ble ikke testet men også denne metoden må antas å gi god tetting dersom dette utføres nøyaktig og i henhold til leverandørens anvisninger (NB: flatene bør fuktes før skumming!) Heller ikke ekspanderende fugebånd ble testet - men også denne løsningen må antas å gi god tetthet dersom fugebåndet er av lufttett materiale og det vises nøyaktighet med utførelsen. (NB: utførelse i forbindelse med hjørner!)



Rørmansjett med klebekrage.



Vindsperretape eller bunnfyllingslist og fug som vindtett og isolering.



Tetting av vindusfuge med vindspærre tape.



Tetting med vindsperre rims.



Svillemembran med vindsperreflik.



NB: Nøyaktig utførelse av vindsperresjiktet er svært viktig for å oppnå god tetthet/ unngå varmetap!

I forhold til innvendig tetting ble det oppnådd brukbart resultat med dampspærre klemt mot utføring med stifteavstand på 150 mm. Økes stifteavstanden til 600 mm øker lekkasjetallet betydelig. Ved inntrukket dampspærre er det viktig at hjørnene tettes med en godkjent dampspærretape med gode klebe- og aldringsegenskaper. Bunnfyllingslist og fugemasse ble ikke testet men antas også å være en god løsning dersom fugearbeidet utføres nøyaktig. Spesial rims/tettebånd med klebekanter for tilslutning til både vinduskarm og vindsperre eller dampspærre kan også være aktuelle løsninger for fremtiden (se illustrasjon).

4.7.5 TETTHET VED SVILL/ ETASJESKILLER

Tett overgang mellom grunnmur og svill er nok en avgjørende detalj i forhold til de nye forskriftene. Med den tradisjonelle løsningen med grunnmurspapp, svillepapp og laftevatt vil det rent praktisk være krevende å få til et fullgodt resultat. Spesielløsninger som svillemembraner, svillebånd og svilleunderlag er allerede benyttet i flere år og vil gjennom de nye kravene bli enda mer aktuelle. Enkelte varianter svillemembraner består både av en membranløsning og en vindsperreflik som monteres slik at vindsperren på veggen danner et omlegg over fliken. Omlegget klemmes deretter tett med en horisontal klemlekt. For bygg med kjelleretasje leveres svillemembranen med to vindsperre fliker slik at det også kan etableres en tett tilslutning til vindsperren i etasjeskille mellom kjeller og første etasje.

Det er også mulig å oppnå god tetthet ved å benytte løsninger med kraftige vindsperrerims som kombineres med gode svilleløsninger. Også her er det nå en aktiv videreutvikling på gang i forhold til blant annet nye byggedetaljer fra SINTEF Byggforsk.

En av de største utfordringene i forhold til å oppnå god tetthet i overgangen mellom grunnmur og svill er at det alt for ofte er en mangelfull avretting av grunnmurskrona.

NB: Tett overgang mellom grunnmur og svill oppnås enklest ved at grunnmurskrona er avrettet i henhold til gjeldende toleransekrav.

4.7.6 TETTHET - LETTKLINKER-KONSTRUKSJONER

Vegger av lettklinkerblokker med polyuretanisolasjon tilfredsstillende tetthetskravene forutsatt at de er pusset med pussmørtel på en fagmessig måte. Det vil si at pussoverflaten er jevn og fri for utettheter. En slik pussoverflate er vanligvis enkelt å oppnå ved korrekt utført pussarbeid. Når det gjelder valg av riktige pussmaterialer samt utførelse av pussarbeid her henvises det til produsentens anvisninger samt byggedetaljblader fra SINTEF Byggforsk. Etter at man har murt opp en yttervegg av lettklinkerblokker bør man ivareta følgende:

- Utvendig pusset overflate i slagregnstett utførelse.
- Innvendig pusset eller slemmet overflate.
- Pussing eller slemming av alle smyg i vindus- og døråpninger før vindu/dør monteres.
- Pussing eller slemming av toppen av murkrona.

Enten man bruker pussmørtel eller slemmemørtel anbefaler vi at mørtelen trekkes på med stålbrett i henhold til produsentens anbefalinger. Påføring av slemmemørtel kun ved bruk av kost er erfaringsmessig vanskelig å få helt lufttett, og vi anbefaler derfor ikke det. Om man ønsker en kostet overflate anbefaler vi at slemmemørtelen trekkes på med stålbrett, og så kan den ferdige overflaten kostes etterpå.

I overganger mellom yttervegger av lettklinkerblokker og andre konstruksjonsdeler er det viktig å ivareta lufttettingen i selve overgangen. Ved overganger mellom Lettklinkervegger og tredekker eller tretak gjelder det at innvendig dampspærre har en god tetting mot Lettklinkerveggen, se anvisninger fra SINTEF Byggforsk for de aktuelle løsningene som benyttes.

Ved overgang til andre konstruksjonsdeler i mur eller betong gjelder det at man har god lufttetting på overflatene, enten ved bruk av pussede overflater eller ved andre løsninger som gir dokumentert lufttetthet. Til fugetetning rundt gjennomføringer og veggåpninger (vinduer og dører) anbefales bruk av totrinns tetning mot regn og vind. Prinsippet er utførlig beskrevet i Byggforskserien (SINTEF Byggforsk).



Bruk av pussmørtel for å lufttette lettklinkerblokker i vindus-smyg før innsetting av vindu.

