

VEILEDNING TIL RADIATORER I LAVTEMPERATURSYSTEMER



”RADIATORER ER DEN BESTE
MULIGE LØSNINGEN FOR ALLE
LAVTEMPERATURSYSTEMER
FOR OPPVARMING, MEN HØR
IKKE PÅ MEG, LES FAKTA”

ELO DHAENE
MERKEVAREDirektør

SMARTE OPPVARMINGSLØSNINGER Når det gjelder oppvarmingsløsninger, er det viktig at systemet gir et ideelt nivå på innendørs komfort, på beste energieffektive måte. Dagens energieffektive prosjekter, både når det gjelder moderne nybygg og renoverte eldre objekter, bruker avanserte materialer, har strenge standarder og hever nivået ytterligere for den generelle effektiviteten.

Man må beholde samme nivå av innendørs komfort samtidig som man reduserer avhengigheten av ikke-fornybare energikilder og reduserer utslipp og totalkostnader. Moderne systemer tar denne utfordringen og prosjekteres ofte til å fungere med varmtvann ved betydelig lavere temperaturer. I motsetning til det mange feilaktig tror, fungerer disse høyeffektive systemene best når de kombineres med radiatorer, som vi gjennomgående kaller lavtemperaturradiatorer i denne veiledningen. Som du vil oppdage er lavtemperaturradiatorer den beste løsningen for energieffektive varmesystemer.

Denne veiledningen presenterer fakta om hvordan man bruker lavtemperaturradiatorer. Påstanden støttes av resultater fra ulike forskningsprosjekter utført i samarbeid med den tekniske høyskolen i Helsingfors og i Dresden. De mange fordelene vil være åpenbare. Lavtemperaturradiatorer er veldig smarte og er den mest effektive måten å sikre innendørs komfort, nå og i fremtiden.



ELO DHAENE
MERKEVAREDirektør

Et mer effektivt inn klima	8
Vannbårent oppvarmingssystem	12
Grunnleggende fordeler med radiatorer	18
En titt på dagens applikasjoner	26
Komfort med lavtemperaturradiatorer	34
Mer effektivt på mange måter	42
Fleksibilitet med lavtemperaturradiatorer	64
Holdbarhet med lavtemperaturradiatorer	68
Viktigste fordeler	72
Et komplett utvalg av lavtemperaturradiatorer	76
Ordliste	80



EN TRADISJON
Å LEVERE MER
EFFEKTIV
INNENDØRS
KOMFORT.

Vår oppgave er å hjelpe våre partnere med å installere optimal komfort og effektivitet. Lavtemperaturreadiatorer – dvs. radiatorer som er designet for å fungere effektivt, selv når varmtvannet er stilt inn på lave temperaturer, som per i dag er den beste løsningen for å optimalisere ytelsen til høyeffektive oppvarmingssystemer.

Å levere mer effektiv komfort er en viktig del av vår tradisjon. Vi leverer et gjennombrudd når det gjelder radiatoreffektivitet: Våre moderne panelradiatorer øker effektiviteten, sparer energi og reduserer utslipp, samtidig som de gir samme høye nivå av innendørs komfort.



■ Vår historie

Rettig ICC-gruppen er verdens største produsent av panelradiatorer. Rettig ICC har over 3000 ansatte over hele verden og produserer åtte millioner enheter i året. I 2009 hadde Rettig ICC en omsetning på over 507 millioner euro.

Rettig ICC har 17 fabrikker i 11 land over hele Europa, og den største ligger i Rybnik, Polen, der det produseres 2,5 millioner radiatorer hvert år. Dette er blant de mest moderne fabrikkene i Europa da Rettig ICC har investert mer enn 100 millioner euro i oppgraderinger de siste fem årene. Bare i fjor ble det investert 14 millioner euro i våre fabrikker.



1

OVERSIKT: VANNBÅREN SENTRALVARME OG RADIATORER.

- **Fakta taler for seg selv: Vannbårne oppvarmingssystemer som bruker radiatorer, er verdens mest brukte systemer. Dette systemet betraktes generelt å være det mest pålitelige og blant de mest energieffektive systemene som finnes.**

I dag, når verden prøver å redusere energiforbruket og CO₂-utslipp, fokuseres det på energieffektive oppvarmingssystemer som også øker kvaliteten på inn klimaet.

Lavtemperaturreadiatorer tilfredsstill ikke bare kravene som stilles til moderne, høyeffektive oppvarmingssystemer. De optimaliserer også selve systemene.

- **Radiatorer er bedre... men sammenlignet med hva?**

I dag finnes det mange alternativer som konkurrerer med radiatorer. Gulvvarmeløsninger markedsføres f.eks. tungt av bransjen. Andre systemer, slik som ventilasjonsoppvarming, takvarme, veggvarme og elektrisk oppvarming presenteres ofte som kraftige og energieffektive løsninger. Det er faktisk likevel mange "misforståelser" om radiatorer, som vi skal se nærmere på i denne veiledningen.

Likevel er det ingen av disse konkurrerende systemene som kan tilby det samme ideelle forholdet mellom effektivitet, komfort og fleksibilitet som en radiator gir i en lavenergibygning.



■ Forskning på radiatorer

Konfrontert med disse spørsmålene begynte Purmo og Thermopanel å forske på "effektivitet ved lave temperaturer" for å legge frem fakta om oppvarming med radiatorer.

Formålet med denne forskningen, som er beskrevet i detalj i kapittel 3, var å måle betydningen av lavtemperatur-radiatorer i ulike kontrollerte situasjoner. Energiytelse og sammenligningstall er basert på termisk atferd i moderne, nye, men også renoverte eldre bygninger som tilfredsstillende dagens byggeforskrifter i større europeiske land.

■ Når energieffektivitet er viktigst

Funksjonen til alle oppvarmingssystemer er å levere varmeenergi til bygningen slik at beboerne føler seg komfortable, bekvemme og friske. Men de skal også, så langt det er mulig, være energieffektive. Vannbårne sentralvarmesystemer som bruker radiatorer, er en av de mest effektive måtene å utnytte varmeenergi på.

Radiatorens rolle i systemet er å være den mest effektive varmeavgiveren, som forsyner hvert rom med både nødvendig og ønsket varme.

