

Fasader i glass som holder hva vi lover

DEL 2/4

Glass og Fasadeforeningen og Erichsen & Horgen tok initiativet til FoU-prosjektet «Fasader i glass som holder hva vi lover». Målet er å bringe frem ny kunnskap tilpasset moderne energikrav og byggeskikk. Denne gang tar vi for oss kuldebroenes påvirkning i energiregnskapet.



JUNGEL: De fleste kuldebroer er en blanding av geometrisk og materialbetingede årsaker. Interne kuldebroer i glasselementer (1), kuldebro i fuge rundt vinduer/fasade (2), og kuldebro i tette glassfelt (3), er gode eksempler. Vi gir deg i denne artikkelen noen nyttige innspill til hvordan disse kuldebroene påvirker energiregnskapet. Foto: Harald Aase.

Kuldebroers påvirkning i fasader

Som følge av skjerpede forskriftskrav får vi stadig bedre varmeisolerende hus med tykkere vegger. Samlet varmetap gjennom klimaskallet reduseres, men andelen av varmetapet som forårsakes av kuldebroer blir ofte større og viktigere. Hvordan vi definerer og beregner en kuldebro får økt betydning, så hvordan skal vi forholde oss til kuldebroer i glasselementer, mellom glasselement og annen yttervegg og tette felt i en glassfasade?

I tillegg til økt betydning for energiforbruket, så er fokus på kuldebroer vel så viktig med tanke på fukt og kondens i yttervegger som nå bygges tykkere og tettere enn tidligere.

Erfaringer fra byggebransjen de siste årene viser at fokuset på kuldebroer ikke er sterkt nok og at det i realiteten er mer kuldebroer blant annet i forbindelse med bruken av glass enn det som blir dokumentert.

Kunnskapen om kuldebroer bør styrkes, og klarere retningslinjer for hvordan kuldebroer skal beregnes og dokumenteres bør utarbeides for å heve kvaliteten i bransjen.

Hva er kuldebroer - og hvordan skal de regnes?

Kuldebroer er begrensede områder i klimaskallet med større varmegjennomgang enn omliggende arealer. Kravet til kuldebroer i TEK 10 stilles gjennom den såkalte normaliserte kuldebroverdien. Den normaliserte kuldebroverdien er summen av alle kuldebroer i klimaskallet, delt på byggets oppvarmet BRA, slik at kompakte bygg mye enklere kan oppfylle krav som stilles. Det er mulig å unngå forskriftskravet til normalisert kuldebroverdi ved å dokumentere energiytelsen ved energirammemetoden i TEK 10, men kuldebroene skal likefullt inngå i energiberegningene.

Bygningens klimaskall er i realiteten mer uensartet og sammensatte enn det varmetapsberegningene gjenspeiler. Det vil være en arbeidskrevende oppgave å beregne varmetapet gjennom en bygningens klimaskall helt eksakt ned til den minste kuldebro. Derfor er det viktig å ha klare retningslinjer for

hva som er nøyaktige nok, slik at det i bransjen benyttes hensiktsmessige beregningsmetoder. Slike retningslinjer finnes blant annet i standardverket og anerkjente litteraturkilder, men disse er likevel mangelfulle med hensyn til å sikre god dokumentasjon av forskriftskrav og rettferdige konkurransevilkår.

Kuldebroer har grovt sett to årsaksgrupper:

- **Geometriske kuldebroer** oppstår blant annet i hjørner eller ved endringer i tykkelsen av konstruksjoner.
- **Materialbetingede kuldebroer** oppstår når deler av klimaskjermen har materialer som gir større varmetransport enn øvrige materialer.

Men langt de fleste kuldebroer er en blanding av geometrisk og materialbetingede årsaker. Fugen rundt vinduer er et godt eksempel på en slik kuldebro. Overgang fra yttervegg med stor tykkelse til vindu er det både geometrien og materialbruken inklusive innfestingsmateriell som forårsaker kuldebroer.

Varmeisolasjonsevnen til klimaskallets ulike arealer angis med U-verdier. Kuldebroer som fremkommer gjennom konstruksjonsmåte skal være medregnet i U-verdiene. De kuldebroene som etter forskriften skal medregnes i den normaliserte kuldebroverdien, er de som det ikke er hensiktsmessig å regne som en del av U-verdiene. Det er blant annet uregelmessige punkter og innfestinger, eller tilslutninger mellom ulike arealer.