5. VINDUER OG DØRER



Vinduer og dører utgjør et betydelig varmetap i bygninger.

Vinduer og dører utgjør et betydelig varmetap i hus og bygninger. Selv om vinduene i en vanlig bolig kun utgjør 5-10 % av boligens utvendige flate, står vinduene for over 40 % av varmetapet. En bolig med små vindusflater vil dermed ha mindre varmetap enn en tilsvarende bolig med store vindusflater. Større vinduer plassert mot sør utnytter solvarmen. Derfor er det viktig å planlegge plasseringen av vinduer i boligen slik at varmetapet blir minst mulig.

Et vindu skal;

- Slippe inn mest mulig dagslys.
- Slippe ut minst mulig varme.
- Slippe inn solstråling som kan redusere oppvarmingsbehovet.
- Reflektere solstråling som forårsaker over oppvarming.
- Ikke forårsake problemer med trekk/dårlig varmekomfort.
- Ikke forårsake uakseptabel trekk.



Snitt av vindu med tre-lags glass (U 0,8) og karm med dobbel pakning. Denne konstruksjonen gir en U-verdi på 0,8 W/mK.

5.1. KRAV TIL U-VERDI

Ifølge veiledningen til teknisk forskrift for Plan- og Bygningsloven skal samlet glass,- vindus- og dørareal utgjøre maksimalt 20 % av bygningens oppvarmede areal. Etter revideringen av TEK10 økes maks dør og vindusareal areal til 25 %.

I forskriftene settes et hovedkrav om at veid snitt av U-verdi for vinduer og dører i nye bygninger skal være mindre eller lik 1,2 W/mK. Det er ikke krav til at hvert enkelt vindu skal ha lavere U-verdi enn 1,2. Kravet er imidlertid at ingen vinduer skal ha høyere U-verdi enn 1,6. Dette er ok dersom man har andre vinduer som har bedre U-verdi enn 1,2, slik at snittet blir 1,2 eller bedre. Etter revidering av TEK10 er kravet skjerpet til 0,8 W/mK hvor minimumskravet er 1,2 W/mK.

For å unngå økt vekt har flere produsenter fått frem vindusløsninger som holder de nye kravene basert på 2-lag energiglass. Dette er en fordel ved innmontering av vinduene. På små vindusstørrelser vil man derimot være nødt til å levere 3-lag glass for å opprettholde U-verdi-kravet. Rommet mellom glassene fylles med for eksempel argongass som reduserer varmetapet ytterligere. Samtidig må vinduet ha isolert karm med spesial-/dobbelpakning. Til et nytt bygg skal U-verdiene på hvert enkelt vindu og dør kunne dokumenteres. Den anbefalte beregningsmetoden som legges til grunn for dokumentasjonen er en europeisk norm som benevnes EN-ISO-10077-1 og EN-ISO-10077-2.

Med vinduer som tilfredsstiller de nye kravene er kaldras fra vinduet nærmest eliminert. Kaldras er nedkjølt luft fra vinduet som synker mot gulvet og oppleves som trekk. Komforten blir betydelig bedre med godt isolerte vinduer, spesielt med sittemøbler ved vinduene. Når det ikke kommer kulderas fra vinduene trenger ikke temperaturen ellers i rommet være så høy.

ET EKSEMPEL SOM ILLUSTRERER DETTE:

Dersom utetemperatur er +20 grader og innertemperaturen er +20 grader, vil temperaturen på innsiden av en 2-lag isolerglassrute (80-tallets standard) være på +4 grader. Med andre ord som et åpent kjøleskap. Med en moderne energiglassrute vil temperaturen på innsiden av glasset i det samme eksempelet være på opp mot 16 grader. Ikke rart komforten øker. Selv om varmetapet

gjennom nye vinduer kan mer enn halveres, er varmetapet gjennom en godt isolert vegg betydelig lavere. Varmetapet gjennom vinduene er også avhengig av vindusarealet og av god tetting og isolering ved montering av vinduet.