■ Fordeler

Resultatene er tydelige. Når det brukes radiatorer sammen med moderne vannbårne oppvarmingssystemer, gir de følgende fordeler:

- **Energieffektivitet:** Radiatorer reagerer svært raskt på temperaturendringer med lavt varmetap og fungerer ved lave vanntemperaturer.
- **Uavhengig av energikilde:** De kan brukes med alle varmekilder, inkludert fornybar energi.
- **Varmekomfort:** En følelse av varme kombinert med enkel og nøyaktig justering av romtemperaturen via termostatventilen.
- **Attraktivt utseende og komfort:** Moderne radiatorer gir ikke rommet bare en estetisk faktor, de formidler også en visuell følelse av varme.
- **Pålitelig funksjon:** Et godt planlagt og balansert system med høy kvalitet i installasjonen er praktisk talt vedlikeholdsfritt.
- **Lang levetid:** Et holdbart system med radiatorer gir en levetid på flere tiår og er svært kostnadseffektivt med lave levetidskostnader.
- **Fleksibel installasjon:** Installasjonen av radiatorer og andre systemkomponenter kan enkelt skiftes ut ved behov, f.eks. ved renovering.
- **Lydløse:** Ved riktig dimensjonering og installasjon er radiatorer helt stille.





■ **Fleksibilitet: en fremtredende egenskap ved radiatoroppvarming**

En annen svært viktig egenskap ved radiatorvarme er at den er fleksibel. Når f.eks. prisen eller tilgjengeligheten av energikilder endres, kan systemvannet varmes opp på andre måter.

Radiatorvarme har også en fleksibel og rask reaksjonsevne. Den raske reaksjonsevnen sikrer produktiv bruk av "gratis varmegevinster" (f.eks. fra personer, elektrisk utstyr, solstråling, komfyrer, osv.) i tråd med det faktiske varmebehovet.

Radiatorer tillater også fleksibel design og konstruksjon.

MISFORSTÅELSE NR. 1:

RADIATORER KREVER Plass

Ja, de krever plass ... men de kan også skape plass. Lavtemperaturreadiatorer egner seg best på veggen under vinduet der de faktisk forstørrer boarealet ved å skape mer trivsel nærmere veggen/vinduet.



2

GRUNNLEGGENDE FORDELER MED RADIATORER.

- Alle varmeavgivere, inkludert radiatorer, avgir varme i to fysiske former: **1) strålevarme** og **2) konveksjon**.

1) Strålevarme, som er bevegelse av varme fra varmere områder til kjøligere områder, er en rask form for varmeoverføring.

2) Konveksjon innebærer oppvarming av luft som passerer over varme overflater. Av natur krever konveksjonsvarme mer tid til luftbevegelser og utjevning av romtemperaturen.

En vesentlig del av strålevarmen omdannes imidlertid til konveksjonsvarme på flatene i rommet. F.eks. på rommets ytre flater forårsaker strålevarmen varmeledning, som øker varmetapet noe: fra radiatorer og gulvvarme til de ytre flatene. Forholdet mellom strålevarme og konveksjon endres etter varmeflatenes størrelse. En konvektor som er montert i gulvet avgir f.eks. nesten 100 % konveksjonsvarme. Standarden EN 442-2 gir følgende data for radiatorer og konvektorer ved normale driftstemperaturer.

Radiatorer: andel varmestråling og konveksjon.

	stråling/konveksjon i %
Type 10	50/50
Type 11	35/65
Type 21/22	20/80
Type 33	10/90
Konvektorer med kabinett	0/100



■ Radiatorer og termodynamikkens andre lag:

Varmeavgivning med temperaturer lavere enn hudens, ca. 30 °C, kan ikke avgi varme til menneskekroppen.

Varmestrømmen går faktisk alltid fra den høyere til den lavere temperaturen. Når man bruker gulvvarme, går faktisk varmen, i motsetning til det man skulle tro, fra fotsålen til gulvet. I moderne bygninger blir gulvet aldri på noe sted varmere enn 30 °C. Hvis det hadde vært varmere, ville gulvet – som du forstår – føles altfor varmt til å gå på.

■ Design-, funksjons- og komfortaspekter ved ulike radiatorer

Radiatorer er en del av innredningen i et rom. Når man renoverer et hus, bør radiatorene skiftes ut. Radiatorer er klart synlige objekter i interiøret, og derfor kan du enkelt skifte ut gamle og kanskje utdaterte radiatorer for å få en ny og moderne design. Radiatorer kommer i en rekke ulike design.

De fleste mennesker liker varmen fra ovner eller åpen ild, selv om temperaturen i rommet er helt passe. Varmen fra radiatorer kan sammenlignes med dette fenomenet.

■ Radiatorens plassering

Selv om konveksjon er den viktigste varmeavgivningen for en radiator, har også varmestrålingen i rommet en stor innvirkning på komforten. Menneskekroppen er programmert til å strekke seg ut og kjenne på varmekilden. Radiatorer tilbyr denne kilden til komfort.

Den beste og mest energieffektive måten å nyte komforten fra en radiator på, er å sette den under et vindu. Forklaringen er denne:

Konveksjon:

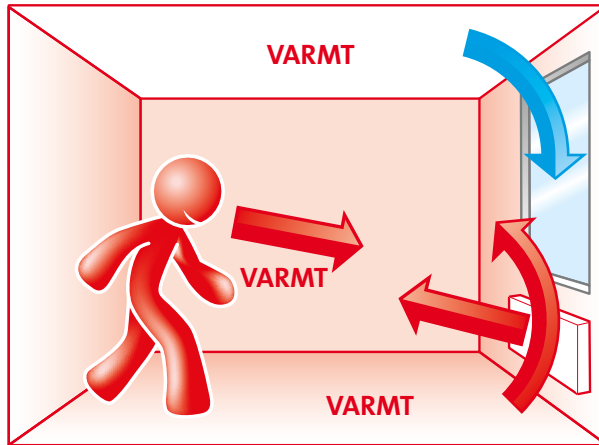
Radiatorens konveksjon kompenserer for vindustrekk (såkalt kuleras) og inntak av ventilasjonsluft gjennom vinduskarmen.

Varmestråling:

Varmestråling fra radiatoren skaper en behagelig motvekt til strålingseffekten fra den kjøligere vindusflaten.



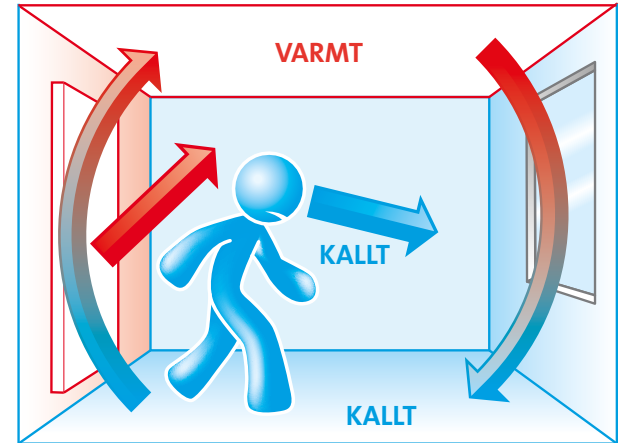
Det beste stedet for en radiator er under et vindu.



