



Omfordeling av varmetap ved fravik av krav til energitiltak

Byggforskserien

Byggdetaljer – juni 2011

471.023

0 Generelt

01 Innhold

Denne anvisningen forklarer og gir eksempler på omfordeling av varmetap ved fravik fra kravene til energitiltak i henhold til forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK10). Generelle energikrav til bygninger og kravene til energitiltak er gitt i Byggdetaljer 471.018.

02 Henvisninger

Lov om planlegging og byggesaksbehandling (pbl)
Forskrift om tekniske krav til byggverk (TEK10) med veiledning

Standarder:

NS 3031 Beregning av bygningers energiytelse – Metode og data

NS 3940 Areal- og volumberegning av bygninger

NS-EN ISO 6946 Bygningskomponenter og -elementer – Varmemotstand og varmegjennomgangskoeffisient – Beregningsmetode

NS-EN ISO 10077-1 Termiske egenskaper til vinduer, dører og skodder – Beregning av varmegjennomgangskoeffisient – Del 1: Generelt

Byggdetaljer:

471.008 Beregning av U-verdier etter NS-EN ISO 6946

471.010 Varmekonduktivitet og varmemotstand for bygningsmaterialer

471.011 U-verdier. Etasjeskillere

471.012 U-verdier. Vegger over terreng

471.013 U-verdier. Tak

471.014 U-verdier. Bygningsdeler under terreng

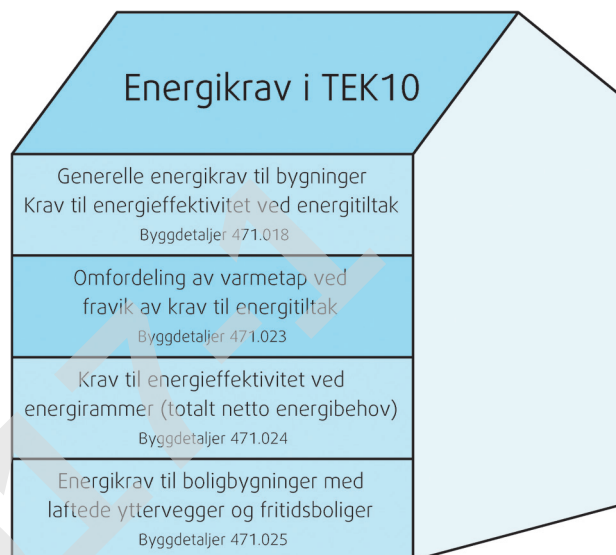
471.015 Kuldebroer. Vurdering av konsekvenser og dokumentasjon av energibruk

471.016 Kuldebroer. Metoder for å bestemme kuldebroverdi

471.017 Kuldebroer. Tabeller med kuldebroverdier

471.018 Generelle energikrav til bygninger. Krav til energieffektivitet ved energitiltak

521.112 Golv på grunnen med ringmur. Varmeisolering, frostsikring og beregning av varmetap



12 Forutsetning for fravik

Det er gitt anledning til å fravike enkelte av kravene til energitiltak ved å omfordele varmetapet, se pkt. 21. Forutsetningen er at bygningens varmetapstall, se pkt. 32, ikke øker. Det vil si at man kompenserer for det økte varmetapet ved å la andre bygningsdeler eller installasjoner gi tilsvarende lavere varmetap. Videre kan man ikke overskride minstekravene, se tabell 11.

2 Prinsipp for omfordeling av varmetap

21 Omfordelingsposter

TEK10 gir anledning til å fravike enkelte av energitiltakene ved å omfordele følgende varmetap:

- transmisjonsvarmetap, gjelder alle bygninger
- infiltrasjons- og ventilasjonsvarmetap, kun for boligbygninger

Transmisjonsvarmetap styres av bygningsdelenes U-verdier, arealer og kuldebroer. Infiltrasjonsvarmetapet avhenger av bygningens lekkasjetall, mens ventilasjonsvarmetapet påvirkes av varmegjenvinningsgraden for varmeveksleren i ventilasjonsanlegget.

TEK10 gir ikke anledning til å fravike de øvrige tiltakene som omfatter varmetap knyttet til spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegget (SFP-faktor), temperaturstyring, kjøling samt isolering av rør, utstyr og kanaler knyttet til bygningens varme- og distribusjonsnett.

1 Energitiltak – fravik

11 Energitiltak

Krav til bygningens energieffektivitet i henhold til TEK10 er oppfylt hvis det er dokumentert at kravene til energitiltak til bygningsdeler og installasjoner er oppfylt, se tabell 11. Energitiltak er behandlet mer utførlig i Byggdetaljer 471.018.

