

WHITEPAPER | KULDETREKK

VARMEØSNINGER FORAN STORE VINDUER



PURMO 
clever heating solutions

HVA ER KULDETREKK?

Når luften beveger seg innendørs, kaller vi det trekk. Denne trekken transporterer bort varmen fra huden og gjør at det kjennes kjølig. Varmetapet avhenger i stor grad på lufthastigheten omkring oss og bare en liten økning i lufthastigheten øker varmetapet fra kroppen betydelig. Høye lufthastigheter kan skyldes trekk fra f.eks. vinduer eller kalde gulv og vegger. Trekk er spesielt vanlig under vinduer der det nedkjølte glasset kjøler ned luften. Den kalde luften, som er tyngre enn den varme, trekker nedover og sprer seg over gulvet som en kald matte. Den kalde luften kjøler ned gulv og føtter og gjør at det kjennes kaldt i rommet. En person som sitter ved siden av, kan oppfatte den kalde luften som trekk.

VINDUETS BETYDNING

Vinduer er meget viktige når det gjelder botrivselen og er en vesentlig faktor i den termiske arkitekturen. Vinduer åpner også opp rommet, og det slipper inn det naturlige lyset utenfra.

Ulempen er at vinduene, selv om de blir bedre og bedre, fremdeles forverrer bygningens klimaskall og åpner for en kald følelse på årets kaldeste dager. På de varmeste dagene øker behovet for nedkjøling hvis vi ikke stenger ute solen ved hjelp av solskjermer eller lignende.

Vi er nok enige om at rom uten vinduer kanskje ikke er så hyggelige, så spørsmålet er hvordan motvirker vi ulemperne og hvordan kan vi løse inneklimaet der vinduet er større?

Hvis vinduer kombineres på riktig måte med radiatorens eller konvektorens egenskaper, skaper vinduet sammen med vindusveggen et termisk fargerikt, sensorisk oppfriskende og helsebringende innemiljø.

STRÅLING, TREKK OG STRATIFISERING

Varmeenergi kan bare forflytte seg fra et høyere temperaturnivå til et lavere. - Dette er termodynamikkens første hovedregel. I rommet forflytter varmen seg hovedsakelig i form av stråling og konveksjon og ledes i mindre grad gjennom materialene.

Avhengig av omstendighetene, ligger et menneskes overflatetemperatur i området 30–35 °C. Det vil si at vi sender ut varme til omgivelsene omkring oss og spesielt til et kjølig vindu i form av varmestråling. Den beste plassen for en radiator er derfor under et vindu, for da forhindres kuldetrekk. Radiatorens varmestråling kompenserer til og med for kulden fra den kaldere vindusflaten. Ved å plassere en radiator under vinduet, som skaper en motvirkende oppadgående varmluftstrøm, forhindrer du trekk. For at det skal kjennes trekkfritt, kan ikke lufthastigheten være høyere enn 0,20–0,25 m/s.

Selv om konveksjon er den viktigste varmeavgivelsen for en radiator, har dessuten varmestråling i rommet også en viktig betydning for komfort. Den beste, som også er den

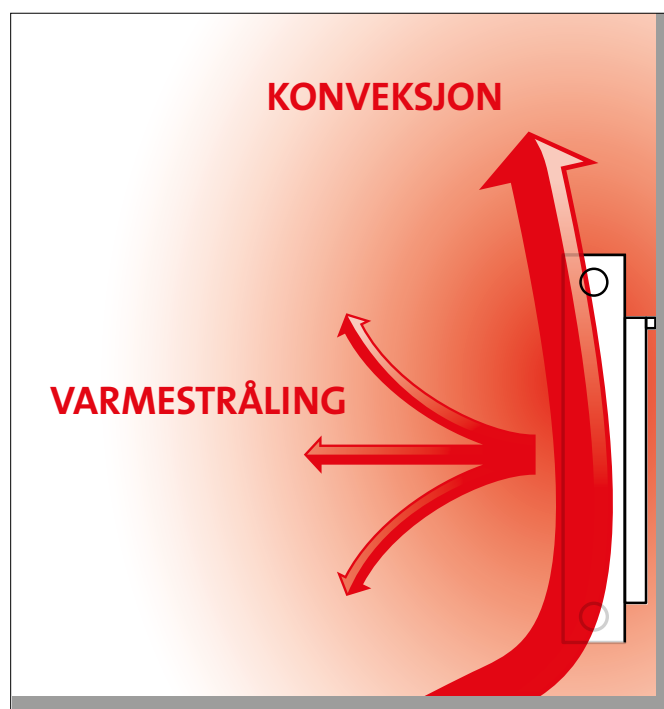
mest energieffektive, måten å utnytte varmekomforten fra en radiator på, er å plassere den under et vindu. Her er forklaringen:

KONVEKSJON:

Radiatorens konveksjon kompenserer for vindustrekk (kuldetrekk/kaldras) og inntak av ventilasjonsluft gjennom vinduskarmen.

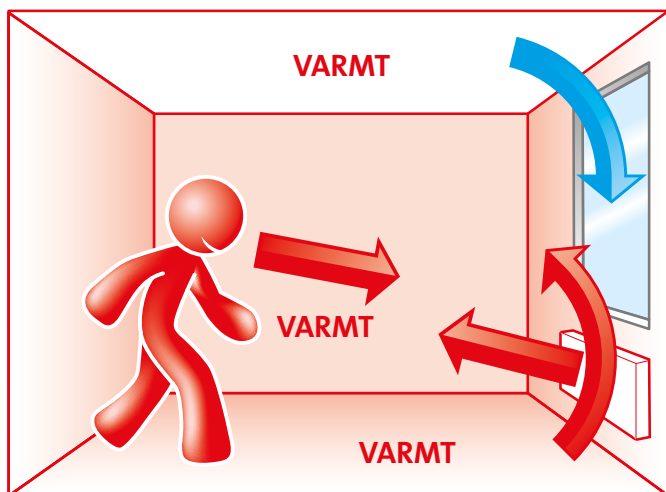
VARMESTRÅLING:

Varmerstråling fra radiatoren skaper en behagelig motvekt mot strålingseffekten fra de kaldere vindusflatene.

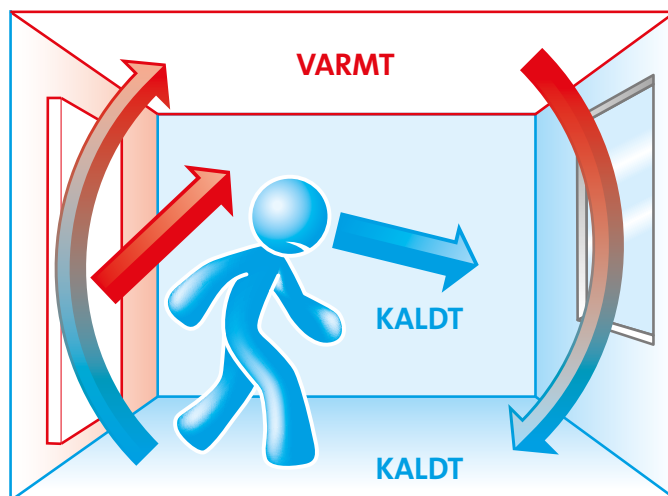


ANDEL (%) AV VARMESTRÅLING OG KONVEKSJON I HENHOLD TIL EN 442-STANDARDEN

	Stråling	Konveksjon
TYPE 10	50	50
TYPE 11	35	65
TYPE 21/22	20	80
TYPE 33	10	90
Varmeovn med deksel	0	100



I bilde 1 utstråler radiatoren som er plassert under vinduet, varme til rommet og kompenserer samtidig for vindusflatens stråleeffekt: Varmefølelsen som mennesker opplever er heterogen og oppfriskende. Radiatorens konveksjon stopper den kalde luftstrømmen som vinduet forårsaker.



I bilde 2 oppleves vindusveggen som kjølig og trekkfull ved gulvkanten ettersom det ikke finnes noen radiator under vinduet. Når radiatoren plasseres på et annet sted enn under vinduet, fører det til at det lages temperaturskikt, dvs. stratifiseringsring.