Dette eksemplet skaper mer plass nærmere vinduet for optimal romutnyttelse. Enda viktigere er det at det reduserer varmetapet gjennom økningen i lufttemperaturen.

Det er også mulig å installere radiatorer på veggene, og det kan noen ganger være en fordel, spesielt når det er begrenset med plass under vinduet. Det er imidlertid ikke en ideell løsning fra et energisynspunkt på grunn av økt varmetap gjennom stratifisering av lufttemperaturen, noe som kan være betydelig.

Dårlig varmekomfort og ytterligere varmetap når radiatoren ikke er plassert under vinduet.



Vertikale og horisontale radiatorer som monteres på vegger eller ved siden av vinduer, gir imidlertid en behagelig varmfølelse når man oppholder seg i nærheten eller går forbi dem. Disse typer installasjoner har dessuten ofte en arkitektonisk dekorativ funksjon.





■ Baderomsradiatorer og håndklettørkere

I baderom og andre rom der vi kler av oss, er det ofte ønskelig med flater som utstråler varme som vi kjenner direkte.

Mengden utstrålt varme som slippes ut fra radiatorflaten avhenger ikke bare av overflatetemperaturen og radiatorens størrelse, men også av typen overflate. Malte radiatorflater har en høyere varmestrålingsfaktor enn f.eks. forkrommede eller polerte flater. Malte flater har en varmeemisjonsverdi/emissivitet (ϵ -verdi) på ca. 0,95. Forkrommede og polerte flater har en varmeemisjonsverdi (ϵ -verdi) på tilnærmet 0.

Fra et komfortsynspunkt anbefaler vi derfor at man planlegger for malte radiatorer når det brukes et lavtemperatursystem til oppvarming. Varmeavgivningen fra forkrommede håndklettørkere er ca. 35 % lavere enn fra malte. Forkrommede håndklettørkere vil imidlertid fortsette å være populære gjennom sitt design og utseende, som passer bra i baderom.

Kombinert radiator- og gulvvarme

I et lavtemperatursystem for oppvarming kan du bruke det samme varmtvannet til både radiatorer og gulvvarme. Det er vanligvis ganske enkelt å bruke kretsen for lavtemperaturradiatorene for å legge til gulvvarme, spesielt i baderom i lavtemperaturbygninger.



3

OVERSIKT EN TITT PÅ **DAGENS** APPLIKASJONER. BASERT PÅ RESULTATER.

Presentasjon av referansehuset

Til å vise eksempler på ulike radiatorløsninger har vi valgt et moderne, frittstående hus i Tyskland, der vær- og klimaforholdene ligger omtrent på gjennomsnittet for Europa. Også arkitekturen, bygningskonstruksjonen og graden av isolasjon er typisk for moderne bygninger i hele Europa. Eksemplet er derfor representativt for en moderne europeisk bygning med tanke på energiforbruk.

Grensebetingelsene består av bygningsgeometrien, -konstruksjonen og -teknikken som brukes, beliggenhet, værforhold og innstilte verdier for temperatur og ventilasjon, som påvirker varmetapet. I tillegg har beboernes atferd og varmegevinster en avgjørende innvirkning på bygningens energiforbruk.

U-verdier (W/m ² K)	
Yttervegg	0,24
Yttertak	0,16
Gulv	0,25
Ytterdør	1,75
Vindu	1,20
Innetemperaturer (°C)	
Rom	20,0
Baderom	24,0
Teknisk rom	18,0
Luftomsetning (h ⁻¹)	
Mekanisk avtrekksventilasjon	0,5
Lufttetthet (h ⁻¹)	
n ₅₀	1,5
Tidskonstant (h)	
R	150
Værforhold, DoT (°C)	
Hannover Tyskland	-14



Bygningen er utstyrt med et mekanisk ventilasjonssystem der tilluften kommer inn i rommene via ventilasjonsåpninger over vinduskarmene i stuen, soverommene og på kjøkkenet. Det er luftavtrekk på badet, kjøkken og toalett. Det tekniske rommet har egen ventilasjon.

Ventilasjonen spiller en viktig rolle i bygningens energibalanse. I dette tilfellet går ca. 45 % av varmeeffekten til oppvarming av ventilasjonsluften. Varmegjenvinning med høy effektivitet er mulig via en varmepumpe for fraluften. Temperatur og hastighet for ventilasjonsluften er også kritiske komfortfaktorer.

Beregningene av varmebelastning følger den europeiske standarden EN-12831. Varmebelastninger for stuen og soverommene er 29-39 W/m², som er svært typiske verdier for en godt isolert bygning.



Varmebelastninger for referansebygning, inkludert transmisjons- og ventilasjonsvarmetap.

Rom	Flate m ²	Transmisjon tap, W	Ventilasjon tap, W	Varmetap sum, W	Spesifikk W/m ²
Første etasje					
Stue	42,8	1082	595	1677	39,2
WC	2,9	92	2	94	32,4
Gang	16,4	216	14	230	14,0
Tekn. rom	9,0	162	117	279	31,0
Kjøkken	17,8	475	247	722	40,6
Andre etasje					
Baderom	11,4	481	125	606	53,2
Hall	15,0	121	13	134	8,9
Barn 1	18,2	344	252	606	33,3
Barn 2	22,1	375	306	681	30,8
Soverom	21,6	329	300	629	29,1
Totalt	177	3677	1971	5658	31,9

■ Valg av radiatorer, rørledninger og kontrollsystemer

Valg av radiatorer baseres på varmebelastningsberegninger og vanntemperaturer: tilløpstemperaturer ved 45 °C, returvanntemperatur ved 35 °C og innetemperatur iht. rombruk. Av estetiske og varmekomfortmessige årsaker er den valgte radiatorbredden omtrent lik bredden på vinduet. Et lavtemperatursystem er fordelaktig for en rekke ulike varmekilder, inkludert varmepumper og solvarmeløsninger.



Lave systemtemperaturer gjør det også mulig å bruke kombinerte oppvarmingssystemer, f.eks. radiatorer og gulvvarme.