Tabell 11

Krav til energiltak og minstekrav. Gjelder bygninger over 30 m² som varmes opp²

Energitiltak		Krav	Minstekrav
Transmisjonsvarmetap	Arealandel glass, vindu og dør	– Samlet areal maks 20 % av oppvarmet del av bruksareal (BRA), A _{fil}	
	U-verdi, yttervegg ¹⁾	– Maks 0,18 W/(m ² K)	– Maks 0,22 W/(m ² K) ³⁾
	U-verdi, tak ¹⁾	– Maks 0,13 W/(m ² K)	– Maks 0,18 W/(m ² K) ³⁾
	U-verdi, golv på grunnen og mot det fri ¹⁾	– Maks 0,15 W/(m ² K)	– Maks 0,18 W/(m ² K) ³⁾
	U-verdi, glass/vinduer/dører ¹⁾	– Maks 1,20 W/(m ² K)	– Maks 1,60 W/(m ² K) ³⁾
Infiltrasjons- og ventilasjonsvarmetap	Normalisert kuldebroverdi, ψ ^{''} (samlet varmetap fra kuldebroer i forhold til oppvarmet del av bruksareal (BRA), A _{fil})	– Småhus: Maks 0,03 W/(m ² K) – Øvrige bygninger: Maks 0,06 W/(m ² K)	– Bygning som ikke er småhus: U-verdi glass/vindu/dør × arealandel glass/vindu/dør i forhold til oppvarmet del av bruksareal (BRA), A _{fil} , skal være maks 0,24 W/(m ² K)
	Lekkasjetall (antall luftvekslinger per time ved 50 Pa trykkforskjell)	– Småhus: Maks. 2,5 – Øvrige bygninger: Maks 1,5	Alle bygningstyper: – Maks 3,0 ³⁾
Øvrige tiltak	Årsgjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad for varmegjenvinner i ventilasjonsanlegg, η	– Boligbygninger: Minst 70 % – Øvrige bygninger og arealer: Minst 80 %	
	Spesifikk vifteeffekt i ventilasjonsanlegg, SFP-faktor	– Maks 2,5 kW/(m ³ /s) i boliger – Maks 2,0 kW/(m ³ /s) i øvrige bygninger	
	Temperaturstyring	– Mulighet for natt- og helgesenking av innetemperatur	
	Kjøling	– Tiltak som eliminerer bygningens behov for lokal kjøling	
Øvrige tiltak	Isolering av rør, utstyr og kanaler knyttet til bygningens varme- og distribusjonssystem	– Isoleres for å hindre unødig varmetap ^{2) 3)}	

¹⁾ U-verdiene uttrykkes som gjennomsnitt for bygningsdelen. For glass/vinduer/dører er det inkludert karm/ramme.²⁾ Gjelder ikke bygninger som ut fra forutsatt bruk skal holde lav innetemperatur (<15 °C) og der det er tilrettelagt slik at energibehovet holdes på forsvarlig nivå³⁾ Gjelder også bygning under 30 m² som varmes opp

Dersom disse kravene ikke kan oppfylles, må man dokumentere bygningens energiytelse som beskrevet i Byggdetaljer 471.024.

22 Kontroll

Kontroll av omfordeling kan man gjøre:

- samlet for alle de aktuelle energitiltakene, det vil si at bygningens varmetapstall (se pkt. 32) ikke øker
- forenklet ved bare å omfordele noen av tiltakene. Dette er ofte det enkleste ved manuelle beregninger, hvor man primært vurderer transmisjonsvarmetap, se pkt. 4.

23 Dokumentasjon

Omfordeling av varmetap skal beregnes etter regler gitt i NS 3031. Det er utarbeidet beregningsprogrammer for å kontrollere omfordeling av varmetap i henhold til TEK10, se pkt. 74 og [821].

3 Begreper og beregningsforutsetninger

31 Varmetransportkoeffisient

Varmetransportkoeffisienten, H, er summen av varmetap på grunn av transmisjon, infiltrasjon og ventilasjon. Den kan beregnes ved følgende formel fra NS 3031:

$$H = H_D + H_U + H_g + H_v + H_{inf} \quad (W/K)$$

hvor:

- H_D er direkte transmisjonsvarmetap til det fri, se pkt. 41
- H_U er transmisjonsvarmetap til uoppvarmede soner
- H_g er varmetap mot grunnen
- H_v er ventilasjonsvarmetap, se pkt. 51
- H_{inf} er infiltrasjonsvarmetap, se pkt. 61

Leddene H_U og H_g kan inkluderes i H_D dersom man bruker U-verdier for varmetapet gjennom grunnen og gjennom uoppvarmede soner. U-verdier for varmetapet gjennom grunnen kan tas direkte fra Byggdetaljer 471.014. Uoppvarmede soner kan regnes inn som et tillegg i varmemotstanden til aktuell bygningsdel, se NS 3031.

32 Varmetapstall

Varmetapstallet, H'', er definert som varmetransportkoeffisienten, H, dividert på oppvarmet del av bruksareal (BRA), A_{fil} (m²):

$$H'' = \frac{H}{A_{fil}} \quad (W/(m^2K))$$

Når man omfordeler varmetapet, skal bygningens var-

metapstall ikke være høyere enn det ville vært hvis alle energitiltakene i tabell 11 var oppfylt. Se også eksempel i pkt. 7.