Radiatorer finnes både i standard utførelse og med et flatt panel foran. Hvis du vil ha en riktig kraftpakke, kan du velge en konvektor. Ønsker du en pen innredningsdetalj, bør du velge en seksjonsradiator. Alle disse passer under et vindu.

Det er også mulig å montere radiatorer på innervegger og det kan i blant være en fordel, spesielt når det er dårlig plass under vinduet. Det er imidlertid ikke en ideell løsning fra et energistandpunkt, på grunn av større

varmetap. En vertikal radiator ved siden av en vindusrute kompenserer for den kalde trekken, men forhindrer den ikke.

Vertikale og horisontale radiatorer som monteres på innervegger eller ved siden av vinduet gir derimot en behagelig varmekfølelse når man passerer dem. Denne typen installasjoner har dessuten ofte en arkitektonisk dekorativ funksjon.





EFFEKT TAP MED ELEMENTVERN?

Det er litt synd at moderne radiatorer i blant dekkes med et elementvern. Selv om en stor del av radiatorvarmen kommer inn i rommet gjennom luftbevegelser, det vil si konveksjon, utelater man radiatorens viktige kosefaktor i form av "stråling", strålevarme, ved anvendelse av elementvern. Kuldetrekken stoppes i dette tilfellet gjennom radiatorens konveksjon, men den kalde vindusflatens "kald-strålingseffekt" kompenseres det ikke for.

Thermopanel V4, Purmo Compact eller en annen standard panelradiator fungerer utmerket selv ved anvendelse av elementvern. I så fall bør du la det være rom over og under radiatoren, omtrent like mye som det radiatorens dybde utgjør. Disse luftveiene muliggjør korrekt konveksjon. Du trenger dessuten å overdimensjonere radiatoren med ca. 20% for å kompensere for stråleeffekten.

HVA SLAGS OPPVARMING I GANGEN?

Vi skal bygge en vinterisert gang. Det skal støpes en plate og det skal bli vannbåren gulvvarme som koples til vår eksisterende vannbårne oppvarming i huset som vi har med fjernvarme. I det vinteriserte uterommet kommer det til å være tre større vinduer på den ene langsiden med en lav gavl på ca. 40 cm og på den ene kortsiden (ut mot hagen) skal vi ha skyvedører (en fast og en skyvbar, i et parti på til sammen drøye 4 m). De andre to veggene er "solide vegger" mot eksisterende hus/garasje. Vi prøver nå å lese oss til hvilken U-verdi vi skal satse på i skyvedører og vinduer, og om det er noe annet vi må tenke på for å få god varme i vinterhagen, og om mulig slippe trekk fra vinduer eller skyvedører. Tror du det er viktig å velge U-verdi på 1,0 i stedet for 1,1 eller 1,2 W/m²K?

Holder det med gulvvarme som oppvarming, eller er det behov for ekstra radiatorer under vinduene og/eller innfelt i gulvet foran skyvedørene? Veldig takknemlig for gode råd!

Hvilke vinduer og skyvedører du bør velge avhenger av hvordan du ønsker å anvende uterommet i fremtiden. Skal det være beskyttelse for å forlenge sommerkveldene, så rekker det med vindu med en U-verdi på omtrent 1,7. Hvis dere derimot ønsker å kunne bruke rommet av og til om vinteren, er det behov for en lavere U-verdi på minst 1,1. Jo lavere U-verdi, jo bedre isolering.

Hvis du velger gulvvarme, så er god isolering veldig viktig. For å kunne trekke vannbåren varme til uterommet, må rommet være isolert slik at det ikke finnes fryserisiko. Gulvvarme kan være tilstrekkelig i ditt tilfelle. Det er nødvendig med tettere sløyfer, spesielt mot ytterveggene/vinduene. Med gulvvarme kan man ikke forhindre trekk helt, men hvis man tetter til sløyfene med maks. 100 c/c så blir det ganske bra, dersom man godtar kaldstråling.

For å motvirke kald trekk burde det plasseres en radiator eller en lav konvektor under/foran vinduet, som dermed skaper en motvirkende, oppadgående varmluftsstrøm. Gulvkonvektorer kan også brukes foran store vinduspartier, som på bildet ovenfor. For at det skal kjennes trekkfritt, kan ikke lufthastigheten være høyere enn 0,20–0,25 m/s.

Hvis man har tenkt å anvende uterommet året rundt, så er gulvvarme et godt alternativ, spesielt hvis du har planlagt å ha en kakkellovn. Hvis du velger gulvvarme, så er bra isolering veldig viktig. For å kunne trekke vannbåren varme* (radiatorer eller gulvvarme) til uterommet, må rommet være isolert slik at det ikke finnes fryserisiko.

Begge systemene fungerer. Hvis du har flislagt gulv, er det nok deilig med grunnvarme i gulvet. På sin side reagerer radiatorer raskere, f.eks. hvis du tar en rask beslutning om å bruke rommet og ikke har det innstilt på komfortvarme. Husk at det kan ta 1–2 døgn å varme opp et uterom med gulvvarme på kaldere dager. Gulvvarme krever et godt isolert underlag med 250–300 mm skumplast.

Hvis uterommet er dårligere isolert (minusgrader om vinteren) og du bare skal sitte der innimellom, bør du montere en varmekilde som raskt og enkelt gir varme og som ikke er så treg å starte som gulvvarme. Da kan vi anbefale elektrisk varme, slik at du ikke risikerer at systemet fryser. Elektriske radiatorer utgjør en enkel og rask måte å montere varme på. Elektriske radiatorer stopper kuldetrekk fra vinduer og med moderne termostater holder de inne-temperaturen jevn og behagelig, innenfor en toleranse på 0,2 grader. Ta for eksempel en kikk på Yali Parada eller Yali Ramo fra Purmo. Hvis du bare varmer opp uterommet sporadisk, koster det ikke så mye å bruke elektrisitet. Et uterom på 20–30 kvm kan bli varmt på ca. 20 minutter. Elektrisk gulvvarme eller infravarme kan også fungere.

Utenom varme er også avkjøling av uterommet viktig på varme sommerdager. Tenk også på at det kan være bra med en lufteåpning i uterommet, spesielt om man har mange gjester eller planter, som tørker lett ut, i uterommet. Det er jo ikke alltid man ønsker å åpne skyvedører og vinduer og slippe inn myggen.



OPERATIV TEMPERATUR

Når man er i et rom oppleves ikke bare romlufttemperaturen, men også den operative temperaturen. Operativ temperatur er et godt mål på den opplevde temperaturen i et rom. Den tar hensyn til både romlufttemperaturen og de forskjellige overflatenes temperatur.

T_r er overflatenes gjennomsnittstemperatur, og T_{in} er romlufttemperaturen. Vi skal gå litt dypere og beskrive hva rettet operativ temperatur er, og hvordan du jobber med riktig plassering og riktig valg av varmekilde i forhold til vinduet og dets størrelse og plassering.

I de viktigste standardene som omhandler teknisk komfort (termisk komfort), ISO 7730 og ASHRAE Std. 55, brukes den operative temperaturen som referanse for termisk komfort, noe som fungerer bra i vanlige bolig- og kontorrom der temperaturene er moderate og luftens strømningshastighet lav.

Ved hjelp av den gjennomsnittlige operative temperaturen (Mean Operative Temperature) vurderes den termiske komforten som oppleves av en person som sitter 0,6 m fra gulvet og står 1,1 m fra gulvet i gjennomsnitt. Den gjennomsnittlige operative temperaturen brukes i hovedsak som referanse for dimensjonering og energibruk.