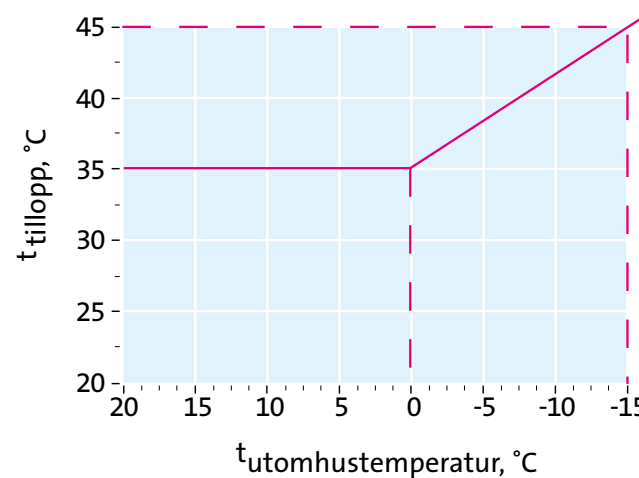
Alle rør for tilførsel og retur er isolert. I tillegg er kretsene for gulvvarme og håndkletørkere koplet sammen med samme fordeler. Radiatorene har integrert kopling. Rørtilkoplingene sitter på undersiden av radiatoren. Dette gjør at rørtilkoplingen er nesten usynlig.

Det brukes moderne elektronisk romtermostat. Vanligvis kontrolleres innetemperaturen nøyaktig: dødbånd dvs. temperaturforskjellene for åpen/stengt kan være 0,5 °C eller lavere. For å oppnå den nødvendige hydrauliske balansen finnes det forhåndsinnstillinger av ventilene i forgreningene så vel som i de elektriske kontrollenhetene. Dette muliggjør optimal reduksjon av systemstøy. Denne typen avansert kontrollutstyr kan programmeres iht. rombruken.

Det forventede kravet til varme og den mulige boost-effekten er f.eks. fullt mulig ved å øke tilførselstemperaturen i en tilstrekkelig periode. Dette betyr at det ikke er behov for å overdimensjonere radiatorene. Ut fra et energisparingssynspunkt er det imidlertid ikke spesielt effektivt med temperatursenkinger på grunn av tregheten og den gode varmeisoleringen i den massive bygningskonstruksjonen.

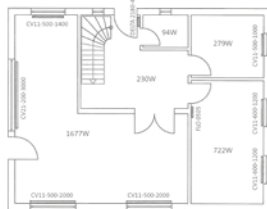
Tilførselstemperaturen kan modifieres iht. de faktiske temperaturkravene. For å kunne tørke baderomsgulvet og til håndkletøring må vanntemperaturen være innstilt på over 30 °C. Ved hjelp av et avansert termostatsystem kan tilførselstemperaturen holdes på 35 °C eller lavere, til utetemperaturen når 0 °C. Etter dette økes tilførselstemperaturen gradvis til 45 °C når utetemperaturen er lavest.

Tilførselkurven kan varieres når man bruker moderne temperaturkontroll.

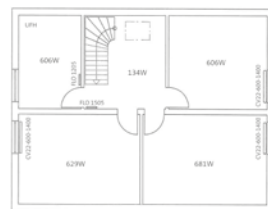


Valgte radiatorer og andre varmeavgivere i referansehuset.

Varmebelastning	Valgt radiatormodell	Radiator
W		varme OP, W
Første etasje		
Stue	1677	CV11-500-1400 358
		CV21-200-3000 499
		CV11-500-2000 512
		CV11-500-2000 512
WC	94	UFH 212
Gang	230	Delta 2180-400 307
Tekn. rom	279	CV11-500-1000 291
		CV11-600-1200 359
Kjøkken	722	CV11-600-1200 359
		FLO 0505 78
Andre etasje		
Baderom	606	UFH 661
		FLO 1205 137
Hall	134	FLO 1505 255
Barn 1	606	CV22-600-1400 687
Barn 2	681	CV22-600-1400 687
Soverom	629	CV22-600-1400 687



første etasje



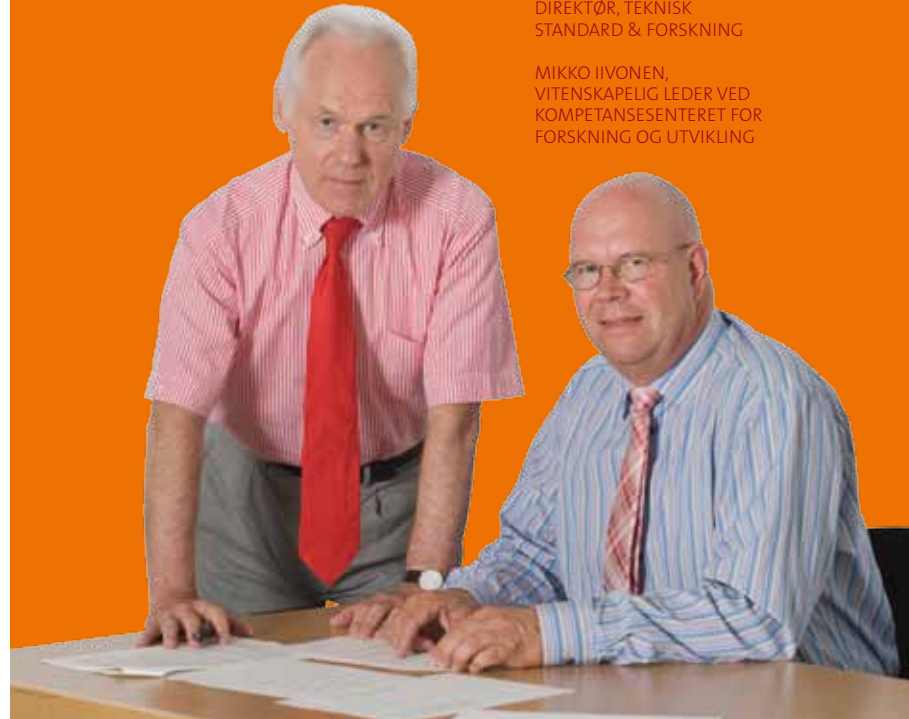
andre etasje

OBS! Det brukes logaritmisk overskuddstemperatur. Et balansert ventilasjonssystem reduserer radiatorstørrelsen med minst 30 %. Ventilasjonsradiatorstørrelsen er ca. 25 % mindre.

”Å utvikle energieffektivitet til en effektiv måte å bruke naturressurser på, er et pågående prosjekt. Lavtemperaturreadiatorer som en del av et høy-effektivt system for oppvarming spiller en viktig rolle i denne oppgaven ... og bør spille en rolle i design og planlegging av varmesystemer i alle bygninger.”