- **Interne kuldebroer inkludert i U-verdier** er ikke en del av det TEK

10 definerer som kuldebroer. Eksempel på dette kan være trestendere i en bindingsverksvegg, eller interne kuldebroer i vinduer, dører og glassfasader, slik som for eksempel ψ -verdien for avstandslista i et isolerglass.

- **Kuldebroer etter forskriften** er lengdeavhengige eller punktvis og vanskelig å anse som en del av noen U-verdi. For kuldebroene benyttes følgende symboler:

- ψ -verdi (utt.: psi-verdi) [W/mK] er en lineær varmegjennomgangskoeffisient som angir varmetap per lengde og benyttes for å beskrive varmetapet i fuger, kanter, hjørner osv.
- χ -verdi (utt.: khi-verdi) [W/K] er en punktuell varmegjennomgangskoeffisient som angir varmetapet per punkt eller gjenstand, som for eksempel en brakett, bolt eller gjennomføring.

Det er i mange situasjoner ingen entydige regler for hvilke kuldebroer som bør være en del av glasselementenes U-verdi, eller hva som skal regnes som separate kuldebroer. Mange tilfeller vil være gjenstand for skjønnsvurdering etter hva virker mest naturlig og faglig korrekt. Det kan også nevnes at det i andre land kan være ulik praksis enn i Norge rundt beregning av kuldebroverdier, samt målreferanser for klimaskallets areal. Hvis det henvises til kuldebroverdier fra utenlandske kilder, må det derfor kontrolleres at disse er beregnet med samme premisser som i norske forskrifter og standarden NS 3031.



Interne kuldebroer i glasselementer

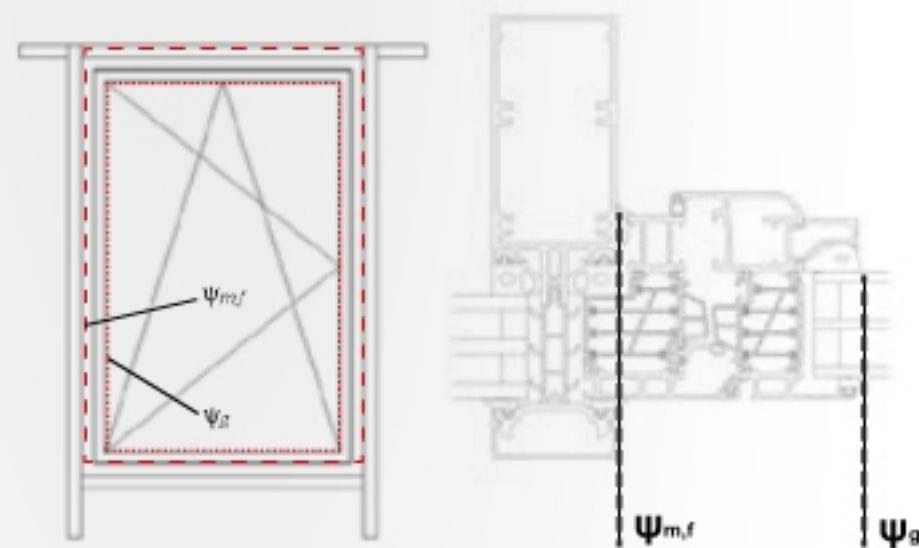
I kravene som stilles til U-verdier på glasselementer i TEK 10, så forutsettes det at alle interne kuldebroer innenfor elementet skal være medberregnet i elementets U-verdi. Det forutsettes dermed at leverandørene av slike produkter inkluderer alle kuldebroer som er forårsaket av komponenter som naturlig tilhører elementet i U-verdien, og eksempler på slike kuldebroer i vinduer, dører og glassfasader er:

- Samvirket mellom avstandslist i glasskanten og profilen glasset er satt inn i.
- Samvirke mellom kanten av tette panel og profilen det sitter i.
- Samvirke mellom et innsatt element og profilen det sitter i (som f.eks. åpningsvindu i glassfasade)
- Skruer til klemlister i glassfasader
- Glassprosser

Dessverre er det noen kuldebrotypen

hvor det mangler klare retningslinjer i standardverket eller bransjen for hvordan man skal behandle, slik at det må gjøres faglige vurderinger i hvert enkelt tilfelle om disse kuldebroene er av betydning:

- Påmonterte beslag, solskjerming osv.
- Låser og beslag på dører
- Glassbærere og glassklosser



INTERNT: Referanssmål for interne kuldebroverdier ψ_g og $\psi_{m,f}$ for åpningsvindu i glassfasade.