5.2. PLASSERING I KONSTRUKSJONEN

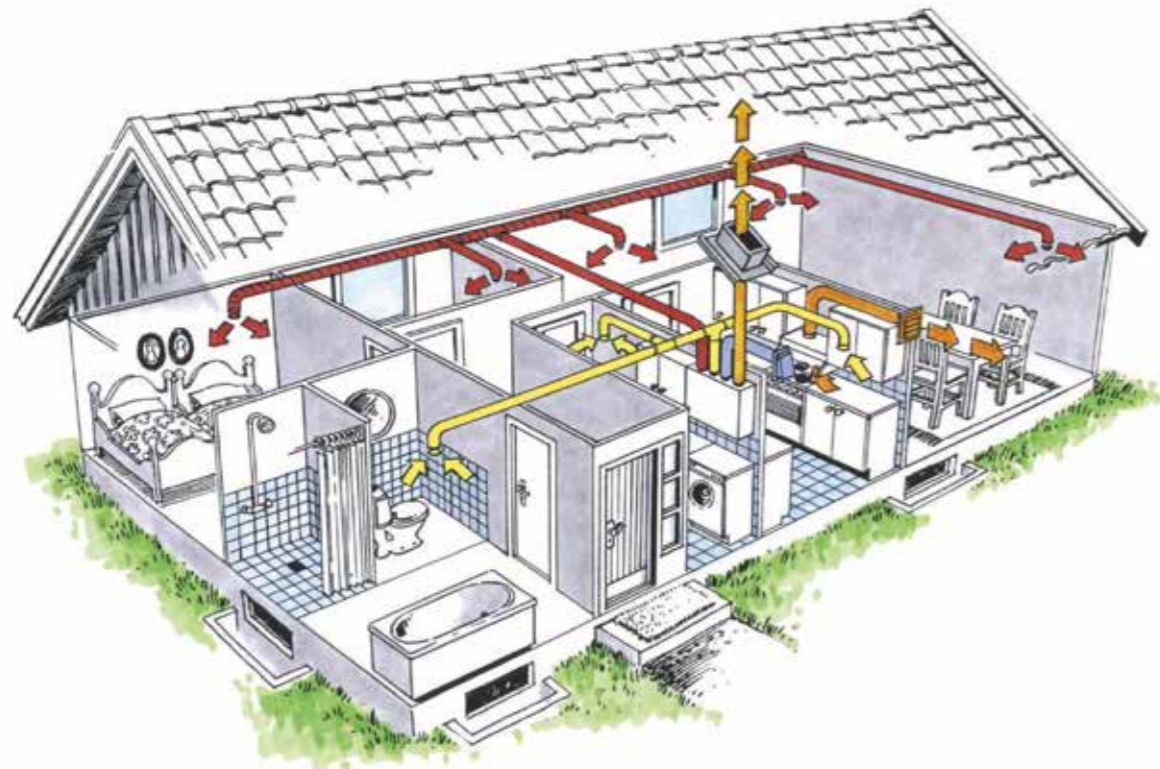
Krav til bedre isolerte yttervegger gir økte veggtykkelser. Det gir mulighet for å plassere vinduet lengre inn i veggkonstruksjonen.

For bedre isolerte vinduer gir dette redusert risiko for utvendig kondens fordi utvendig glassflate blir mer skjermet og dermed noe varmere. Behovet for vedlikehold vil også begrenses i og med at vinduet blir mer beskyttet for vær og vind.

Plasseringen gir derimot redusert sol oppvarming og høyere risiko for fuktskader i veggkonstruksjonen. Tettingen rundt vinduet må dermed utføres helt vanntett - under stålbenkbeslaget bør det benyttes en solid membranløsning.

Tradisjonell plassering av vinduer ytterst i konstruksjonen gir bedre fuktsikkerhet og mest solvarme inn i rommet gjennom vinduet. For vinduer med lav U-verdi ned mot 1,0 er det imidlertid fare for utvendig kondens ved denne plasseringen. Utvendig kondens oppstår som regel høst og vår ved høy luftfuktighet, lave nattetemperaturer og klar himmel. Samtidig vil denne plasseringen gi mer slitasje og dermed et større vedlikeholdsbehov enn om vinduet trekkes lengre inn i konstruksjonen. I fremtiden vil det trolig bli mer aktuelt å benytte vinduer med enda lavere uverdi enn dagens krav. I prosjektet "Enova anbefaler" anbefales det å bruke vinduer med U-verdi på 1,0 eller bedre, og for passivhus settes det gjerne krav til U-verdi for vinduer på 0,8. For illustrasjoner og tabeller se Kapittel 3.

6. VENTILASJON



Skisse over et balansert ventilasjonsanlegg.

Det stilles krav til ren og frisk luft innendørs i nye boliger. Sammen med energikravene og kravene til tetthet krever det et energieffektivt ventilasjonssystem som fungerer godt hele året - også i den kalde årstiden. Et balansert ventilasjonssystem med høyeffektiv varmegjenvinning vil derfor være en forutsetning for å klare kravene.

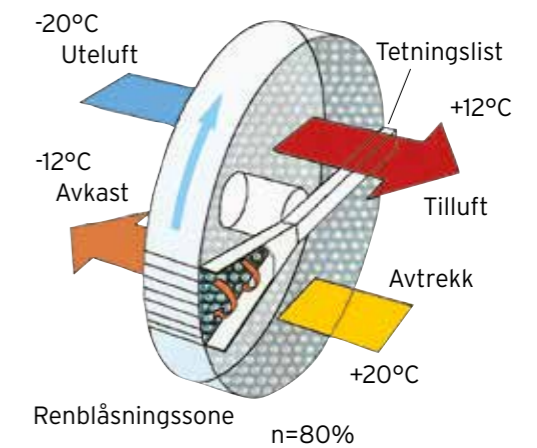
6.1 DE VIKTIGSTE KRAVENE TIL VENTILASJON:

- Frisklufttilførsel på minimum 1,2 m³ pr. time pr. m² gulvareal når rommene eller boenheten er i bruk og minimum 0,7 m³ pr. time pr. m² gulvareal når rommene eller boenheten ikke er i bruk.
- Soverom skal tilføres minimum 26 m³ friskluft pr. time pr. sengeplass når rommet eller boenheten er i bruk.
- Rom som ikke er beregnet for varig opphold skal ha ventilasjon som sikrer 0,7 m³ friskluft pr. time pr. m² gulvareal.
- Kjøkken, sanitærrom og våtrom skal ha avtrekk med tilfredsstillende effektivitet.
- Kjøkkenavtrekk trenger 250-400 m³/t.

- Ildsteder trenger ekstra tilluft, 150-300 m³/t.
- Krav til gjenvinning av avtrekksluften med min. 80% årsvirkningsgrad.