ARNOLD SPRINGER,
DIREKTØR, TEKNISK
STANDARD & FORSKNING

MIKKO IIVONEN,
VITENSKAPELIG LEDER VED
KOMPETANSESENTERET FOR
FORSKNING OG UTVIKLING



4

KOMFORT MED LAVTEMPERATUR-RADIATORER.

- **Hva er egentlig varme? Hva er egentlig komfort? Det er spørsmål som har opptatt vitenskapsmenn, ingeniører og filosofer i mange år. Noe som er typisk for menneskelig sensorisk respons, er at vi alle liker variasjon i omgivelsene. Et interiør med ulike farger, lys og skygger foretrekkes f.eks. ofte fremfor et med én farge.**

Den samme følelsen gjelder for varme. Et rom med jevn temperatur kan være helt akseptabelt, men alle setter pris på varmforskjeller, selv små. Vi setter pris på slike nyanser så lenge forskjellene ikke blir for store.

- **Varmekomfort**

Varmekomfort defineres derfor som den sinnsstemningen som uttrykker tilfredshet med temperaturmiljøet. Hvis sansene våre fanger opp en positiv varmfølelse, kan dette tolkes som "komfort". Vi kan til og med få denne følelsen av komfort ved ganske enkelt å se på en fin radiator.

Med radiatorer kan du skape et varmedifferensiert inneklime der det også finnes en klart definert varmekilde i rommet. Normalt store radiatorer, også de som fungerer ved temperaturer helt ned i 30 °C (kroppstemperatur), gir en merkbar varmfølelse. Hjernen oversetter dette til komfort.



Et behagelig inneklima

Varme er, på samme måte som mat, en av livets nødvendigheter. Men man kan også ha mye glede av den. En radiator gir og opprettholder luftsirkulasjon, uten lyd eller trekk. Frontpanelet på en radiator gir varme direkte til omgivelsene. Lavtemperaturradiatorer sikrer først og fremst et behagelig og sunt inneklima.

Menneskekroppen kan f.eks. kjenne strålevarme som avgis fra en panelradiator fra en avstand på ca. en meter når systemvannet ikke er varmere enn 34 °C. Kroppen er programmert til å søke etter varme, selv om omgivelsestemperaturen er varm nok. Når du kommer inn fra kulden, vil du automatisk gå og varme deg ved radiatoren. Den umiddelbare effekten er like deilig som å varme hendene foran peisen eller å ligge i sommersolen.

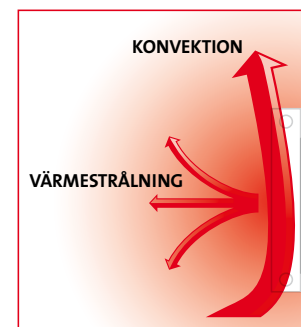
Middels store radiatorer (horisontale). Radiatortemperaturer og -avstander som muliggjør betydelige driftsmessige temperaturendringer, over 1 °C forskjell, når du beveger deg rundt dem, noe som innebærer at radiatortemperaturen bør være 44,7 °C ved en avstand på 1,5 meter.

Radiator (600–1200)	
Avstand, m	Overflatetemp., °C
0,5	27,1
1,0	33,9
1,5	44,7
2,0	59,5

Bedre ventilasjon, mer komfort

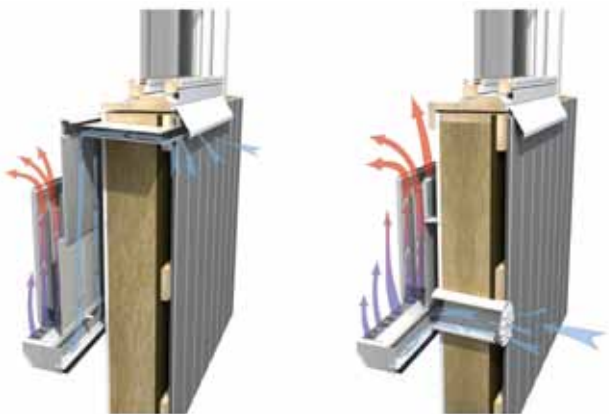
Takket være konstruksjonen til våre panelradiatorer med avanserte varmeflater, avgir radiatorene en kombinasjon av konveksjons- og strålevarme, noe som garanterer en jevn fordeling av varmen. Radiatorer som er utstyrt med tilluftsanordning fungerer for både naturlig og mekanisk ventilasjon uten å forårsake forstyrrende luftstrømmer eller trekk.

Alle varmeavgivere gir varme i to fysiske former: konveksjons- og strålevarme.



Denne oppvarmingsprosessen er mest effektiv med en optimalt installert radiator – under et vindu. Trekkfri luftutskiftning er nøkkelen til komfortabelt og sunt inn klima. Også når ingen befinner seg i rommet kreves det tilstrekkelig luftomsättning. En lavtemperaturrediator som arbeider sammen med høyeffektive oppvarmings-systemer, eger seg svært godt til dette.

Ventilasjonsradiatorer er utstyrt med tilluftsanordninger for luftinntak.



Mer komfort med nøyaktig kontroll

For å få et jevnt og behagelig inn klima er det viktig at varmeavgiverne har en rask reaksjonstid for å varme opp rommet. Radiatorer reagerer raskt til ønsket varme som angis av termostaten. Varmen kan fordeles enkelt og direkte. Radiatorer gir først og fremst en jevn vertikal temperaturprofil, dvs. nesten samme temperatur ved hodet som ved føttene. Denne temperaturen kan lett justeres for å tilfredsstille behovene i de ulike rommene.

Den tekniske høgskolen i Dresden har testet en rekke ulike oppvarmings- og ventilasjonssystemer, alle i samme kontrollerte rom. Deres konklusjon: det beste og mest effektive resultatet fikk man ved å sette en kompakt radiator under et vindu.

Bedre luft, et sunnere klima

Et optimalt inn klima er bedre for helsen og forebygger ”syke hus”-syndromet. Lavtemperaturrediatorer optimaliserer inn klimaet på flere måter. De tørker ikke ut luften i et rom, og de brenner ikke støvkorn, som finnes i alle rom. Disse kornene brenner ved høye temperaturer og skaper en ubehagelig lukt.



Lavtemperaturreadiatorer er dessuten sikre. Det er trygt å berøre en radiator som fungerer ved lave temperaturer, f.eks. 45 °C, samtidig som den samme radiatoren avgir behagelig varme i rommet.

Lavtemperaturreadiatorer er sikre.