Fuge mellom glasselement og annen yttervegg

I godt isolerte hus med tykke vegger er fugen rundt glasselement ekstra viktig. Overgangen fra tykk isolert vegg til tynt glasselement forårsaker nemlig kuldebro av geometriske årsaker i tillegg til festemidler, klossing, fugging og så videre. Fugen mellom et glasselement og tett vegg er ofte den mest betydelige kuldebroen i mange bygninger siden den samlede lengden av slike fuger normalt er stor. For glassfasader er normalt utformingen av overgangen til vegg mer kompleks sammenlignet med dører og vinduer slik at kuldebroene ofte er større, samt at det kan være større variasjon mellom produktleverandørens løsninger.

Noen viktige faktorer som har betydning for hvor store kuldebroene rundt glasselementer er følgende:

- **Utforming og materialbruk i fugetetting og tilstøtende flater i utsparring**
Egenskapene til tette- og dyttematerialer, samt materialbruk i tilgrensende flater i veggutsparringen har betydning ved siden av den geometriske utformingen.
- **Elementets posisjon i veggen**
Vinduer plasseres ofte langt ute i veggen p.g.a. slagregnsikkerhet, men for å minimere kuldebroer er plassering av vinduet tilnærmet midt i den omliggende veggens isolasjonssjikt gunstigst.

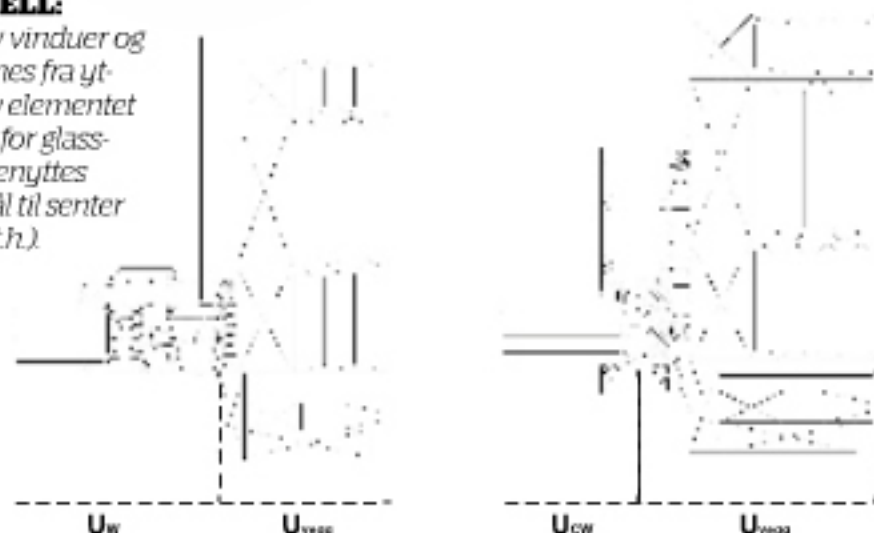
- **Valg av løsning for innfesting og klossing**
En solid og varig innfesting av glasselementer er viktig mht luft- og vannetthet, men varmeledning gjennom festemidler kan forårsake kuldebroer.
- **Vindusbrett og beslag**
Tilslutninger og utforming av beslag rundt fugen kan også ha stor betydning. Beslagets størrelse og hvordan det er i kontakt med fasadeprofilene er da av særlig betydning.

Kuldebroene mellom vegg og glasselement kan elimineres ved å kle inn karmprofiler med ut- eller innvendig ekstra isolasjon. Slike løsninger må tilpasses praktiske hensyn som skifting av glass og sikkerheten mot blant annet

nedbør og kondens. Utvendig isolering av karmen er varmeteknisk det beste, men kan være i veien for dreneringsåpninger og vanskelig med hensyn til tetting mot nedbør. Innvendig isolasjon kan være til hinder ved skifte av glass og vil senke temperaturen i hele karmprofilen, så kondensfare må vurderes.

Det er også noen kuldebroer rundt vinduer og dører som ikke skal medregnes som kuldebro. Eksempelvis en bindingsverksvegg med mange dører/vinduer har normalt mer treverk per m² enn en vegg med få dører/vinduer på grunn av utforming av utsparringene. U-verdier på bindingsverksvegger av tre skal korrigeres etter andel treverk, og ekstra treverk rundt dør- og vindusnisjer skal dermed ikke regnes som en del av kuldebroene rundt vinduer og dører.