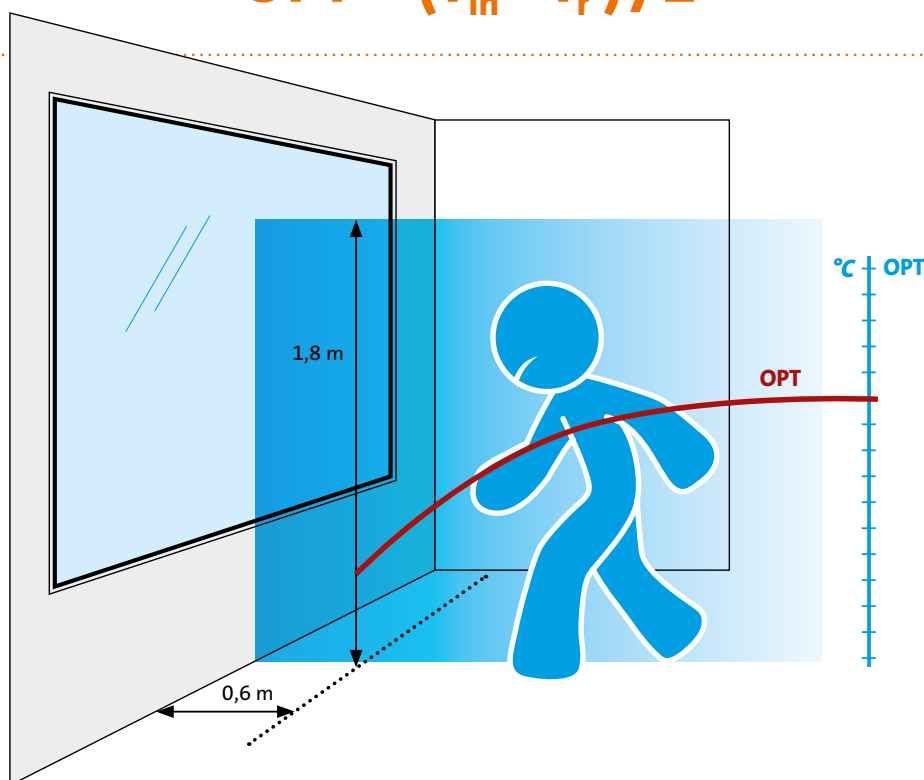
Den operative temperaturen kan også defineres matematisk på andre steder i rommet, der det er spørsmål om lokal termisk komfort (Local thermal comfort).

Med rettet operativ temperatur (Directed Operative Temperature) vurderes et beregningssett i en viss retning, f. eks. mot vindusveggen, der det bare tas hensyn til temperaturene på flatene i valgt retning eller motsvarende halvsfære. Som referanseverdi for menneskers varmeopplevelse er den rettede operative temperaturen mer virkelighetsnær enn den gjennomsnittlige operative temperaturen.

Den operative temperaturen tar hensyn til romluftens temperatur samt temperaturen på rommets vegger som påvirker varmestrålingen.

Hvordan den operative temperaturen beregnes. Den er gjennomsnittet av romluftens temperatur T_{in} , og flate-temperaturene med vektete vinkelfaktorer (Angle factors), T_r . Hvis romluftens temperatur er for eksempel 22 °C og gjennomsnittet for de vinkelfaktorvektede flatetemperaturene er 20 °C, er den operative temperaturen gjennomsnittet av disse, dvs. 21 °C:

$$OPT = (T_{in} + T_r) / 2$$

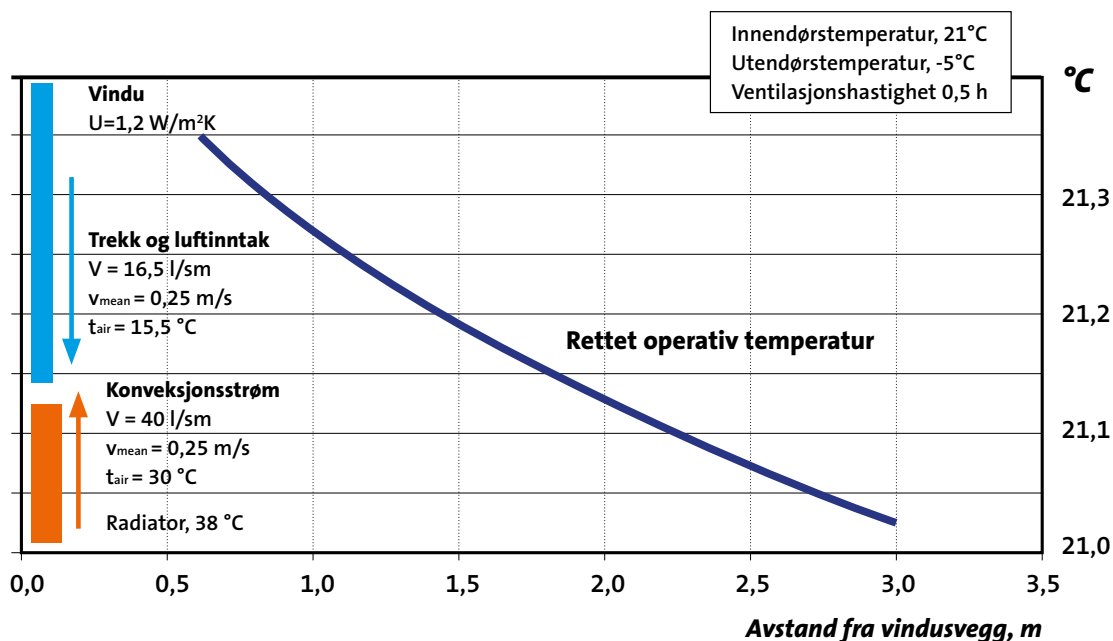




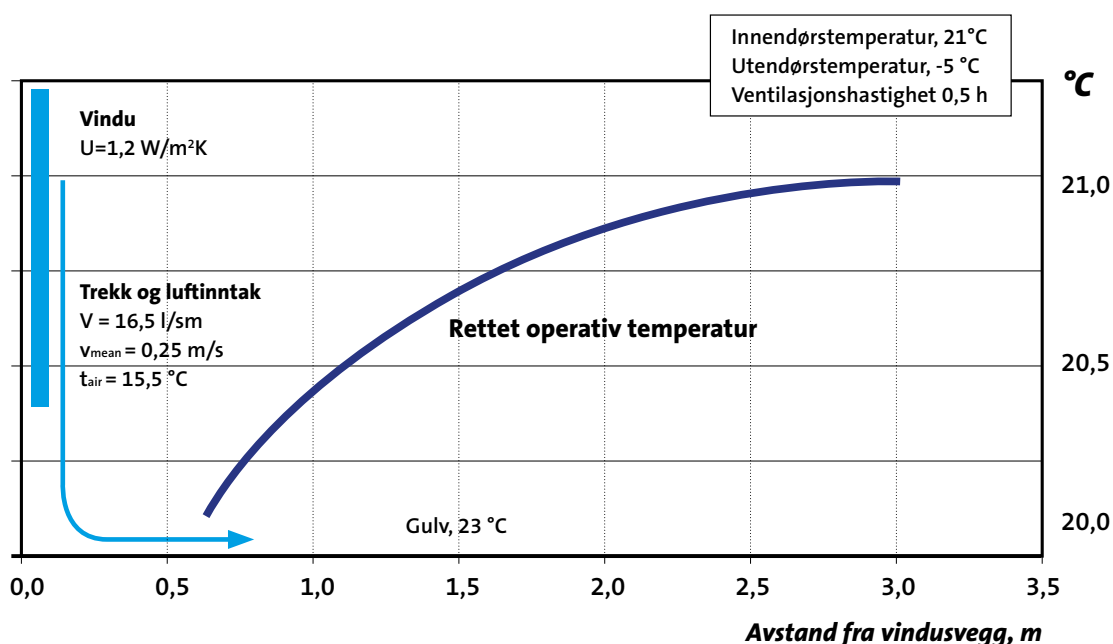
TREKK OG STRATIFISERING

HORIZONTAL TEMPERATURFORDELING

Diagrammet viser hvordan et menneske opplever romtemperaturen (Directed operative temperature) i forskjellige avstander fra vindusveggen under de forhold som råder i eksempelet: I nærheten av vindusveggen føles det litt varmere enn nærmere midten av rommet. Mennesker utstråler nemlig varme mot vinduet, og den varme radiatoren under vinduet utstråler varme mot mennesker, og dette kompenserer for "kuldestrålingen" fra vinduet. Langs vindusflaten synker det en nedkjølt luftstrøm, som radiatorens konveksjonsstrømning stopper. Det er enklest å fastslå de operative temperaturene ved hjelp av et beregningsprogram, som for eksempel IDA ICE.