MISFORSTÅELSE NR. 2:

GULVVARME ER ALLTID KOMFORTABELT OG TRYGT, UANSETT GULVMATERIALE

Ikke sant. Mange tror at gulvvarme alltid gir komfort, uansett gulvmateriale. Akseptabel gulvvarme når man går i lette sko, er mellom 19–27 °C iht. ISO-standard 7730 (andel misfornøyde 10 %). Å oppnå en gulvtemperatur som er komfortabel for bare føtter, kommer mye an på gulvmaterialet. Kork, tekstil og tre gir f.eks. en komfortfølelse, også ved normal romtemperatur, men kalde materialer slik som flis og stein er kalde, også ved normal gulvvarmetemperatur. For å få disse materialene til å føles varme, må gulvet varmes opp til mer enn 27 °C, noe som fører til overoppvarming av rommet og økt energiforbruk.

- **Komfort på mange måter med lavtemperaturreadiatorer:**
 - komfortabelt og jevnt inn klima med minimale temperaturforskjeller
 - synlig og følbart varmekilde
 - utstråler varme, også ved lave temperaturer
 - rask reaksjonstid
 - hindrer støvforbrenning – ingen lukt, ingen rester
 - trygt å berøre
 - støtter varmekfølelsen



5

MER EFFEKTIVT PÅ MANGE MÅTER MED LAVTEMPERATUR- RADIATORER

- **Funksjonen til et system for sentraloppvarming er godt definert: å gi varme til en bygning på en slik måte at beboerne føler seg komfortable og friske på en energieffektiv måte. I dagens samfunn er det viktigere enn noensinne å være energieffektiv. Ikke bare for å spare naturressurser og redusere utslippene, men også for å begrense kostnadene for sluttbrukeren.**

- **Å være energieffektiv med radiatorer**

Radiatorer begynner å fungere effektivt så snart vannet i systemet blir varmere enn rommet som skal varmes opp. Radiatorene som fungerer med systemvann ved lavere temperaturer, avgir raskt behagelig varme og med mindre energi. I Skandinavia har man brukt lavtemperatursystemer til oppvarming i stor skala i lang tid.

Denne oppvarmingsprosessen kan begynne med nesten alle former for energi, inkludert bærekraftige og naturlige kilder, som gjør radiatorer uavhengige av varmekilde.



Radiatorer reagerer direkte på behovet for varme iht. termostatstyringen. Selv når det er svært kaldt ute er oppvarmingstiden jevn og rask. Varmetapet er dessuten svært lite. En lavtemperaturrediator som er plassert inn til en godt isolert yttervegg, taper nesten ingen (<1 %) varme på årsbasis. Dette sparer energi og dermed penger. Løsninger med gulvvarme, som påvirkes av isolasjonstykkel og gulvtypen, taper et sted mellom 3 og 13 % av varmen til bakken.

■ Beviselig mer effektiv ved alle temperaturer

I Skandinavia, hvor vintrene ofte er harde, har lavtemperaturradiatorer vært en akseptert og velkommen del av livet i lang tid. Med varmesystemet dimensjonert etter 55 °C/45 °C, går oppvarmingen av boliger og kontorbygninger like raskt og effektivt som et system med høyere temperatur.

MISFORSTÅELSE NR. 3:

VARMETAPET GJENNOM YTTERVEGGEN BAK RADIATOREN ER HØYT

Ifølge målinger og forskningsresultater er det ekstra varmetapet bak lavtemperaturrediatorer i moderne bygninger svært beskjedne, vanligvis mindre enn 1 % av varmeforbruket.



Varmetapet gjennom vegg bak en panelradiator er svært beskjedent (tilsvarer mindre enn en liter fyringsolje per år).

U-verdi for vegg	Dimensjonerings temperaturer	
W/m ² K	55/45/21 °C	40/30/21 °C
0,29	1,1 %	0,7 %
0,24	0,9 %	0,6 %

I moderne og renoverte boliger er det sjelden nødvendig å kjøre med høyere temperatur enn 55 °C. I de fleste tilfeller kan systemtemperaturen ligge et sted mellom 35 °C og 45 °C, takket være forbedret isolasjon og bygningsstandard. Systemet reagerer raskere på den ønskede temperaturen og bruker mindre energi på å komme dit.

En radiator er ikke avhengig av type kjele, alder eller temperaturen den er innstilt på. Selv når systemtemperaturen har en høy innstilling, det være seg for enkeltsituasjoner eller for ekstreme oppvarmings situasjoner, er oppvarmingsprosessen optimal. Dette skyldes den raske reaksjonstiden og kombinasjonen av konveksjons- og strålevarme.

Sentralvarmesystemer som bruker radiatorer er ganske enkelt mer effektive, når den ønskede temperaturen raskere og bruker mindre energi på å gjøre det.



■ Følelsen under foten

Varmefølelsen for foten avhenger dessuten av gulvmaterialet, selv om materialet har samme temperatur.

Kontaktkoeffisienten, b , er en materialspesifikk konstant. Tre og kork har mye lavere b -verdier enn fotsålen og føles derfor varmere enn betong og flis under den bare foten.

Materialer	b (JKs ^{0,5} /m ²)
Kork	126
Eik	314
Flis	1425
Betong	1675
Stål	21630
Fotsåle	1120 (ca.)

Flis ved en temperatur på 26,4 °C og eik på 21,0 °C gir samme kontakttemperaturer og dermed også omtrent den samme innledende varmfølelsen under bare føtter: følelsen er nøytral. På tilsvarende måte gir flis ved en temperatur på 21,0 °C og eik på 7,0 °C en innledende kald følelse.

”Kalde” gulv, som f.eks. flis, skaper ofte et behov for langvarig oppvarming, selv om sommeren, og dermed øker energiforbruket. Fra et energisynspunkt forårsaker høye gulvtemperaturer unødvendig høye romtemperaturer og dermed et unødvendig høyt energiforbruk.

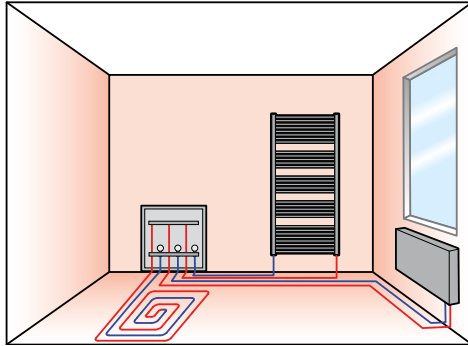
MISFORSTÅELSE NR. 4:

GULVVARME ER DEN ENESTE LØSNINGEN I MODERNE, GODT ISOLERTE BYGNINGER

Ikke sant. Energieffektiviteten for gulvvarme er faktisk optimalisert i eldre bygninger på grunn av et høyere varmebehov og en stor termisk masse. Det er m.a.o. ganske ironisk at gulvvarme fungerer best i eldre bygninger siden temperaturbehovet er høyere. Gulvvarme er mindre effektivt i moderne bygninger fordi både varmebehovet og reaksjonshastigheten er lavere.