6.2 HVA ER ET BALANSERT VENTILASJONSANLEGG MED VARMEGJENVINNING?

Et luftbehandlingsaggregat tilfører ren og frisk luft til soverom og oppholdsrom, og trekker dårlig og fuktig luft ut fra våtrommene i huset. Varmen i den brukte luften blir overført til den nye luften før den blåses inn i huset (=varmegjenvinning). Like mye luft går inn i huset som ut av huset (=balansert). Det stilles krav til min. 80% gjenvinning av varmen i ventilasjonsluften. I et hus uten varmegjenvinning (mekanisk avtrekk) trekkes den varme luften rett ut av huset, og det ville det gå ca 7.500-10.000 kWh til oppvarming av ventilasjonsluften. Ved å bruke et luftbehandlingsaggregat med varmegjenvinning på 80 % som er vanlig med bruk av rotorgjenvinnere, reduseres oppvarmingsbehovet med 6.000-8.000 kWh pr år.



Skisse av en varmeveksler etter rotorprinsippet.

7. PIPER/ILDSTEDER



Yttervegg Kjeller Lufttilførsel utenfra eller fra kjeller direkte inn under ovn.

7.1 TILLUFT TIL ILDSTED, HVORDAN LØSER VI DETTE?

Ildsted trekker ut store mengder luft som må erstattes så rommet hvor ildstedet er plassert må ha tilstrekkelig lufttilførsel for å unngå undertrykk i rommet og hindre røyknedslag. Hvis friskluften tilføres via et rør utenfra eller fra pipa og direkte inn til ildsted vil man unngå trekkproblemer selv om det er undertrykk i rommet. Husk at ildstedet må være av en type som er forberedt med et uttak for direkte tilkopling av tilluft. Hvis man velger en løsning med tilluft utenfra som vist på skissen under kan røret legges i gulvet/bjelkelaget eller under kjellertaket men pass på at dette blir et lukket system kun til ildstedet. Har man en pipe som er konstruert med mulighet for tilluft føres røret fra pipa og direkte til ildsted. Dimensjonen på røret bør være minimum 90 mm for moderne ildsteder og 125 mm for åpne peiser. Ved tilførsel utenfra legges røret med fall mot yttervegg for å hindre kondens, og røret må isoleres med minimum 25 mm isolasjon for å hindre varmetap og kuldebro.

Spjeldet kan sitte nærmest yttervegg eller ved ildsted. Det finnes ferdige pakkeløsninger med kappe, spjeld, bend og sjalusirist. For detaljert informasjon se: NBI-blad 552.135.

Nye forskrifter, hva betyr det for elementpiper med yttermantel av lettklinker? Når man bygger etter ny TEK vil boliger få økt lufttetthet sammenlignet med dagens løsninger. Mange firmaer er godt i gang med dette, og målinger av lufttetthet viser at de som forbereder og gjennomfører riktige tiltak fint klarer å bygge i henhold til de nye tetthetskravene.

Når det gjelder elementpiper er det følgende forhold man må ivareta i forhold til ny TEK:

7.1.1. YTTERELEMENTET MÅ VÆRE LUFTTETT

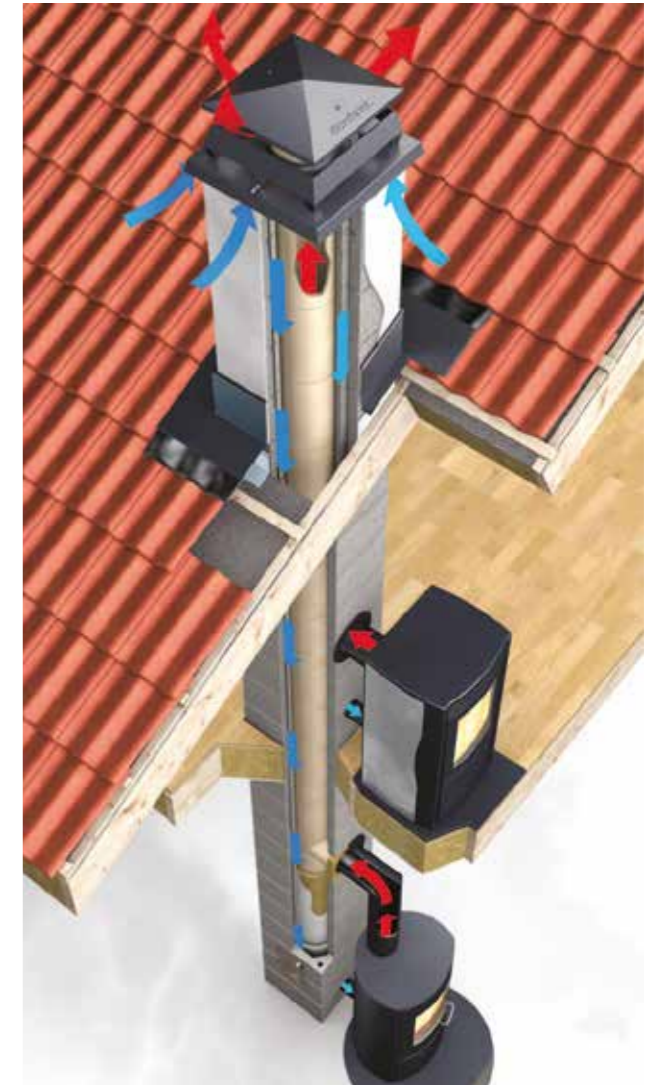
Ytterelementene på de fleste elementpiper er ikke lufttette nok til å ivareta kravene i ny TEK men det finnes i dag piper som er ferdig slemmet eller pusset på 2 eller 4 sider fra produsent. Vanlig praksis er at man pusser eller slemmer de synlige overflatene. Dette er ikke tilstrekkelig til å oppnå påkrevd lufttetthet. Årsaken er at den eller de sidene av pipen som står mot vegg fortsatt er luftåpen, og den står aldri så tett inntil vegg at luftlekkasje ikke finner sted. Alle sidene på en elementpipe må slemmes eller pusset fra gulv til tak. Dette gjelder også gjennom bjelkelag og takkonstruksjon.