FORSKJELL: Arealet av vinduer og dører regnes fra ytterkant av elementet (t.v.), men for glassfasader benyttes modulmål til senter av profil (t.h.).

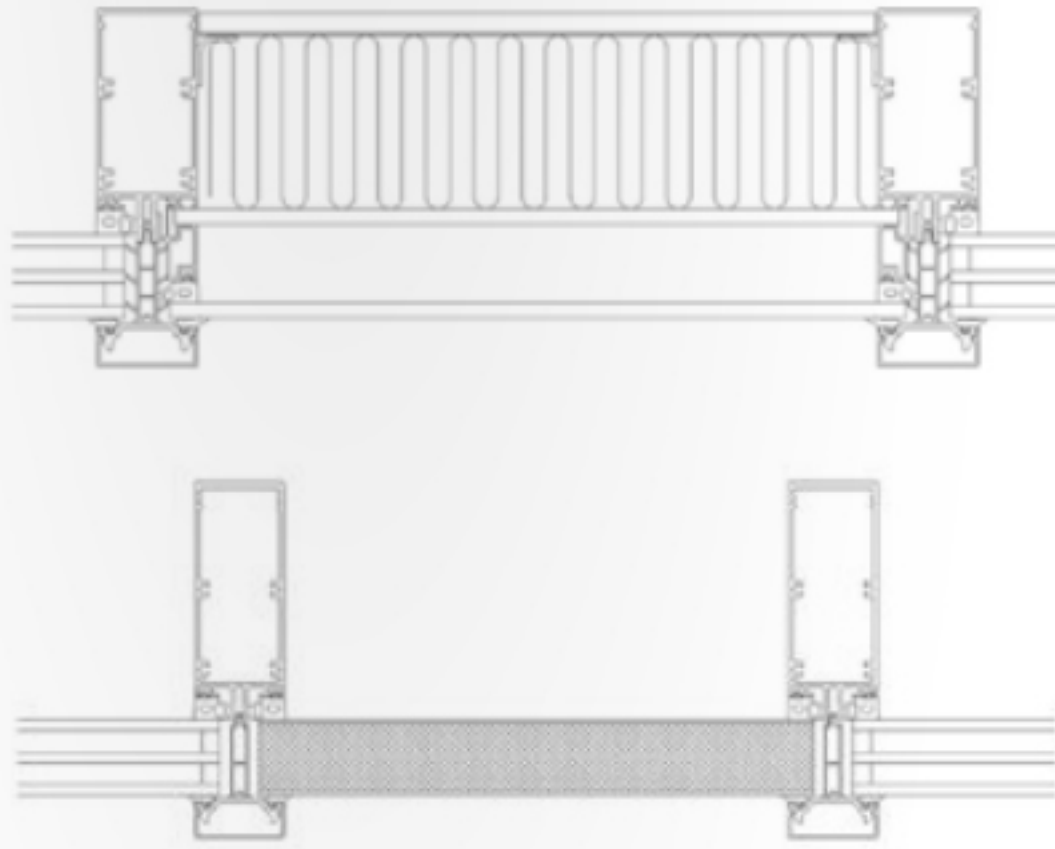


HIGH-PERFORMANCE SAFETY GLASS FRA VETROTECH: ELEGANSE, KOMFORT OG FUNKSJONALITET KOMBINERT.

Vetrotech safety glass tilbyr den ultimate beskyttelse av personer og eiendom, og på samme tid de estetiske og multi-komfort kvaliteter du forventer av et arkitektonisk glass. Mer enn 30 års erfaring gjør oss i stand til å levere løsninger til alle behov, verden over. Besøk vetrotech.com for mer informasjon.

Kontakt salgansvarlig for Norge: Morten Dalby, tel. 95 26 81 94, morten.dalby@saint-gobain.com
Forhandler: Saint-Gobain Bøckmann AS, tel. 48 11 88 00, glass-svar@saint-gobain.com

3



TETTFELT: Alternative tettfelt i glassfasade med sandwichpanel og kjerne av hard isolasjon (øverst) eller utfylling med mineralull i profilenes fulle dybde (nederst).