33 Arealer og volumer

- 331 *Generelt.* Alle arealer og volumer beregnes etter regler gitt i NS 3031.
- 332 *Oppvarmet del av bruksareal (BRA), A_{fl} ,* er den delen av BRA som tilføres varme fra bygningens varmesystem og som er omsluttet av bygningens klimaskjerm. A_{fl} baseres på bruksareal (BRA).
- 333 *Vegger, tak og golv.* Innvendige dimensjoner målt fra innside yttervegg til innside yttervegg og fra overkant av golv til underkant av himling legges til grunn for beregning av varmetapet. Eventuelt areal over nedfôret himling skal inkluderes. For vegger i fleretasjes bygninger regnes høyden fra overkant av nederste golv til underkant av øverste himling (inkludert areal over nedfôret himling).
- 334 *Vinduer, dører og glassfelter.* Ved beregning av areal skal man regne med utvendige karm mål.
- 335 *Oppvarmet luftvolum, V ,* er volumet av luft inne i den målte bygningen eller i en del av bygningen. Oppvarmet luftvolum beregnes som luftvolum over oppvarmet del av BRA etter NS 3940, målt mellom overkant av golvet og underkant av overliggende dekkekonstruksjon. Ved nedfôret himling skal man ikke trekke fra volumet mellom nedfôret himling og overliggende dekkekonstruksjon. Volumet som er opptatt av innvendige etasjeskillere, skal ikke tas med ved beregning av innvendig volum.

4 Transmisjonsvarmetap

41 Transmisjonsvarmetap gjennom konstruksjonen mot det fri

Transmisjonsvarmetap gjennom konstruksjonen mot det fri er:

$$H_D = \sum (U_i \cdot A_i) + \Psi'' \cdot A_{\text{fl}} \quad (\text{W/K})$$

hvor:

- U_i er gjennomsnittlig U-verdi for bygningsdel i ($\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$)
- A_i er arealet for bygningsdel i (m^2)
- Ψ'' er normalisert kuldebroverdi (samlet varmetap fra kuldebroer i forhold til A_{fl}) ($\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$)
- A_{fl} er oppvarmet del av bruksareal (BRA) (m^2)

Ved en omfordeling av transmisjonsvarmetap kan det i mange tilfeller være enklest å bare se på bygningsdelene uten kuldebroene, eller bare se på omfordeling mellom noen av bygningsdelene. Punktene 42–46 viser hvordan man da kan forenkle beregningen.

42 Omfordeling mellom bygningsdeler

Betingelsen for at kravet er oppfylt etter omfordeling blir:

$$\begin{aligned} \sum (U \cdot A)_R &\leq \sum (U \cdot A)_F \\ \sum (U \cdot A) &= U_{\text{tak}} \cdot A_{\text{tak}} + U_{\text{golv}} \cdot A_{\text{golv}} \\ &\quad + U_{\text{glass/vindu/dør}} \cdot A_{\text{glass/vindu/dør}} + U_{\text{vegg}} \cdot A_{\text{vegg}} \end{aligned}$$

hvor:

- indeks R angir reelle verdier
- indeks F angir forskriftskrav etter TEK10

TEK10 forutsetter at sum av glass-, vindus- og dørareal er maks 20 % av A_{fl} . Dette må inngå ved omfordeling. Følgende settes inn i formel som betingelse for å oppfylle kravene:

$$\begin{aligned} A_{\text{glass/vindu/dør}} &= 0,20 \cdot A_{\text{fl}} \\ A_{\text{vegg}} &= A_{\text{fasade}} - 0,20 \cdot A_{\text{fl}} \end{aligned}$$

Ved omfordeling mellom kun to bygningsdeler kan formelen forenkles, se pkt. 43. Gjør man omfordeling mellom bygningsdeler som ikke inneholder vindu, kan uttrykket forenkles enda mer, se pkt. 45.

43 Omfordeling mellom kun to bygningsdeler

Ved omfordeling mellom kun to bygningsdeler kan formelen i pkt. 42 forenkles til:

$$(U \cdot A)_{R1} + (U \cdot A)_{R2} \leq (U \cdot A)_{F1} + (U \cdot A)_{F2}$$

hvor:

- indeks R1 angir reell verdi for bygningsdel 1
- indeks R2 angir reell verdi for bygningsdel 2
- indeks F1 angir krav i TEK10 for bygningsdel 1
- indeks F2 angir krav i TEK10 for bygningsdel 2

44 Beregning av nødvendig U-verdi for en bygningsdel

- 441 *Metode.* Formelen i pkt. 43 kan omordnes om man ønsker å beregne hvor lav U-verdien for bygningsdel 2 må være for at U-verdien i bygningsdel 1 kan være høyere enn kravet. Formelen kan også brukes dersom man ønsker å endre andelen av glass-, vindus- og dørareal i forhold til begrensningen på maks 20 % arealandel. Betingelsen blir da:

$$U_{R2} \leq \frac{1}{A_{R2}} \cdot ((U \cdot A)_{F1} + (U \cdot A)_{F2} - (U \cdot A_{R1}))$$

- 442 *Eksempel.* Øker man glass-, vindus- og dørarealet til over 20 % av A_{fl} , må man redusere varmetapet tilsvarende i en annen bygningsdel. For eksempel kan man øke isolasjonstykkelsen i veggene.