7.1.2. TETTING MELLOM PIPEN OG TAKET

Det må være god lufttetting mellom pipen og yttertaket. Her finnes det flere utprøvde tetteløsninger. Se mer info i kapittel 4.

7.1.3. TILLUFT TIL ILDSTEDET VIA PIPEN

De nye kravene til lufttetthet gjør at det blir en større utfordring å skaffe nok luft til forbrenning i en peisovn. Det finnes flere piper på markedet som har en kanal som fører tilluft til ildstedet, men for at dette skal fungere optimalt må ildstedet være forberedt til å ta inn luft under eller på baksiden av ovnen. Løsningene med tilluft til ildstedet gjennom pipen er velprøvd, og har fungert godt i andre land i mange år. Ved bruk av en slik løsning vil bruk av kjøkkenvifte og annen ventilasjon ikke påvirke trekkforholdene i pipen, da pipe og ildsted er et lukket system. Enkelte pipesystemer er testet og godkjent med



2 ildsteder som får tilluft samtidig fra samme pipeløp, og dette fungerer utmerket! Forutsetningen for å trekke ned tilluft via lett-klinkerpipen er at det er mineralull isolasjon mellom det varme røykrøret og kanalen der tilluften trekkes ned til ildstedet. Dersom tilstrekkelig isolasjon ikke er ivaretatt mellom det innvendige røret og tilluftkanalen risikerer man at tilluften kan bli varmet opp så mye at denne stiger oppover istedenfor å bli trukket ned til ildstedet.

7.1.4 TILLUFT TIL ILDSTEDET VIA VENTILASJONSANLEGGET

Et moderne balansert ventilasjonsanlegg kan via egen styring øke kun tilluften inn i boligen. På den måten kan man sikre at nødvendig tilluft blir tilført ildstedet (150-300 m³/t). En egen styringsbryter tilkoblet luftbehandlingsaggregatet aktiveres ved opptenning i ildstedet. Bryteren plasseres i nærheten av ildstedet for enkel betjening.

7.2 TILLUFT TIL KJØKKENAVTREKK

Kjøkkenavtrekk trekker ut store mengder luft som må erstattes. Ventilasjonsanlegget kan løse dette automatisk ved at en trykkvakt plassert i kjøkkenheten gir signal til ventilasjonsanlegget når kjøkkenheten er i bruk. Ventilasjonsanlegget øker da tilluften inn i boligen og gir nødvendig tilluft til kjøkkenheten.

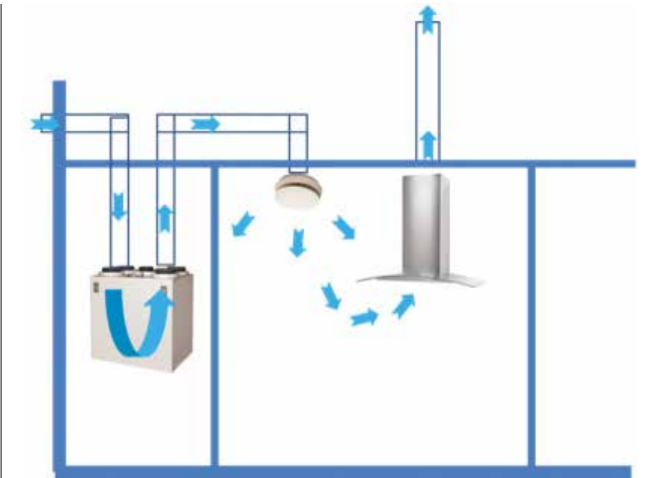
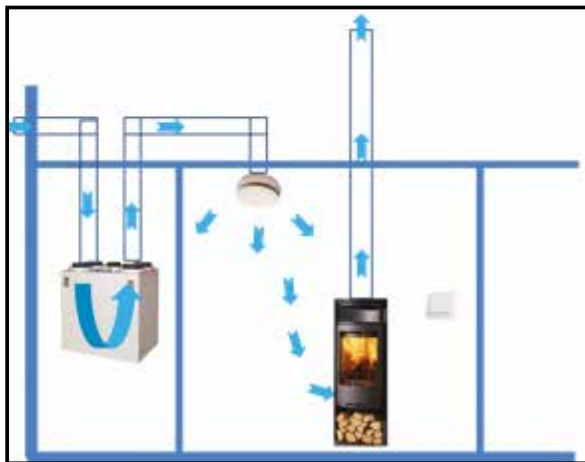
Vær oppmerksom på at ekstra kraftige kjøkkenavtrekk som ofte benyttes ved åpne kjøkkenøyere krever svært mye tilluft (600-1000 m³/t) for at de skal fungere. Løsning for dette må prosjekteres av leverandøren av kjøkkenheten.