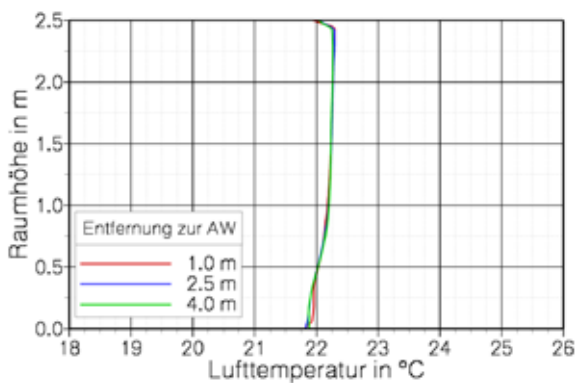
Eksempel 1. Vindusveggenes påvirkning når det er plassert en radiator under vinduet. Hvis vi plasserer samme mengde effekt, men under eller foran et vindu, reduseres følelsen av kuldetrekk og kaldstråling. Langs vindusflaten synker det en nedkjølt luftstrøm, som radiatorens konveksjonsstrømning stopper.



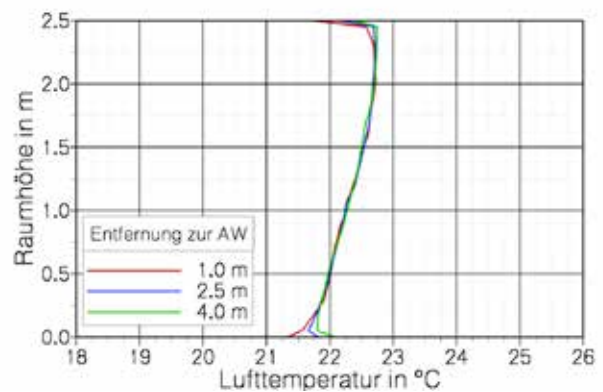
Eksempel 2. Vindusveggenes påvirkning når det ikke er plassert en radiator under vinduet. Langs vindusflaten synker det en nedkjølt luftstrøm, trekk, som er rettet mot gulvet. På gulvet synker strømningshastigheten i et forhold som er lik kvadratroten av avstanden målt fra veggen.

VERTIKAL TEMPERATURFORDELING

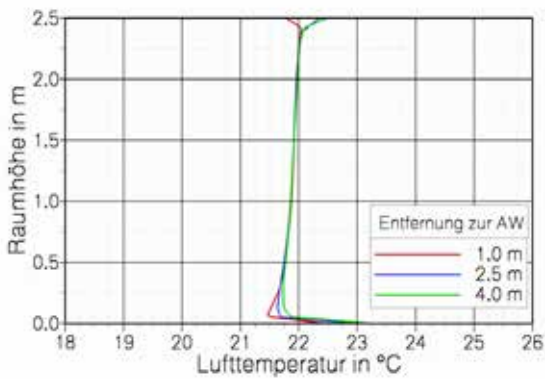
Bildene viser temperaturstratifiseringen på ulike avstander fra ytterveggen i rommet, avhengig av radiatorenes plassering og gulvvarme. Ventilasjonen og varmetapet påvirker temperaturstratifiseringen i stor grad. Et FTX-system, sammenlignbart med ACA 0 1/h i tilfelle A,B og C i bildene nedenfor, gir en bra varmefordeling også sammen med gulvvarme. Bilde D: Innkommende luft gjennom vindusventiler fungerer sammen med en radiator som forhindrer kuldetrekk, men gulvvarme fungerer ikke. Bilde F viser et nesten optimalt forhold med tilluftsradiorer. Utendørsluftens temperatur er -5 °C.



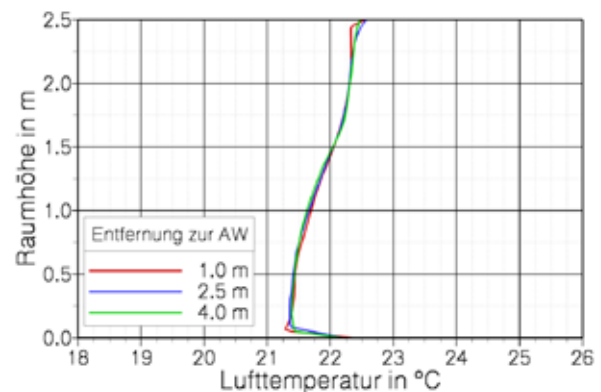
A. Radiator under vinduet, ACR 0 1/h



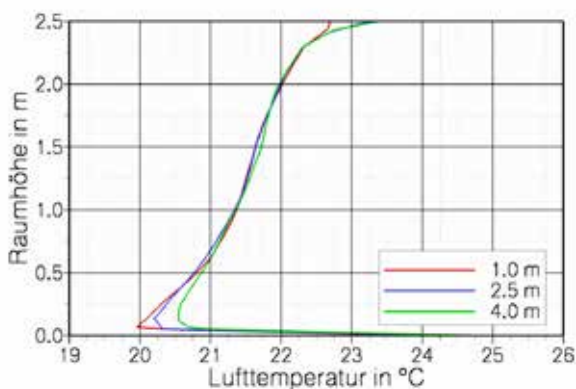
B. Radiator på innerveggen, ACR 0 1/h



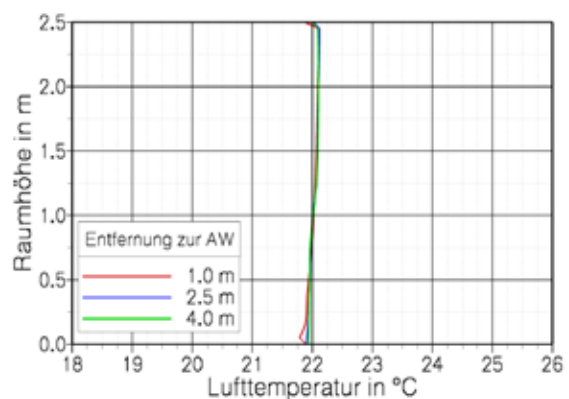
C. Gulvvarme, ACR 0 1/h



D. Radiator under vinduet, ACR 0,5 1/h



E. Gulvvarme, ACR 0,5 1/h



F. Tillufts radiator, ACR 0,5 1/h



VERTIKALE RADIATORER VED VINDU TIL GULV

SPØRSMÅL:

Vi skal trekke to vinduer ned til gulvet i stuen med fasade mot nord. Vi vil ikke ha gulvvarme, men lurer på om vi kan kjøpe et element ved siden av de to store vinduene og likevel få varme uten kuldetrekk. Finnes det bransjeregler, energi-erklæringsregler som gjelder dette, slik at vi ikke gjør noen feil?

SVAR:

Dette er et dilemma som forekommer ofte. Denne typen arkitektoniske løsninger øker, men det fungerer i praksis ikke helt prikkfritt i Norden. Det er veldig vanskelig å stoppe kuldetrekk fra vindusløsninger som går helt ned til gulvflaten.

I dette tilfellet anbefaler vi en Delta-seksjonsradiator foran vinduet. Modell DL 3 eller DL 4. Delta-radiatoren kan settes på fotkonsoller og fås i 72 ulike farger. Den plasseres på fotkonsoller foran vinduet. I og med at sollyset kan slippe gjennom radiatoren, får du en "lettere" radiatorløsning foran vinduet.

Gulvvarme, som dere ikke hadde i tankene, stopper heller ikke kuldetrekken helt. Gulvvarme er ikke det mest optimale for å kun ta kuldetrekk fra svært høye vinduer.

KULDETREKK OG VERTIKALE RADIATORER

Din idé om å bruke vertikale radiatorer kan fungere på det vis at radiatorene kompenserer for kuldestrålingen. Det vil si – ettersom kroppen din har en høyere temperatur enn vindusflaten, så kommer du til å forårsake egenstråling av din varme mot vindusflaten. Dette oppleves av oss som om vinduet utstråler kulde mot kroppen. I virkeligheten er det tvert i mot. Denne strålingen kan minskes med vertikale radiatorer, men kuldetrekket stoppes ikke på kalde dager. Varmeteknisk er den beste plassen for en vertikal radiator ved siden av eller nært inntil et vindu.