En bygning med A_{fl} på 100 m^2 har fasadeareal på 102 m^2 . Maks tillatt glass-, vindus- og dørareal blir da 20 m^2 , noe som gir et veggareal på 82 m^2 . Det er ønskelig å øke glass-, vindus- og dørarealet til 23 m^2 . Ved å redusere varmetapet gjennom veggene kan man tillate mer varmetap gjennom glass/vinduer/dører (altså større arealandel). Da må man finne aktuell U-verdi, U_{R2} , for at veggene skal oppfylle kravet til redusert varmetap. Krav til U-verdi ved maks arealandel (glass/vinduer/dører) på 20 % av A_{fl} er 1,2 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ for glass/vindu/dør og 0,18 $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ for vegg. Tabell 442 viser sammenstilling av arealer og U-verdier.

Etter at U-verdien er beregnet, kan man finne en aktuell konstruksjon for veggene i Byggetaljer 471.012.

Tabell 442

Eksempel på arealer og U-verdier for vegg med vindu og dør

Bygningsdel	Reelle verdier			Verdier etter TEK10		
	A_R m ²	U_R W/(m ² K)	$(U \cdot A)_R$ W/K	A_F m ²	U_F W/(m ² K)	$(U \cdot A)_F$ W/K
1. Glass/ vindu/dør	23	1,20	27,6	20	1,20	24,0
2. Vegg	79	$U_{R2} = ?$	12,4	82	0,18	14,8
Sum	102		38,8	102		38,8

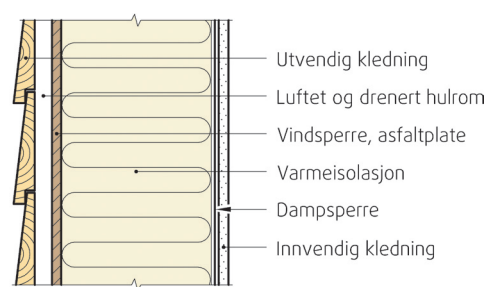
Med økt glass-, vindus og dørareal blir kravet til den reelle veggens U-verdi:

$$U_{R2} \leq \frac{1}{A_{R2}} \cdot ((U \cdot A)_{F1} + (U \cdot A)_{F2} - (U \cdot A_{R1}))$$

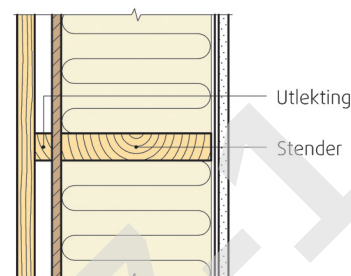
$$U_{R2} \leq \frac{1}{79 \text{ m}^2} \cdot (24,0 \text{ W/K} + 14,8 \text{ W/K} - 27,6 \text{ W/K})$$

$$U_{R2} \leq 0,14 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Ved omfordeling av glass, vindu- og dørarealet i andre bygninger enn småhus, må man også ta hensyn til regelen $U\text{-verdi glass/vindu/dør} \times \text{arealandel glass/vindu/dør} \leq 0,24 \text{ W/(m}^2\text{K)}$.



Vertikalsnitt



Horisontalsnitt

Fig. 452 a
Valgt veggkonstruksjon: 200 mm isolasjon, U-verdi: 0,21 W/(m²K)

45 Omfordeling utenom dører/vinduer/glass

- 451 *Metode.* Dersom glass/vinduer/dører ikke inngår i omfordelingsberegningen, slipper man å ta hensyn til regelen som begrenser dette arealet. I slike tilfeller kan man benytte følgende formel for å beregne hvor mye lavere U-verdien for en bygningsdel må være for å kompensere for økt varmetap i en annen bygningsdel:

$$U_{R1} \leq U_{F1} - \frac{A_2}{A_1} \cdot (U_{R2} - U_{F2})$$

- 452 *Eksempel.* Det skal omfordeles mellom tak og vegg i en enetasjes enebolig med kaldt loft, uten at glass/vinduer/dører tas med i beregningen. Hvis arealene for vegg og tak samt U-verdien for veggkonstruksjonen er gitt, se fig. 452 a og tabell 452, kan man finne nødvendig U-verdi for aktuell takkonstruksjon. Glass-, vindus og dørareal er holdt utenfor beregningen og kan da være maks 20 % av oppvarmet del av bruksareal (BRA), A_{fl} .

Tabell 452

Eksempel på areal og U-verdi for vegg. Brukes som utgangspunkt for å finne U-verdi for aktuell takkonstruksjon

Bygningsdel	Areal, A (m ²)	U-verdi (W/(m ² K))	
		U_R	U_F
1. Tak	100	$U_{R1} = ?$	0,13
2. Vegg	80	0,21	0,18

Nødvendig U-verdi for taket kan da beregnes:

$$U_{R1} \leq 0,13 \text{ W/(m}^2\text{K)} - \frac{80 \text{ m}^2}{100 \text{ m}^2} \cdot (0,21 \text{ W/(m}^2\text{K)} - 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)})$$

$$U_{R1} \leq 0,11 \text{ W/(m}^2\text{K)}$$

Takkonstruksjonen i fig. 452 b må ha isolasjonstykkelse på 400 mm for å oppnå en U-verdi på 0,11 W/(m²K), se Byggdetaljer 471.013. På tilsvarende måte kan man omfordele mellom andre bygningsdeler.