7.3 HEKSESOT

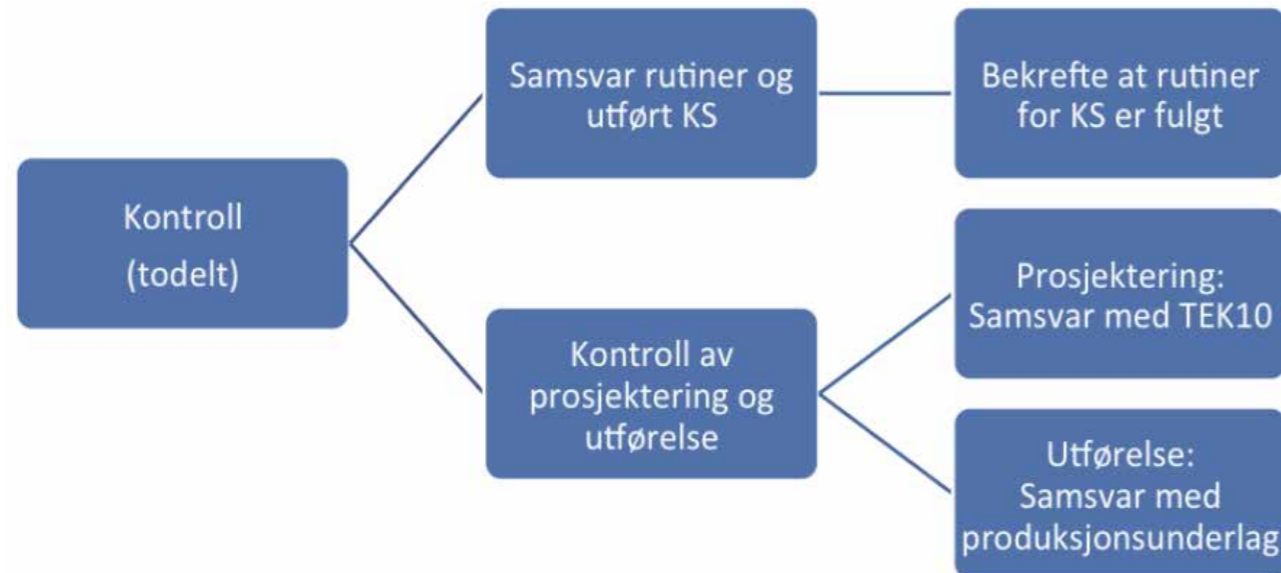
Heksesot er et klebrig belegg som legger seg på innvendige overflater og oppstår i forbindelse med bruk av vannholdige malinger både ved nybygg og ved oppussing. Det kan være store kostnader ved å fjerne belegget. Dannelse av heksesot motvirkes ved god ventilasjon, og balansert ventilasjon vil være en god løsning. I nye boliger anbefales det å kjøre ventilasjonsanlegget på trinn to (ikke laveste trinn) de første to årene for å sikre en god utlufting.

7.4 BALANSERT VENTILASJON I FORHOLD TIL LUFT-LUFT VARMEPUMPER

Luft-luft varmepumper forveksles ofte med balansert ventilasjon ved at man tror at denne type varmepumpe også er et ventilasjonsanlegg. Det er ikke riktig. Luft-luft varmepumper gir ikke ventilasjon, og henter ikke inn frisk luft utenfra. Det vil si at den resirkulerer inneluften (omluft). Et balansert ventilasjonsanlegg er i tillegg til oppvarming og kan gjerne benyttes sammen med varmepumper.



8. MÅLINGER OG KONTROLL



Enkel lekkasjemåler montert i byggedør.



Tettetsrapport skrives.

8.1 FORENKLET TETTHETSMÅLING

De skjerpede kravene i Teknisk forskrift til plan- og bygningsloven vil kreve at den utførende byggmester/ entreprenør selv må forsikre seg om at huset han bygger tilfredsstillende disse kravene. Det finnes idag forenklete luftlekkasjemålere på markedet som gjør det enkelt for byggmestere og entreprenører å foreta sine egne tetthetsmålinger, både underveis i byggeprosessen og ved ferdigstilling av bygget. Vi vil anbefale alle som bygger å investere i et slikt forenklet måleutstyr, da det å komme og rette opp i utettheter etter at huset er ferdig, kan bli en dyr affære. I forbindelse med bygging av alle hus og nye bygg vil det være krav til tetthetsmåling.

8.2 SVARTE HULL AVSLØRER VARMETAP

Termografering kan avsløre om hus har såkalte "svarte hull". Når disse dukker opp på skjermen i infrarøde kameraer betyr det at varme forsvinner ut. På den måten kan termofotografering avsløre byggefeil og dermed fungere som en dokumentasjon på byggets tilstand i forhold til varmetap. Alle bygg vil over tid oppleve at krymp og svinn

påvirker konstruksjonenes tetthet. Selv om etasjeskiller og skjøter var tette da bygget var nytt vil bevegelse i materialene fort gi utettheter. Dette sammen med at eldre hus gjerne har mindre isolasjon og dårligere isolerte vinduer gjør at denne type boliger normalt holder dårlig på varmen.

De fleste hus som er bygget før 1955 har lite eller ingen isolasjon i veggene. Det var den gang normal byggeskikk å bygge slik at bindingsverket isteden hadde tette hulrom. I dag vet vi at slike hulrom gir konveksjon (luft som roterer) noe som medfører betydelig varmetap. Etter 1955 begynte man etter hvert å benytte isolasjon, men denne var gjerne tynn og kunne ha svært dårlig kvalitet i forhold til den isolasjonen vi benytter i dag.