ANDRE TIPS FOR VARMELØSNINGER VED STORE VINDUSPARTIER

Delta er en elegant seksjonsradiator som forener moderne byggekunst med tradisjonell oppvarmingsteknikk. Lasersveising eliminerer praktisk talt alle sveisefuger og gir en garantert jevn flate. Inne i radiatoren forhindrer lasersveisingen at det samler seg rester fra sveisingen og minsker risikoen for friksjon og korrosjon. Resultatet er en mer stillegående, mer effektiv radiator som holder lengre. De D-formede profilene som har gitt Delta Laserline navnet, er ikke bare tiltalende, men forbedrer også ytelsen med opptil 10% sammenlignet med konvensjonell design.

Purmo Kon – Konvektorene har en diskret eleganse i kombinasjon med en svært god varmeavgivelsesevne. Stålkonstruksjonen er kraftig og stor, noe som gjør Purmo Kon til en ideell varmekilde i miljøer med store glasspartier og åpne planløsninger. For å få en elegant rørinstallasjon er Purmo Kon forsynt med en integrert ventilkopling, noe som suppleres med ventilinnsats og termostat for å skape et behagelig innendørsklima.

Aquilo – Den gulvmonterte konvektoren Aquilo FMK er spesialdesignet for montering i gulvkanaler. Konvektoren består av en kopperspiral med aluminiumslameller, svartlakkert og montert inne i en dobbeltsidig galvanisert platekanal, også den svartlakkert innvendig. Fra oversiden beskyttes konvektoren med et tverrgående eller langsgående gitter produsert i valgfritt materiale fra produsentens tilbud og som bestilles separat. Konvektoren koples til varmesystemet med to G ½" innvendige gjenger.

Purmo FCV i høyden 200 mm – Ventil Compact er en klassisk panelradiator. En sann kvalitetsradiator med svært høy finish. Denne radiatoren har integrert ventil som standard. Purmo Ventil Compact leveres med monterte sideplater, topprist og har tre ulike frontpaneler – Standard CV, Plan FCV og Ramo RCV.