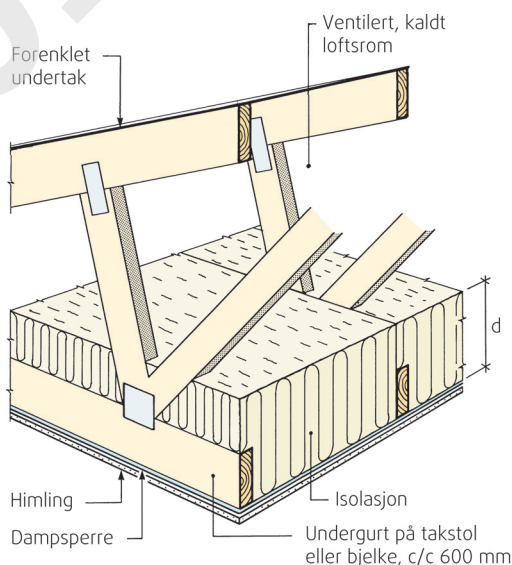


Fig. 452 b

Eksempel på aktuell takkonstruksjon. Isolasjonstykkelse på 400 mm gir en U-verdi på 0,11 W/(m²K).

46 Omfordeling av varmetap fra kuldebroer

- 461 *Generelt.* TEK10 gir anledning til å fravike kravet til normalisert kuldebroverdi forutsatt at bygningens varmetapstall ikke øker. Det er ikke gitt minstekrav (maksverdi) til kuldebroene, men disse bør begrenses mest mulig.

- 462 *Dokumentasjon av normalisert kuldebroverdi* gjøres ved å beregne samlet varmetap fra kuldebroene. Lengden av hver enkelt kuldebro multipliseres med kuldebroverdien, Ψ , og deretter summeres alle kuldebrobidragene. Det totale varmetapet fordeles på A_{fl} , og skal ikke være høyere enn det som er angitt i kravet til normalisert kuldebroverdi, Ψ'' .

463 *Manglende dokumentasjon.* Dokumenterer man ikke bygningens normaliserte kuldebroverdi, må man benytte verdier gitt i NS 3031. Disse verdiene er høyere enn kravet og gir dermed et større varmetap som må omfordeles, se pkt. 464. Normaliserte kuldebroverdier gitt i NS 3031 er 0,05 W/(m²K) for bygning med bæresystem i tre og 0,09 eller 0,12 W/(m²K) for bygning med tunge bærekonstruksjoner med kuldebrobrytere på henholdsvis 100 eller 50 mm.

464 *Omfordeling.* Fraviker man kravet til normalisert kuldebroverdi, Ψ'' , må differansen mellom virkelig og tillatt varmetap (ved normalisert kuldebroverdi) omfordeles til andre bygningsdeler/energiltak. Dette kan man gjøre ved å:

- beregne bygningens varmetapstall når bygningen oppfyller energiltakene, se pkt. 32
- deretter beregne bygningens varmetapstall med aktuell normalisert kuldebroverdi (reell eller tatt fra NS 3031), se pkt. 32. Beregning av en bygnings normaliserte kuldebroverdi er vist i Byggedetaljer 471.018, og kuldebroverdier for den enkelte kuldebro kan hentes fra Byggedetaljer 471.016.
- til slutt omfordele varmetapet, for eksempel mot en annen bygningsdel, se pkt. 465

465 *Omfordeling til bygningsdel.* Varmetap på grunn av kuldebroer beregnes i forhold til oppvarmet del av bruksareal (BRA), A_{fl} . Dermed kan differansen mellom virkelig og tillatt varmetap (ved normalisert kuldebroverdi) legges til valgt bygningsdel hvis man korrigerer for forholdet mellom arealene til golvet og bygningsdelen. Man trenger ikke beregne bygningens varmetapstall, men kun bygningens virkelige og tillatte normaliserte kuldebroverdi. Tillegget til U-verdi som man kan legge på aktuell bygningsdel på grunn av kuldebro, beregnes da etter formelen:

$$\Delta U = (\psi_F'' - \psi_R'') \cdot \frac{A_{\text{fl}}}{A_{\text{bygningssdel}}} \quad \left(\text{W}/(\text{m}^2\text{K}) \right)$$

hvor:

- ΔU er tillegg til U-verdi på grunn av kuldebro (W/(m²K))
- ψ_R'' er bygningens reelle normaliserte kuldebroverdi (W/(m²K))
- ψ_F'' er normalisert kuldebroverdi i henhold til TEK10 (W/(m²K))