Energieffektiviteten som lavtemperaturreadiatorer gir, passer svært godt sammen med gulvvarmeløsninger for å levere høy energiproduksjon ved behov. Når det gjelder energieffektivitet og maksimal komfort, er en kombinasjon av gulvvarme og lavtemperaturreadiatorer en ideell løsning i hele huset, spesielt på badetrommet. Hvert system utfyller styrken til det andre systemet når det gjelder konveksjon, sirkulasjon, komfort og temperaturprofil.

Kombinert rørtrekking for radiatorer og gulvvarme.



Det er utviklet en spesiell termostatventil, Tempco VT, til å kontrollere både produksjon av radiatorvarme og gulvets overflatetemperatur.



Effektivt med bærekraftige energikilder

Forskning har vist at lav temperaturinnstilling kombineres svært bra med en elektrisk varmepumpe. Denne typen varmepumpe fungerer faktisk til og med mer effektivt sammen med lavtemperaturreadiatorer.

Bruk av andre energikilder er også like effektivt, det kan f.eks. være svært effektivt å kombinere radiatorer med et solcellepanelsystem. Det kreves imidlertid også et utfyllende oppvarmingssystem, spesielt for beboernes bruk av varmtvann. For å hindre legionella må tappevann varmes opp til minst 55 °C. Det er selvsagt ikke alltid nok solenergi til stede.



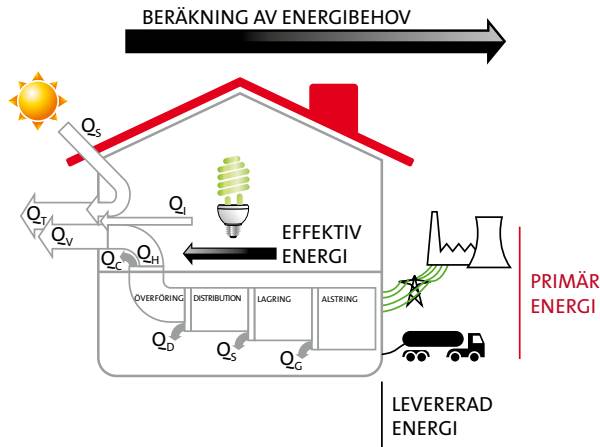
Effektivitet på mange måter med radiatorer:

- Fremragende energieffektivitet ved behov
- Høy produksjon av varme
- Like effektivt ved lave temperaturer
- Energieffektive
- Like høy komfort ved alle temperaturer
- Kombineres bra med varmepumper og bærekraftige energikilder



- Dette avsnittet gir en mer detaljert presentasjon av effektiviteten til et vannbårent sentralvarmesystem med radiatorer.

Flytdiagram for bygningsenergi.



- Et vannbårent system for sentralvarme består av:
 - Varmekilder, inkludert fyrkjeler, varmevekslere for fjernvarme (FV), varmepumper, solfangere, osv.
 - Energilagring kreves ofte for å jevne ut toppene i varmebehovet.
 - Fordeling av varmtvann, via et nettverk, inkludert rørsystemer, pumper, ekspansjonstanker og styringsutstyr.
 - Radiatorer som fordeler varmen, inkludert ventiler som balanserer systemet for å opprettholde riktig temperatur.

Eksempler på primære energikilder og andeler av global bruk i 2007:

Olje	34 %
Kull	25 %
Naturgass	21 %
Forbrenning	11 % inkl. fornybar energi og avfall
Kjernerkeft	7 %
Vannkraft	2 %
Annet	<1 %



Definisjoner

Primær energi er energi som finnes i naturen og som ikke er utsatt for noen konverterings- eller omvandlingsprosess. Primær energi omfatter både ikke-fornybar energi og fornybar energi.

Levert energi er den energien som sluttbrukeren betaler for. Brensel til oppvarming, f.eks. olje, gass, fjernvarme og elektrisitet. Fast brensel som f.eks. kull og ved. Transportdrivstoff som f.eks. bensin og diesel, osv.

Den primære energien er andelen av primær energi som brukes per andel levert energi, med hensyn til mellomliggende former for energi som kreves i den totale forsyningskjeden. OBS! Den primære energifaktoren for levert energi gjennom bruk av fornybare primære energikilder er ofte mindre enn 1,0, og den tilsvarende primære energifaktoren gjennom bruk av ikke-fornybare primære energikilder overstiger 1,0.

CO₂-utslippskoeffisienten er andelen CO₂ og tilsvarende mengde av andre klimagasser som slippes ut i atmosfæren per enhet levert energi.

Termisk masse er varmelagringskapasiteten til strukturer som påvirker en bygning dynamiske varmeatferd.

De essensielle energieffektive egenskapene til varmeavgivelsessystemet som gjelder det totale energiforbruket og inneklimaet, er:

1. Reaksjon for temperaturkontroll. Jo mindre termisk masse hos varmeavgiveren, desto bedre er mulighetene til å ha kontroll over romtemperaturen. Større masser fører til temperatursvingninger og dermed høyere romtemperatur og ytterligere varmetap. I bygninger forårsaker varmegevinster (f.eks. varme fra beboere, elektrisk utstyr, ekstra ovner og komfyrer samt endringer i utetemperaturen, lagret varme i bygningsmassen og sollys gjennom vinduer) svært dynamisk og krevende kontroll av romtemperatur, spesielt for nybygg og godt isolerte renoverte bygninger.

OBS! Moderne og godt isolerte bygninger er utrolig følsomme for temperatursvingninger. Innendørs belysning, kontorutstyr, økt antall personer inne. Alt dette kan påvirke temperaturen relativt raskt.

Reaksjonshastighetene for ulike varmeavgivere kan defineres ved hjelp av en tidskonstant, R , som fastsettes som tiden som kreves for 63 % av den totale endringen. Det finnes to typer tidskonstanter, $R_{\text{oppvarming}}$ og $R_{\text{avkjøling}}$.



Her er noen målte tidskonstanter fra ulike varmeavgivere:

Tidskonstanter for varmeavgivere.