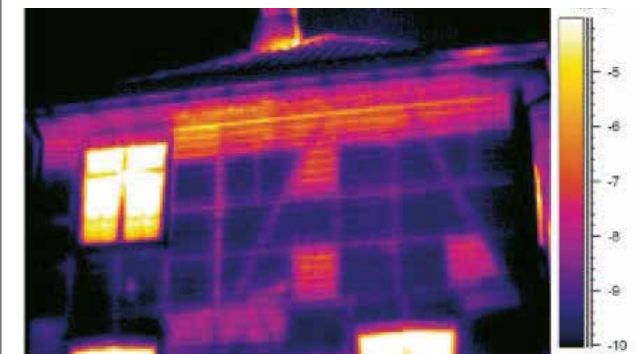
I dag leveres det isolasjon av god kvalitet, men den kan være feil montert slik at det oppstår isolasjonsfeil som gir kuldebroer som reduserer bygget isolasjonsevne. Måling av lufttetthet er beskrevet i Byggforskserien 720.035 "Måling av bygningers lufttetthet". Trykktestmetoden.

8.2.1 INFRARØD JAKT PÅ LEKKASJER

En termofotografering starter med en trykktest av bygget. Utettheter er gjerne årsaken til at huseier er misfornøyd med trekk eller høye fyringsutgifter. Ved en trykktest tettes alle ventiler og avtrekk. Deretter settes en vifte i en spesiallappet ytterdør slik at det kan lages overtrykk eller undertrykk i bygget. Luftlekkasje måles i luftvekslinger pr. time ved 50 Pa trykkforskjell. Termofotografering foretas som regel etter at det er gjennomført en tetthetsmåling. Ved termografering benyttes et spesialkamera som sender ut infrarøde stråler som måler temperaturen på alle flater de treffer. De ulike temperaturene avbildes med ulike farger på et "bilde" av bygget, slik at det er enkelt å lokalisere områder med varmetap. I hus med bindingsverk avdekkes det ofte feil og mangler ved montering av vindspærresjiktet, og/eller isolasjonsfeil hvor det er gliper og åpne lommer som mangler isolasjon. Termofotografering er beskrevet i Byggforskserien 720.032 "Termografering av bygninger".

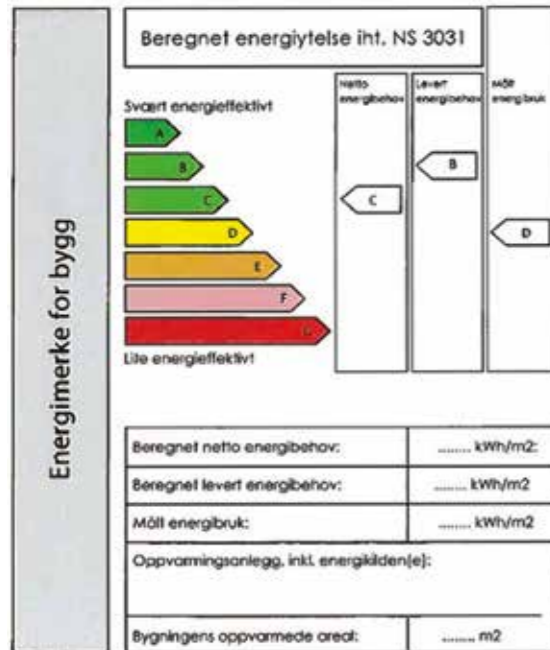


Trykktest utføres ved overtrykk/undertrykk.



Eksempel på termografering.

9. HVA ER FREMTIDEN



Eksempel på energimerking.

8.3 FERDIGATTEST/ DOKUMENTASJON

Nye energikrav i TEK10 gjelder fra 1. januar 2016, med ett års overgangsperiode hvor man kan søke etter gamle krav. I overgangsperioden er det viktig å bruke korrekt forskriftsreferanse. For søknader som konuner inn til kommunen før 1. januar 2017, kan man velge å følge bestemmelsene i kapittel 14 som gjaldt før forskriftsendringen.

I byggesøknaden som sendes til kommunen skal det ikke opplyses om hvilke energiregler som skal følges. Men i intern kvalitetsikringsystem må dette være avklart, og i kommunikasjon med kunde må det opplyses hva som gjelder.

Følgende referanser kan brukes i kommunikasjon med kunde, kontrakter og internt kvalitetsikrings-system:

- Når man prosjekterer og bygger etter “gamle” krav i TEK10: Byggt teknisk forskrift (TEK10) med siste endringer 24. juni 2015 (i kraft 1. juli 2015).
- Når man prosjekterer og bygger etter nye energikrav i TEK10: Byggt teknisk forskrift (TEK10), sist endret 12. november 2015 (i kraft 1. januar 2016).

Optimera Tekniske Tjenester tilbyr dette.