466 *Eksempel.* En enebolig, med mål som i eksemplet i pkt. 7, har yttervegsareal på 154,4 m² og A_{fl} på 160 m² (BRA). Kuldebrotapet er i dette tilfellet beregnet til bare 0,018 W/(m²K) i forhold til A_{fl} , mens kravet til normalisert kuldebroverdi er maks 0,03 W/(m²K) og krav til U-verdi for yttervegg er maks 0,18 W/(m²K), se tabell 11. Differansen mellom virkelig og tillatt kuldebroverdi blir da:

$$\Delta U = (0,03 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) - 0,018 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})) \cdot \frac{160 \text{ m}^2}{154,4 \text{ m}^2} = 0,012 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

Ytterveggenes U-verdi kan dermed være:

$$U = 0,18 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) + 0,012 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K}) = 0,19 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$$

5 Ventilasjonsvarmetap

51 Beregning av ventilasjonsvarmetap

Varmetap på grunn av ventilasjon beregnes etter metode gitt i NS 3031:

$$H_v = 0,33 \cdot \dot{V} (1 - \eta) \quad (\text{W/K})$$

hvor:

- $\dot{V}$ er gjennomsnittlig ventilasjonsluftmengde per time (m³/h), som gis av antall luftskifter per time (h⁻¹) multiplisert med oppvarmet luftvolum (m³)
- η er gjennomsnittlig temperaturvirkningsgrad over året for varmegjenvinner (%). Verdi oppgis mellom 0 og 1, det vil si at 70 % utgjør 0,7.

52 Omfordeling

TEK10 gir anledning til å bruke ventilasjonsvarmetapet i omfordelingsberegninger kun for boligbygninger. Det er varmegjenvinningsgraden som gir bidrag til omfordeling av varmetap ved at varmegjenvinningsgraden kan avvike fra de forutsatte 70 %. Det er ikke gitt minstekrav, og en eventuell omfordeling vil kun være aktuelt ved valg av høyere virkningsgrad.

Luftmengdene må være tilfredsstillende, og eventuelt omfordelingsbidrag beregnes på grunnlag av bygningens prosjekterte ventilasjonsluftmengder og faktisk virkningsgrad for ventilasjonsanleggets varmegjenvinner.

6 Infiltrasjonsvarmetap

61 Beregning av infiltrasjonsvarmetapet

Varmetap på grunn av infiltrasjon beregnes etter metode gitt i NS 3031:

$$H_{\text{inf}} = 0,33 \cdot n_{\text{inf}} \cdot V \quad (\text{W/K})$$

hvor:

- n_{inf} er antall luftvekslinger på grunn av infiltrasjon (h⁻¹). Forutsatt at tilluftsmengde er lik avtrekksluftmengde (som forutsettes i balansert ventilasjonsanlegg), kan man i henhold til NS 3031, sette $n_{\text{inf}} = 0,07 \cdot n_{50}$, der n_{50} settes til henholdsvis 1,5 eller 2,5 luftvekslinger per time ved 50 Pa trykkforskjell som er kravet til lufttetthet for bygninger generelt eller småhus spesielt.
- V er oppvarmet luftvolum (m³)

62 Omfordeling

TEK10 gir anledning til å bruke infiltrasjonsvarmetapet i omfordelingsberegninger kun for boligbygninger. Det vil si at hvis bygningen har en annen lufttetthet enn kravet, kan avviket omfordeles til andre bygningsdeler. For lufttetthet gjelder et minstekrav på maks 3,0 luftvekslinger per time ved 50 Pa trykkforskjell, og da er det mulig å omfordele både positive og negative avvik (begrenset til maks 3,0 luftvekslinger per time), jamfør tabell 11.

7 Eksempel – småhus i to etasjer med kaldt loft

71 Huset

Utgangspunktet er en bolig med bredde på 8 m og lengde på 10 m (innvendige mål) som vist i fig. 71, med golv på grunnen.



Fig. 71
Bolig i to etasjer med kaldt loft og golv på grunnen
Illustrasjon: Mesterhus (avviker noe fra eksemplet)

Boligen vil typisk ha følgende utforming:

Høyder og volum		
Etasjehøyde		2,4 m
Etasjeskiller		0,2 m
Oppvarmet luftvolum	$8 \text{ m} \cdot 10 \text{ m} \cdot (2,4 + 2,4) \text{ m} =$	384 m ³
Arealer, reelle (innvendige mål):		
A_{fi} (oppvarmet del av bruksareal (BRA))	$2 \cdot 8 \text{ m} \cdot 10 \text{ m} =$	160,0 m ²
Fasade langvegger	$2 \cdot 10 \text{ m} \cdot (2,4 + 0,2 + 2,4) \text{ m} =$	100,0 m ²
Fasade gavlvegger	$2 \cdot 8 \text{ m} \cdot (2,4 + 0,2 + 2,4) \text{ m} =$	+ 80,0 m ²
Sum fasade		= 180,0 m ²
Vinduer	$15 \cdot 1,2 \text{ m} \cdot 1,2 \text{ m} =$	21,6 m ²
Dører	$2 \cdot 1,0 \text{ m} \cdot 2,0 \text{ m} =$	+ 4,0 m ²
Sum vinduer og dører		= 25,6 m ²
Fasade		180,0 m ²
Vinduer og dører		- 25,6 m ²
Sum vegg		= 154,4 m ²
Arealer, krav:		
Maks vindus- og dørareal	$160 \text{ m}^2 \cdot 20 \% =$	32,0 m ²
Fasade	$180 \text{ m}^2 - 32 \text{ m}^2 =$	148,0 m ²