TREKKOMPENSASJON

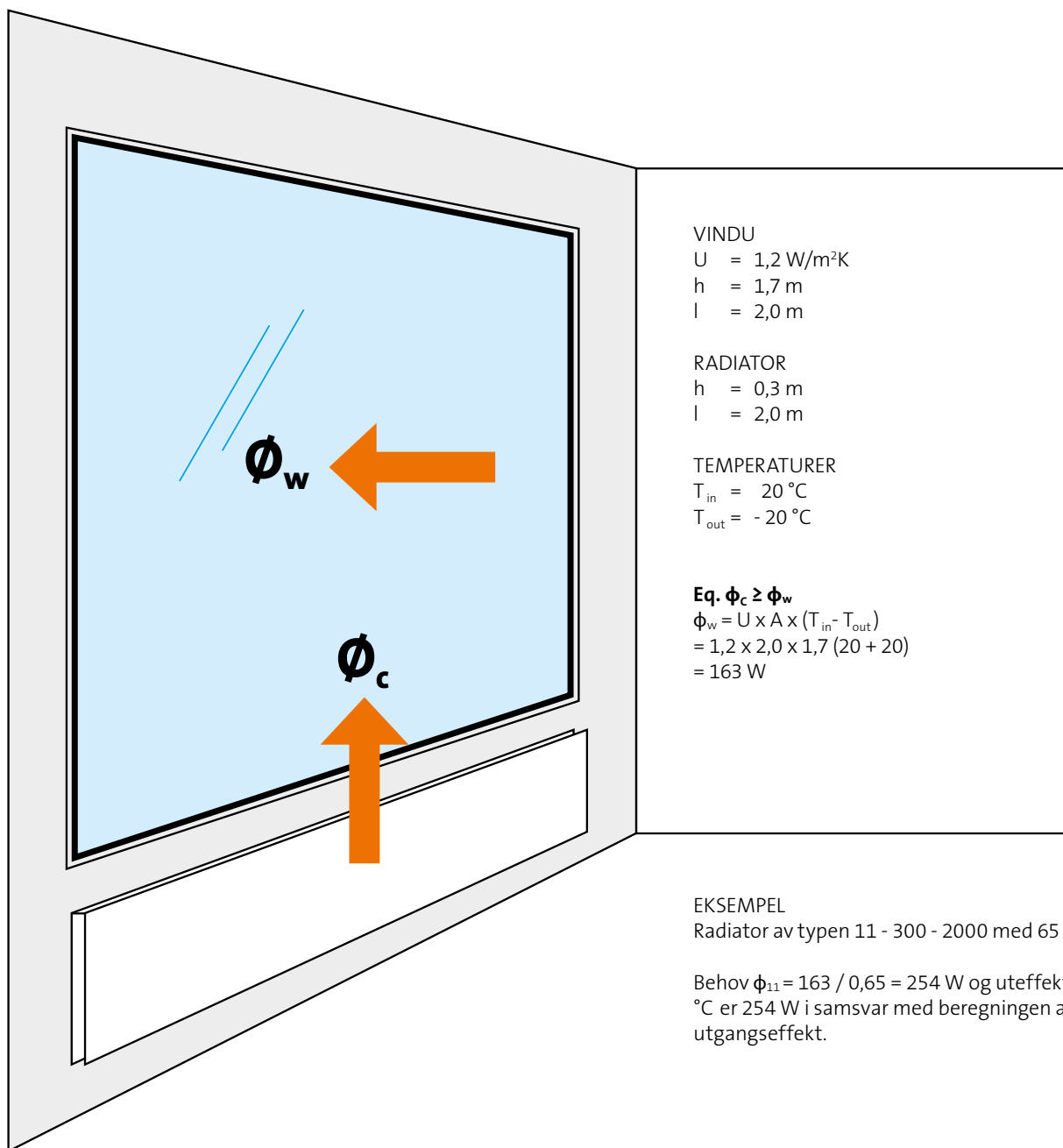
STOPP VINDUSTREKK VED HJELP AV RADIATORER OG KONVEKTORER

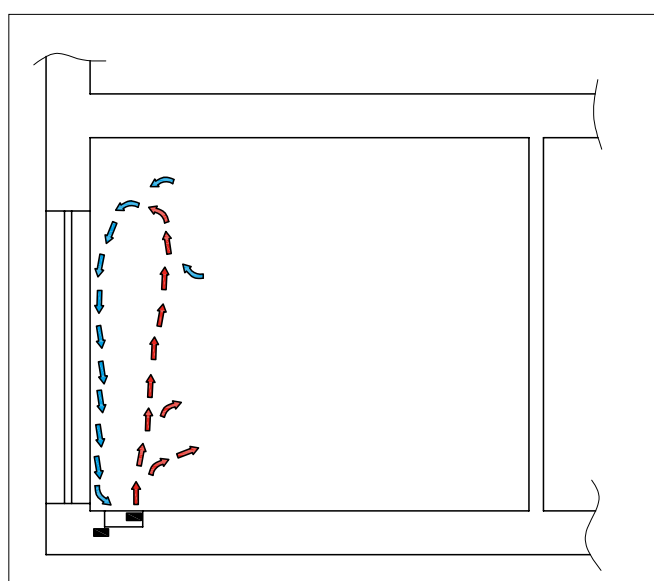
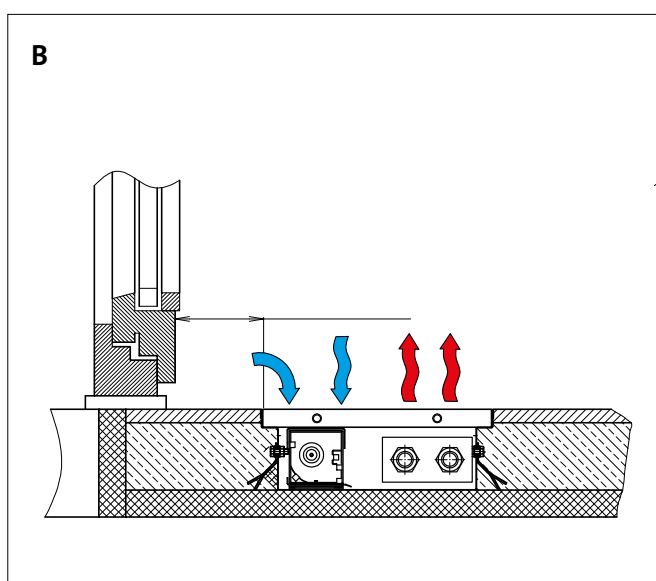
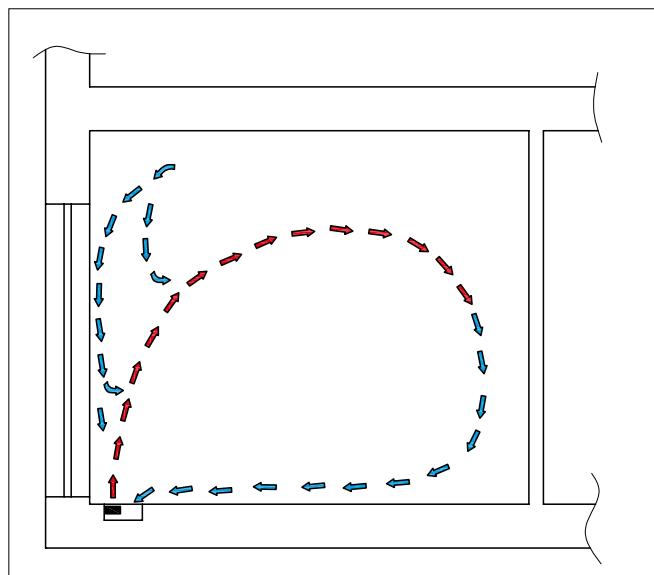
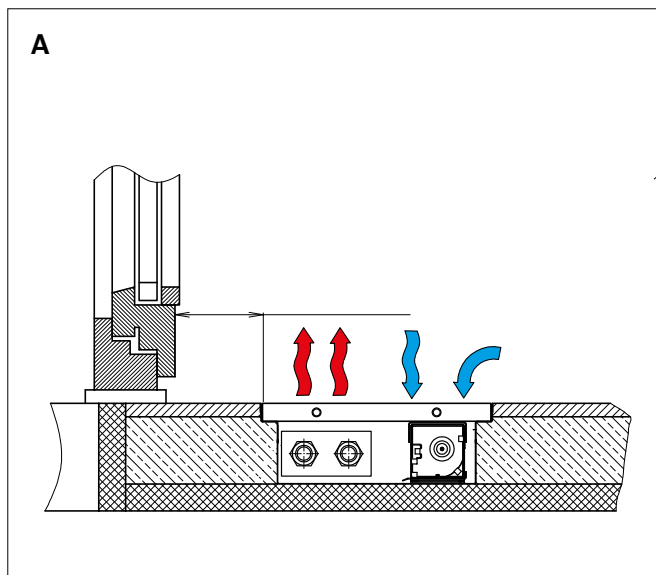
Hvis man ikke kjenner til radiatorens/konvektorens strømningsmønster, anbefaler vi at den konvekative effekten bør være minst like stor som vinduets varmetap.

For å stoppe trekken kreves det en radiator som er like bred som vinduet, for eksempel av typen 11-300-2000, som har en konvektiv effekt som tilsvarer vinduets varmetap: konvektiv effekt (= 65 % av den totale effekten) over 163 W og total effekt 256 W for eksempel ved temperaturene 45/30/20 °C (= dT16,4K).

Det er også mulig å stoppe trekken ved hjelp av en gulvkonvektor med vifte.

For å oppnå en akseptabel varmekomfort bør vinduets U-verdi være tilstrekkelig lav, slik at varmestrålingens usymmetri forblir over 5 °C-kriteriet.





Kuldetrekk fra vinduer kan også stoppes ved hjelp av gulvkonvektorer med vifte. Alternativ A er 5 % mer effektivt, stopper kuldetrekk bedre og gir bedre luftsirkulasjon enn alternativ B.

KALDT PANORAMAVINDU MED GULVVARME?

SPØRSMÅL:

Har et ca. 2x3 m kaldt panoramavindu mot havet. Om vinteren kjennes det kaldt i nærheten av vinduet. Kald trekk langs vindusglasset. Huset har gulvvarme.

SVAR:

Dette er et veldig vanlig problem. Man kjenner alltid kuldetrekk fra vinduet ved utetemperaturer på under -5 grader, hvis det ikke finnes en radiator eller konvektor under vinduet som stopper kuldetrekken. Dette er merkbart selv ved varmere utetemperaturer og spesielt går det ut over komforten ved et kaldt panoramavindu.

Det finnes fire alternativer i Purmo-utvalget. Enten kan du montere en lavbygd, gulvstående konvektor av typen ThermoCon eller Purmo Kon under eller foran vinduet. Foran vinduer benyttes det gulvkonsoller. Det andre alternativet er å anvende en gulvkonvektor som bygges inn i gulvet, av typen Aquilo. Det tredje alternativet er å montere en vertikal radiator ved siden av vinduet. Denne radiatoren stopper ikke kuldetrekken, men motvirker følelsen av kald trekk. Samtlige alternativer krever at det er mulig å trekke frem rør fra den vannbåren varmen.

Alternativet som dreier seg om å bygge inn i gulv er dyrere, men fordelen er at man kan montere konvektoren nedsenket, slik at man kan gå over den ved behov, hvis det for eksempel finnes et skyvevinduparti eller en dør innebygd i panoramavinduet. Du kan også montere en Delta-seksjonsradiator foran vinduet. Modell DL 3 eller DL 4, cirka 300 mm høy. Delta-radiatoren kan settes på fotkonsoller og fås i 70 ulike farger. Den plasseres på fotkonsoller foran vinduet. I og med at sollyset kan slippe gjennom radiatoren, får du en "lettere" radiatorløsning foran vinduet.