8.4 ENERGIMERKING

I 2010 ble det innført krav til energimerking i forbindelse med salg og utleie av bygg og boliger. Hensikten er å skape oppmerksomhet rundt energibruken i bygg og boliger når disse selges eller leies ut. Merket vil tilsvare det symbolet du så sist du kjøpte hvitevarer i elektrobutikken. Et symbol viser energieffektivitet på en skala fra A (best) til G (dårligst). En hensikt med energimerkingen er å få folk til å betale mer for energieffektive boliger. Om du bygger i henhold til TEK2010 vil dette normalt gi merke C. Om du ønsker en bedre karakter, må bygget heve seg over minstekravene. Foruten merket og en dokumentasjon for vurderingen vil energiattesten også inneholde en tiltaksliste for sparetiltak samt henvisninger til steder der en kan skaffe seg ytterligere informasjon.

For mer informasjon om energimerking av bygg se www.energimerking.no



Energimerking bygg.



9.1 FREMTIDIGE ENERGIKRAV

I klimaforliket som ble inngått på Stortinget 16. januar 2008 ble det fastslått at energikravene i Teknisk forskrift skal revideres langt oftere enn det som hittil har vært vanlig, minimum hvert femte år. Det er også enighet om at erfaringene med passivhus skal følges opp, og at det skal vurderes å innføre krav til tilnærmet null-energihus for alle bygg innen 2020.

9.2 HVA ER PASSIVHUS?

Et passivhus kjennetegnes av en godt isolert bygningskropp uten lekkasjer og unødvendig varmetap. Årlig oppvarmingsbehov får ikke overstige 15 kWh/m². Dette innebærer et energibehov som er ned til 25 % av 2010-nivå og helt ned til 10 % av 1970-nivå. Høy komfort og et godt innemiljø med tilførsel av ren og frisk luft løses med høyeffektive ventilasjonsanlegg. De nye kravene er tenkt innført i 2015. Det er ambisjoner om innføring av såkalte 0-energi hus i 2020, og lenger frem sees det på Pluss-hus, hvor en bolig over et år har overskudd av varme og leverer energi tilbake til nettet.

Her finner du oss

MONTÉR BYGGEVAREHUS

AKERSHUS

Montér Eidsvoll
 Montér Jessheim
 Montér Stabekk Ragnar Næss
 Montér Stormarked Lillestrøm
 Montér Vestby Grøstad Bygg

AUST-AGDER

Montér Blom-Bakke
 Montér Grimstad
 Montér Hovden
 Montér Lillesand
 Montér Risør
 Montér Tvedestrand

BUSKERUD

Montér Geilo
 Montér Gol
 Montér Hemsedal
 Montér Hurum
 Montér Hønefoss
 Montér Kongsberg
 Montér Nesbyen
 Montér Slemmestad
 Montér Stormarked Drammen
 Montér Ål
 Montér Åmot

HEDMARK

Montér Brumunddal
 Montér Elverum
 Montér Stormarked Hamar
 Montér Kongsvinger
 Montér Rena
 Montér Stange
 Montér Trysil

HORDALAND

Montér Askøy
 Montér Bømlo
 Montér Etne
 Montér Knarvik
 Montér Minde
 Montér Odda
 Montér Os Byggsenter
 Montér Stord
 Montér Øygarden

MØRE OG ROMSDAL

Montér Brattvåg
 Montér Eidsvåg
 Montér Molde
 Montér Rauma
 Montér Røsand
 Montér Ørsta

NORDLAND

Montér Lofoten

OPPLAND

Montér Allmenningsbutikken
 Montér Gjøvik
 Montér Kvismo
 Montér Lillehammer
 Montér Vinstra

OSLO

Montér Orring Byggsenter

ROGALAND

Montér Bryne
 Montér Egersund
 Montér Haugesund
 Montér Karmøy
 Montér Nærbø
 Montér Randaberg
 Montér Sandnes
 Montér Sauda
 Montér Stavanger
 Montér Suldal
 Montér Stormarked Forus

SØR-TRØNDELAG

Montér Bjugn
 Montér Brekstad
 Montér Rissa
 Montér Røros

TELEMARK

Montér Kragerø
 Montér Porsgrunn
 Montér Rjukan
 Montér Skien

VEST-AGDER

Montér Farsund
 Montér Flekkefjord
 Montér Kvinesdal
 Montér Lindesnes
 Montér Lyngdal
 Montér Mandal
 Montér Søgne
 Montér Stormarked Sørlandsparken
 Montér Vanse
 Montér Vennesla
 Montér Vågsbygd

VESTFOLD

Montér Horten
 Montér Larvik
 Montér Revetal
 Montér Holmestrand
 Montér Tønsberg

ØSTFOLD

Montér Halden
 Montér Rakkestad
 Montér Stormarked Østfoldhallen

OPTIMERA PROFFSENTRER

AKERSHUS

Optimera Proffssenter Lørenskog

AUST-AGDER

Optimera Proffssenter Arendal

BUSKERUD

Optimera Proffssenter Gol

HEDMARK

Optimera Proffssenter Rudshøgda

HORDALAND

Optimera Proffssenter Bergen

MØRE OG ROMSDAL

Optimera Proffssenter Ålesund

OSLO

Optimera Proffssenter Ensjø
 Optimera Proffssenter Grorud

ROGALAND

Optimera Proffssenter Sandnes
 Optimera Proffssenter Haugesund

SØR-TRØNDELAG

Optimera Proffssenter Omkjøringsveien
 Optimera Proffssenter Sandmoen

VEST-AGDER

Optimera Proffssenter Kristiansand

VESTFOLD

Optimera Proffssenter Sandefjord
 Optimera Proffssenter Tønsberg

ØSTFOLD

Optimera Proffssenter Sarpsborg