72 Omfordeling av vindusareal mot U-verdien til vegg

Ettersom vinduer og dører utgjør mindre enn 20 % av A_{fi} , kan differansen mellom virkelig og tillatt varmetap som vindus- og dørareal utgjør, omfordes til varmetap gjennom veggen. Det betyr at man øker U-verdien for veggen utover kravet på 0,18 W/(m²K), for eksempel til 0,22 W/(m²K):

$$\Sigma (U \cdot A)_R = (0,22 \cdot 154,4 + 1,2 \cdot 25,6) \text{ W/K} = 64,7 \text{ W/K}$$

$$\Sigma (U \cdot A)_F = (0,18 \cdot 148 + 1,2 \cdot 32) \text{ W/K} = 65,0 \text{ W/K}$$

$$\Sigma (U \cdot A)_R \leq \Sigma (U \cdot A)_F \Rightarrow \text{OK, krav i TEK10 er oppfylt}$$

73 Omfordeling av vindusareal mot U-verdien til vindu

Alternativt kan man bygge yttervegg med 250 mm isolasjon, som oppfyller kravet til U-verdi på 0,18 W/(m²K). Det varmetapet som vindus- og dørareal under maksgrensa utgjør, kan omfordes mot større varmetap gjennom vinduer, altså dårligere U-verdi enn kravet på 1,2 W/(m²K). Ved å benytte tolags vinduer med U-verdi på 1,4 W/(m²K) blir beregningen:

$$\Sigma (U \cdot A)_R = (0,18 \cdot 154,4 + 1,4 \cdot 25,6) \text{ W/K} = 63,6 \text{ W/K}$$

$$\Sigma (U \cdot A)_F = (0,18 \cdot 148 + 1,2 \cdot 32) \text{ W/K} = 65,0 \text{ W/K}$$

$$\Sigma (U \cdot A)_R \leq \Sigma (U \cdot A)_F \Rightarrow \text{OK, krav i TEK10 er oppfylt}$$

74 Beregningsprogram

Figur 74 a og b viser eksempler på omfordeling av varmetap i huset i pkt. 71 ved hjelp av et beregningsprogram [821], som gir bygningens varmetransportkoeffisient og varmetapstall. Reelle arealer, U-verdier og en kort beskrivelse av konstruksjonene i boligen er gitt sammen med reelt varmetap og høyeste tillatte transmisjonsvarmetap. U-verdier for bygningsdelene er hentet fra Byggedetaljer 471.011, 471.012, 471.013 og 471.014. Normalisert kuldebroverdi må dokumenteres dersom verdier gitt i NS 3031 ikke benyttes. Beregning av en bygnings normaliserte kuldebroverdi er vist i Byggedetaljer 471.018, og kuldebroverdi for den enkelte kuldebro kan hentes fra Byggedetaljer 471.016.

Figur 74 a viser en beregning hvor energiltakene ligger akkurat på kravet i forskriften og med maks tillatt vindus- og dørareal (20 % av A_{fi}), det vil her si 28 m² (vindu) + 4 m² (dør) = 32,0 m². Areal av vegg blir 148 m². Bygningens varmetapstall er i henhold til kravet i TEK10.

Figur 74 b viser en beregning med samme omfordeling som i pkt. 72. Vindus- og dørareal er samlet på 25,6 m², som tilsvarer 16 % av A_{fi} . Da dette er under maks tillatt vindus- og dørandel på 20 %, kan en øke veggens U-verdi fra 0,18 W/(m²K) til 0,22 W/(m²K). Varmetapstallet har ikke økt som følge av omfordeling av varmetapet.

Slik kan man benytte beregningsprogram til å endre på for eksempel vindus- og dørarealer, U-verdier og normaliserte kuldebroverdi, og samtidig kontrollere at bygningens varmetapstall ikke øker, men holder seg innenfor kravene i TEK10.

Energitiltak

Kontroll og dokumentasjon av bygningers energieffektivitet i henhold til TEK

Byggteknisk forskrift:

TEK 10

Type bygning:

Småhus

Oppvarmet bruksareal (m²):

160

Oppvarmet volum (m³):

384

Bygningens omkrets (m)