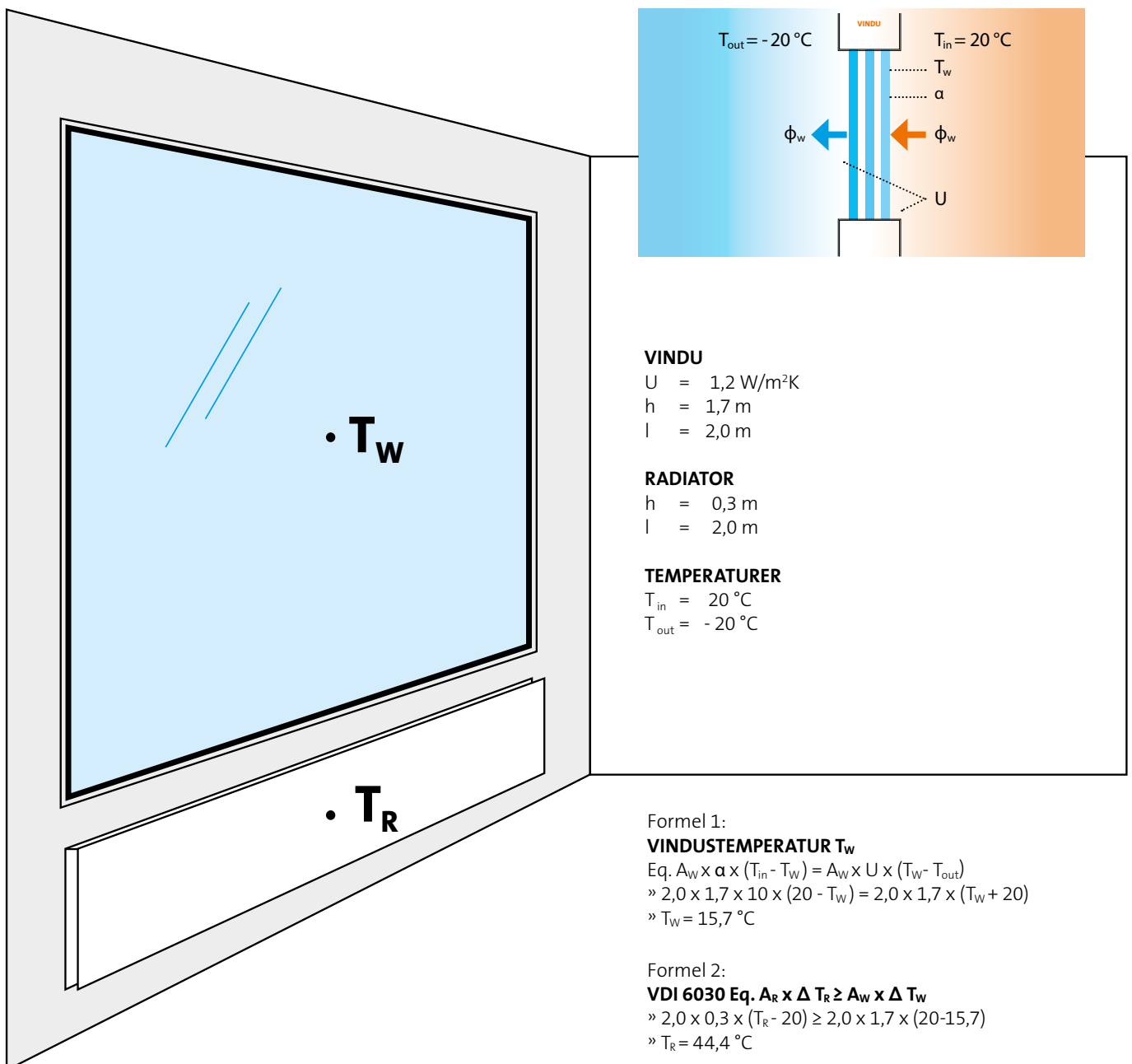
STRÅLINGSKOMPENSASJON

For å kompensere for vinduets “kuldestråling” anbefaler normen VDI 6030 å dimensjonere radiatoren slik at dens synlige overflate og inngangen for radiatorens overtemperatur er større enn vindusflaten og inngangen for vinduets undertemperatur:

Vindusflatens temperatur beregnes i samsvar med formel 1). Legg merke til at verdien til varmegjennomgangskoeffisienten α er avhengig av luftens strømningshastighet, som er høyere for høye vinduer (ca. 10 W/m²K) enn lave vinduer (ca. 8 W/m²K).

Man bør også legge merke til at U-verdien som angis for vinduet gjelder for varmegjennomgang ved forhold i henhold til standarden, dvs. ved en utendørstemperatur på + 5 °C. Når utendørstemperaturen er, for eksempel, -20 °C, stiger U-verdien med omtrent 20 %.

Beregnet i henhold til kriteriene i VDI 6030 , formel 2), bør flatetemperaturen på en radiator av typen 11-300-2000 under forholdene i eksempelet være minst 44,4 °C.





GULVINNBYGDE KONVEKTORER FORAN STORE VINDUER?

Den moderne arkitekturen med store vinduspartier lever i beste velgående. Å finne effektive varmeløsninger som forhindrer kuldetrekk setter press på VVS-planleggingen. Purmo Thermopanel hevder fortsatt at den beste løsningen er en radiator under eller foran vinduet. Dette bevises våre egne målinger. Imidlertid kan oppvarmingen naturligvis løses på andre måter, som gulvvarme, en vertikal radiator ved siden av vinduet eller med nedsenkede gulvkonvektorer. Aquilo fra Purmo er en nedsenkbar konvektor som kan fås med eller uten vifte, samt med eller uten kjøling.

De fleste hus klarer seg med gulvkonvektorer uten vifte dersom formålet bare er å forhindre kuldetrekk. Men i så fall behøver man ofte å komplettere med noen ekstra radiator eller med vanlig gulvvarme. Hos familien Fridsten gjør viften at gulvkonvektorene holder til å varme opp hele soverommet der de nå monteres. Til tross for at viften bare er på 11 watt, gjør den at man kan få ut ca. fire ganger mer varme.

Hvis man sammenligner ved vanlige vegghengende radiatorer, koster gulvkonvektorene med innebygget vifte en god del mer. – Min vurdering er likevel at det blir betydelig billigere enn om vi skulle ha montert vanlig gulvvarme. Dessuten bygger ikke dette opp gulvet like mye, påpeker Göran Fridsten.

Risten som dekker konvektorene er laget av aluminium og gir et veldesignet inntrykk. – Vi synes at det har fungert veldig bra og ville gjøre likedan nå når vi pusser opp soverommet. For min del er det også viktig med det estetiske.

Selv om vi ikke har vindu som går helt ned til gulvet, så vil vi unngå skjemmende radiatorer på veggen, sier Margaretha Fridsten.

For å unngå at det faller ned smuss mellom trådene i gitteret, har de valgt å ikke plassere gulvkonvektoren foran verandadøren, men bare under vinduet og langs de øvrige veggene.

FORDELER MED GULVINNEBYGDE KONVEKTORER MED VIFTE:

- Høy effektivitet og varmeavgivning takket være integrert vifte
- Gir effekt der det er mest bruk for den, for eksempel ved store vinduspartier.
- Lav byggehøyde gjør det er mulig å montere den på de fleste steder
- Viften kan settes i flere stillinger og er knapt hørbar
- Gir et elegant inntrykk



STORE VINDUER I OFFENTLIGE MILJØER?

Varmen beveger seg alltid fra varmt til kaldt. Når man står nære et kaldt vindu, flytter kroppsvarmen seg fra kroppen mot den kaldere flaten. Hvis du sitter stille i rommet i nærheten av vinduet, og hvis temperaturforskjellen mellom vindusflaten og veggflaten midt i mot er mer enn 5 grader, kan kroppen din kjenne dette – selv om enkelte reagerer sterkere enn andre, ettersom følsomheten for temperaturforskjeller er veldig individuell. Stillesittende positur i kombinasjon med disse temperaturforskjellene kan til og med gjøre at du begynner å fryse eller kjenne ubehag. Når luften beveger seg innendørs, kaller vi det trekk. Denne trekken transporterer bort varmen fra huden og gjør at det kjennes kjølig.

LUFTHASTIGHET OG KULDETREKK

Varmetapet avhenger i stor grad på lufthastigheten omkring oss og bare en liten økning i lufthastigheten øker varmetapet fra kroppen betydelig. Høye lufthastigheter kan skyldes kuldetrekk fra for eksempel vindus- eller veggflater eller fra ventilasjon. Trekk er spesielt vanlig under vinduer der det nedkjølte glasset kjøler ned luften. Den kalde luften, som er tyngre enn den varme, “trekker” nedover og sprer seg over gulvet som en kald matte. Den kalde luften kjøler ned gulv og føtter og gjør at det kjennes kaldt i rommet. En person som sitter ved siden av, kan oppfatte den kalde luften som trekk. Dette er årsaken til at radiatorer oftest plasseres under vinduer.