Hvordan skal vi beregne **tette felt i glassfasader?**

I glassfasader er det av og til behov for å ha tette felter i brystninger, samt ved tildekking av dekkekanter og søyler og hjørner. Er disse feltene en del av glassfasaden eller vanlig yttervegg? Hvordan vi velger å definere slike tette felt kan ha stor betydning når forskriftskravene til normalisert kuldebroverdi, U-verdier og andel glass i fasaden skal dokumenteres. Det er ingen entydige retningslinjer og stort faglig tolkningsrom for hvordan dette skal gjøres. En årsak til disse uklarhetene er at teksten i norske forskrifter ikke er helt i samklang med standarden for glassfasaders U-verdi på dette punktet:

- I TEK 10 settes det krav til «glass/vindu/dør», som det er naturlig å tolke som transparente arealer inkludert noe karm/ramme, men ikke større arealer med tette felt.
- I følge beregningsreglene for glassfasaders U_{cw} -verdier i NS-EN ISO 12631, så skal derimot tette isolerte felter som er omrammet av fasadeprofiler regnes inn som en del av glassfasadens U_{cw} -verdi.

For å avgjøre hvordan tettfelt skal regnes, vil det være naturlig å ta utgangspunkt i tettfeltets utforming. Hvis tettfeltet består av et sandwichpanel med tilnærmet samme tykkelse som

isolerglass så bør denne regnes inn som en del av glassfasadens U_{cw} -verdi. Sandwichpanel vil nemlig normalt vil ha tilnærmet samme U-verdi som et isolerglass. Et slikt panel vil ikke overholde minstekravene i TEK 10 til U-verdi for yttervegg og derfor ikke defineres som yttervegg. Konsekvensene av å definere tettfeltet som en del av glassfasaden er at kravene til maks glassareal i TEK kan bli vanskeligere å oppfylle når man benytter tiltaksmetoden.

Tettfelt i glassfasader som har isolasjonstykkelse som oppfyller minstekravet for yttervegger i TEK 10 med U-verdi $< 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ kan i prinsippet defineres både som yttervegg eller glassfasade. Men selv om tette felter kan være godt isolert, så vil det i de fleste tilfeller være betydelige kuldebroer i overgangen mellom hvert felt. Kuldebroen i overgangen mellom felter kan i slike tilfeller være så betydelig at minstekravet i TEK 10 til U-verdi $< 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$ faktisk ikke kan oppnås hvis kuldebroene skal inkluderes i U-verdien. Kuldebroverdiene, ψ_p -verdier, for omkretsen av isolerte felter i en glassfasade kan beregnes i et numerisk program, eller alternativt kan standardverdier hentes fra NS-EN ISO 12631.

Det er også slik at langsgående kuldebroer i metallprofiler ikke blir hensyntatt i beregningsstandarder NS-EN ISO 12631. Beregningen av disse kan være svært komplekse og tidkrevende. Dette gjelder blant annet for glassfasader hvor det er avvekslende felter med glass og tette felt med mye isolasjon. Gjennomgående metallprofiler ligger da stedvis i «varm» og «kald» sone og dermed fungerer som en langsgående kuldebro mellom varm og kald sone. På grunn av utfordringene med beregning og dokumentasjon av kuldebroene ved siden av faren for kondens, så bør slike løsninger vurderes nøye.

Forfattere:

Axel Bjørnulf, Erichsen & Horgen A/S
Ida H. Bryn, Erichsen & Horgen A/S og
Høgskolen i Oslo og Akershus

Kommende artikler

3/14: Løsninger for solavskjerming
4/14: Tetthet, og effekt av solavskjerming



ANTAGLIGEN VÄRLDENS BÄSTA SKJUTLUCKOR

I drygt 30 år har vi tillverkat eldrivna skjutluckor till Sverige och övriga Norden, Europa, Australien, Japan och USA. Våra skjutluckor är ergonomiska riktiga och tillverkas för att ge optimal säkerhet och komfort utan att göra avkall på estetik och design.

NYHET – FIRESLIDE EI30

Brandklassad skjutlucka, tillverkad i aluminium, testad och godkänd för brandklass EI30 hos SP, Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. Den finns i både horisontalgående och vertikalgående utförande och dessutom i flera varianter. Exempelvis kan den vertikalgående fås med öppning både uppåt och nedåt. Den är testad enligt EN 1634-1 och är förberedd för CE-märkning enligt den kommande standarden EN 16034. **FIRESLIDE EI30** lanseras under hösten 2014.



Svalson AB · Tel: +46 911 667 25
Box 584 · SE-943 28 Öjebyn · Sverige
www.svalson.com · sales@svalson.com

SVALSON
DET ER VI SOM LAGER SKYVELUKENE