36

Prosjektbeskrivelse

Småhus i to etasjer med golv på grunnen

Krav i TEK

Bygningsdeler	Netto areal m ²	U-verdi W/(m ² K)	Varmetap W/K	U-verdi W/(m ² K)	Varmetap (W/K)	Kommentar
Yttervegger		0,18	26,64	0,18	26,64	
Yttervegg mot terreng						
Yttervegg	148	0,18				250 mm bindingsverk, to etasjer eks. vindu og dør
Yttervegg						
Yttervegg						
Yttervegg						
Vinduer og dører	20 %	1,20	38,40	1,20	38,40	
Vindu/dør	28	1,20				Vindu, tolags ruter med isolert karm/ramme
Vindu/dør	4	1,20				Dør
Vindu/dør						
Vindu/dør						
Vindu/dør						
Vindu/dør						
Takvindu						
Solfaktor solbelastet vindu						
Tak		0,13	10,40	0,13	10,40	
Isolert takflate/loftsbjelkelag	80	0,13				
Isolert takflate/loftsbjelkelag						
Isolert takflate/loftsbjelkelag						
Golv		0,14	11,39	0,15	12,00	
Golv mot grunnen	80	0,17				Golv på grunn med 200 mm isolasjon
Golv mot det fri						
Golv mot kryperom						
Golv i kryperom (mot bakken)						
Kuldebroer	W/(m ² K)					
Normalisert kuldebroverdi	0,03		4,80	0,03	4,80	
Lufttetthet	Luftveksling per time (1/h)			1/h		
Lekkasjetall n ₅₀	2,5		22,18	2,50	22,18	
Ventilasjon og temperaturstyring				%		
Varmegjenvinning	70 %		19,01	70,00	19,01	
Spesifikk vifteeffekt (SFP)	2,5	-	OK	2,50		
Luftmengde	1,2	(m ³ /(m ² h))				
Mulighet for natt- og helgesenkning av innetemperatur			Ja	Ja		
Tiltak som eliminerer behovet for lokal kjøling			Ja	Ja		
Totalt varmetap						
Bygningens varmetransportkoeffisient (W/K)			133		133	
Bygningens varmetapstall (W/(m ² K))			0,83		0,83	

Kravet til energieffektivitet er tilfredsstillt

Sted

Dato

Sign.

© SINTEF Byggforsk, Mars 2011

Fig. 74 a

Eksempel på varmetapsberegning. Se [821]. Beregning hvor energitiltakene tilsvarer kravene i TEK10.

Energiltak

Kontroll og dokumentasjon av bygningers energieffektivitet i henhold til TEK

Byggeteknisk forskrift: TEK 10



Type bygning: Småhus

Oppvarmet bruksareal (m²): 160

Oppvarmet volum (m³): 384

Bygningens omkrets (m): 36

Prosjektbeskrivelse

Småhus i to etasjer med golv på grunnen

Krav i TEK

Bygningsdeler	Netto areal m ²	U-verdi W/(m ² K)	Varmetap W/K	U-verdi W/(m ² K)	Varmetap (W/K)	Kommentar
Yttervegger		0,22	33,97	0,18	26,64	
Yttervegg mot terreng						
Yttervegg	154,4	0,22				200 mm bindingsverk MINSTEKRAV! i to etasjer eks. vindu og dør
Yttervegg						
Yttervegg						
Yttervegg						
Vinduer og dører	16 %	1,20	30,72	1,20	38,40	Redusert areal i forhold til maks tillatt areal!
Vindu/dør	21,6	1,20				Tolags ruter med isolert karm/ramme
Vindu/dør	4	1,20				Dør
Vindu/dør						
Vindu/dør						
Vindu/dør						
Vindu/dør						
Takvindu						
Solfaktor solbelastet vindu						
Tak		0,13	10,40	0,13	10,40	
Isolert takflate/loftsbjelkelag	80	0,13				
Isolert takflate/loftsbjelkelag						
Isolert takflate/loftsbjelkelag						
Golv		0,14	11,39	0,15	12,00	
Golv mot grunnen	80	0,17				Golv på grunn med 200 mm isolasjon
Golv mot det fri						
Golv mot kryperom						
Golv i kryperom (mot bakken)						
Kuldebroer	W/(m ² K)					
Normalisert kuldebroverdi	0,03		4,80	0,03	4,80	
Lufttetthet	Luftveksling per time (1/h)			1/h		
Lekkasjetall n ₅₀	2,5		22,18	2,50	22,18	
Ventilasjon og temperaturstyring				%		
Varmegjenvinning	70 %		19,01	70,00	19,01	
Spesifikk vifteeffekt (SFP)	2,5 -		OK	2,50		
Luftmengde	1,2 (m ³ /(m ² h))					
Mulighet for natt- og helgesenkning av innetemperatur			Ja	Ja		
Tiltak som eliminerer behovet for lokal kjøling			Ja	Ja		
Totalt varmetap						
Bygningens varmetransportkoeffisient (W/K)			132		133	
Bygningens varmetapstall (W/(m ² K))			0,83		0,83	

Kravet til energieffektivitet er tilfredsstillt

Sted

Dato

Sign.

© SINTEF Byggeforsk, Mars 2011

Fig. 74 b

Eksempel på varmetapsberegning. Beregning med omfordeling av vindusareal mot U-verdien til vegg. Se [821].

8 Referanser

81 Utarbeidelse

Denne anvisningen er revidert av Peter Blom og Brit

Roald. Den erstatter anvisning med samme nummer, utgitt i 2008. Faglig redigering ble avsluttet i juni 2011.

82 Litteratur

821 Blom, Peter. *Energiltak og varmetap. Beregningsprogram*. Oslo: SINTEF Byggeforsk, 2011