KONVEKTORER I OFFENTLIGE MILJØER

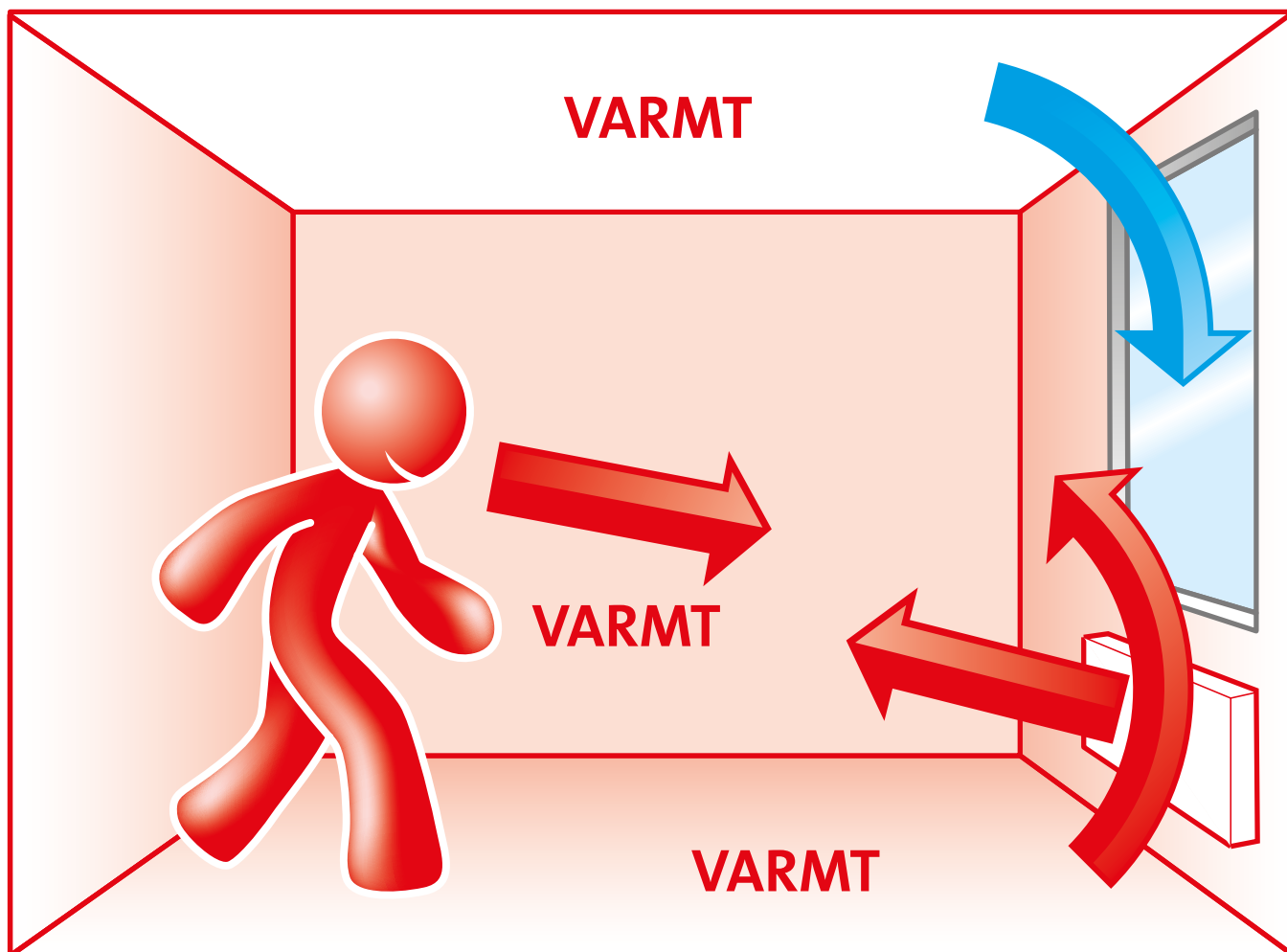
Offentlige miljøer – butikker, restauranter og kontorer har ofte store vinduspartier og i blant vindu helt ned til gulvet. For å slippe kuldetrekk i slike tilfeller er en konvektor foran den store vindusflaten et utmerket alternativ. Konvektoren er liten og har meget god varmeavgivningsevne.

På restauranten Taco Bar i Gøteborg har man løst kuldetrekkproblemet ved å montere Purmo Kon i svart farge. Purmo Kon er en ideell varmekilde i offentlige miljøer med store glasspartier og åpne planløsninger. For å få en elegant rørinstallasjon er Purmo Kon forsynt med en integrert ventilkopling, noe som suppleres med ventilinnsats og termostat for å skape et behagelig innendørsklima. En annen avgjørende faktor for nettopp Kon er at den har en varmestralende overflate. Dette er ikke tilfelle med alle konvektorer, for eksempel dem som har et ikke-ikke-vannbærende deksel omkring seg.

ALUMINIUMSKONVEKTOR I NUDIE JEANS BUTIKK

I klesbutikken Nudies Jeans på Vallgatan i Gøteborg har man valgt konvektoren Thermocon. ThermoCon er en konvektor som er bygget opp rundt en koppersløyfe med profilerte aluminiumslameller. Den vannbårne varmen som sirkulerer i koppersløyfen, overføres til aluminiumslamellene i deres kanaler der det skapes en varm selvtrekkende luftstrøm. Thermocon er liten og effektiv og fås i høydene 100, 200 og 300 mm.





T.ex. vid $T_{in} = 20\text{ °C}$, $T_{out} = -20\text{ °C}$, $U=1,2\text{ W/m}^2\text{K}$ og $H_w = 1,5\text{ m}$

- Kald luft faller med en hastighet på 0,2 m/s
 - 5 meter vindu = 0,5 m/s
 - 8 m vindu 0,6 m/s
- Mennesker kjenner 0,15 m/s og luftstrømtemperaturen fremhever følelsen av kuldetrekk
- Konvektiv varme, konveksjon, bremser det kalde trekket

VARMEBEHOV

$$\Phi = U \times A \times (t_{in} - t_{ut})$$

↑ ↑ ↑
 Varmeeffekt Vinduets U-verdi Vinduets areal



OBSERVASJONER OG ANBEFALINGER

Ved dimensjonering av radiatorer i nye bygninger som er basert på det normale varmebehovet, må man også vurderes de krav som stilles av vindustrekk og usymmetri i varmestråling.

Rettgivende maksimale hastigheter for vindustrekket med ulike vindushøyder h , når vinduets U-verdi er $1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$, innendørstemperaturen er 20°C og utendørstemperaturen er -20°C :

h, m	$v, \text{m/s}$
1,5	0,25
2,5	0,35
5,0	0,50

Under normale bo- og kontorforhold får luftstrømmens maksimale hastighet ikke overskride $0,26 \text{ m/s}$ (22°C) og $0,20$ (20°C) på oppholdsområder.

Oppholdsområdet er et rom som horisontalt er begrenset til $0,6 \text{ m}$ fra ytterveggen og til $1,8 \text{ m}$ høyde.

OBS!

Ved enda grundigere beregning bør man ta hensyn til at vinduskarmene og -leddenes linjekonduktans øker vinduets varmetap.

VINDUETS U-VERDI ($\text{W/m}^2\text{K}$)	STANDARD	DIMENSJONERING (-20°C)
Gamle MS-vinduer med dobbeltglass	2,7	3,2
Tredoble MSE-vinduer	1,8	2,2
Selektivbelagte MSE-vinduer	1,3	1,6
Vinduer i lavenergihus	1,0	1,2
Firedobbelt glass, to doble isoleringselementer	0,6–0,8	0,7–1,0



DIMENSJONERINGS- EKSEMPEL

PRODUKT	TYPE	STRÅLING (%)	KONVEKSJON (%)	EFFEKT (W)
EFFEKTBEHOV:				250 W
Purmo KON	21	25	75	333
	22	20	80	313
	33	15	85	294
	34	15	85	294
ThermoCon	TCN I	10	90	278
	TCN II	5	95	263
Delta	R2	35	65	385
	R3	25	75	333
	R4	20	80	313
	R5	15	85	294
	R6	15	85	294
Aquilo	Gulvkonvektor	0	100	250

Et vindu med effekttap på 250 W skal utstyres med en varmekilde. Vi har valgt Purmo KON.

- Vinduet er 1200 mm langt. Ønsket romtemperatur 21°C,
- Systemtemperatur 55-45 °C.

Vi beregner ønsket totaleffekt for samtlige typer basert på behovet for konveksjonsandel som er 250 W. De er 333 W, 313 W, 294 W og 294 W.

Purmo KON 22, type 1200, høyde 214 mm gir **347 W**.

OBS! Denne dimensjoneringen gjelder vinduet. Kontroller at overskuddet 347-250 = 97 W dekker resterende behov!

t_{flow}	t_{retn}	t_{room}	ΔT_{in}
55,00	35,00	21,00	22,54

PURMO 

NEW Purmo Kon Heat output, W												
Type	21	22	33	34	21	22	33	34	21	22	33	34
Height, mm	142	142	142	142	214	214	214	214	286	286	286	286
Norm output, W/m	473	641	924	1050	616	838	1190	1394	765	1032	1420	1723
Exponent, n	1,3183	1,3034	1,2956	1,2624	1,2788	1,3408	1,3139	1,3325	1,3073	1,3754	1,3452	1,3790
Length, mm												
600	100	137	198	231	134	174	252	291	163	208	293	346
800	133	182	264	309	179	231	336	387	217	277	391	462
1000	166	228	331	386	223	289	420	484	271	347	488	577
1200	199	273	397	463	268	347	504	581	325	416	586	692
1400	233	319	463	540	313	405	587	678	380	485	684	808
1600	266	365	529	617	357	463	671	775	434	554	781	923
1800	299	410	595	694	402	521	755	872	488	624	879	1039
2000	332	456	661	771	447	578	839	969	542	693	977	1154
2300	382	524	760	887	514	665	965	1114	624	797	1123	1327
2600	432	593	859	1003	581	752	1091	1259	705	901	1270	1500
3000	499	684	992	1157	670	868	1259	1453	813	1040	1465	1731

Purmo KON 22, type 1200, høyde 214 mm gir 347 W.





PURMO 
clever heating solutions