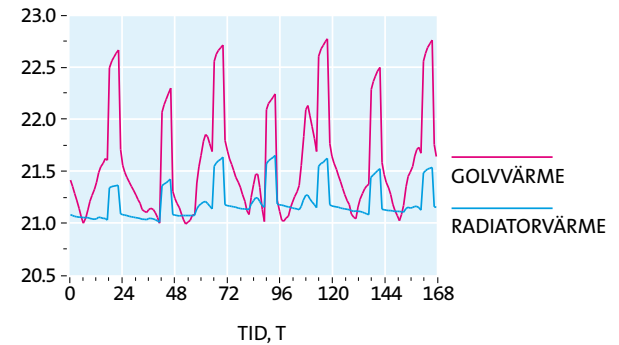
Varmeav giver	$R_{\text{oppvarming}}$	$R_{\text{avkjøling}}$
Panelradiator	0:05 h	0:30 h
Gulvvarme, tørr konstruksjon	0:27 h	2:03 h
Gulvvarme, våt konstruksjon	1:50 h	10:38 h

Av tallene kan vi se hvordan de større termiske massene, som er en del av varmeavgiverens konstruksjon under installasjonen, forårsaker treghet (dvs. at systemet reagerer tregt), og derfor blir det vanskelig å kontrollere varmeavgiverne når de kombineres med komplekse og store konstruksjoner.

2. Egenskaper for temperaturkontrollen, dvs. P-bånd bred [proporsjonalt bånd = temperaturforskjeller mellom stengt og helt åpen posisjon] og kontrollstrategier, kan påvirke svingninger i romtemperaturen. Varmeavgivere med større termisk masse er imidlertid alltid "tregre" til å reagere, og dermed kan man ikke unngå svingninger i romtemperaturen.

Omfanget av varmetap gjennom kontroll og kontrollerbarhet er vanligvis 2–10 % av bygningens forbruk av oppvarmingsenergi.

Termisk masse hos varmeavgiverne reduserer kontrollerbarheten av varmegevinster og forårsaker svingninger i romtemperaturen: gulvvarme og radiatorvarme (målt i januar, i begge systemene ble det brukt samme elektroniske temperaturkontroll; 0,5 K dødbånd – HUT Research 2008).



Takket være den raske reaksjonen på temperaturendringer kan man med radiatorer opprettholde ulike temperaturer i ulike rom eller endre romtemperaturen iht. beboernes ønsker. F.eks. at man ønsker å bruke samme rom til soverom og arbeidsrom på dagtid.

3. Varmetap. Forskning viser at varmesystemet i seg selv forårsaker ytterligere varmetap gjennom bygningens fasade. På motstående side finner du typiske verdier for ytterligere varmetap på årsbasis, forårsaket av lavtemperatursystemer til oppvarming i bygninger med isolasjon iht. gjeldende byggenorm og konstant lufttemperatur innendørs:



- radiatorer på yttervegger: Varmetapet til veggen bak er ofte mindre enn 1 %
- radiatorer på innervegger: Varmetapet er 1 til maks. 2 %
- Gulvvarme: Varmetapet til ytre flater er 1–3 %
- Gulvvarme, flatt på bakken. Se tabellen nedenfor for detaljer om varmetap

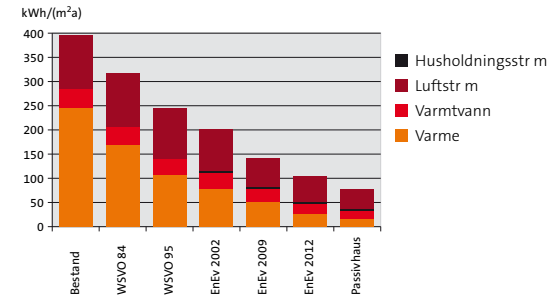
Ytterligere varmetap fra gulvvarme til bakken ved en inne-temperatur på 21 °C.

Isolasjon mm	U-verdi W/m ² K	Ingen parkett %	Med parkett %
100	0,35	9	13
150	0,25	6	9
200	0,20	4	7
300	0,16	3	5

Andre typer varmetap, som f.eks. skyldes økning i lufttemperaturen i rommet, er ubetydelige i moderne/ godt isolerte bygninger med riktige radiatorinstallasjoner og kontrollerte ventilasjonssystemer. Hvis bygningen imidlertid er dårlig isolert, vil ikke varme- og ventilasjonssystemet fungere som det skal, og hvis det finnes konstruksjonsfeil som gir kuldebroer, luftlekkasje, osv, kan disse forårsake ytterligere varmetap.

4. Den elektriske energien for sirkulasjonspumper osv. spiller også en stor rolle. Energiforbruket til disse enhetene varierer avhengig av installasjonen. Oppvarmingsystemer som drives med høyere vanngjennomstrømning, bruker selvsagt mer pumpeenergi enn de med lavere gjennomstrømning. Omfanget av det ekstra energiforbruket er 1–3 % av bygningens forbruk av varmeenergi.

Utviklingen av energiforbruk i bygninger i Tyskland.



Energieffektivitet utvikler seg til å bli et sentralt krav, noe som betyr at bygningene blir varmfølsomme. Bruk av varmegevinster spiller også en viktig rolle i energibesparelsene.

■ Sammendrag

Det totale forbruket av oppvarmingsenergi for en bygning avhenger selvsagt av dens størrelse, arkitektur, varmeisolasjon, oppvarmings- og ventilasjonsegenskaper, varmegjenvinning, værforhold og atferden til beboerne. Derfor er det prinsipielt ikke mulig å gi noen nøyaktige forutsigelser om energiforbruket på grunn av de mange variablene som påvirker oppvarmingsenergien.



Men basert på statistikk og simuleringer av bygningsenergi kan man gi retningslinjer. Måleenheten for energi og energiforbruk som brukes innen bygningsteknikk, er kWh/m²a (per gulvflate m²) eller kWh/a (total bygning).

OBS! De målte verdiene varierer vanligvis fra -50 % til 100 %, der den største påvirkningen kommer fra beboernes atferd.

Kravet til oppvarming av bygningen beregnes vitenskapelig og er normalt basert på startverdien for den konkrete konstruksjonen. Verdier for varmebehovet brukes til systemdimensjonering. Enheten for varmebehov som brukes innen bygningsteknikk, er W/m² (per m²) gulvflate eller W eller kW (total bygning).

På neste side finner du noen retningslinjer for forbruk av oppvarmingsenergi og krav til oppvarmingsbehov. Referansestedene ligger i Tyskland og Storbritannia.

Referanseverdier for energiforbruk til romoppvarming og driftsvarmebelastninger.

Bygningssegenskaper	Energiforbruk kWh/m ² a		Krav til W/m ²	
	DE	UK	DE	UK
Ny, normal bygning A: isolasjonens U-verdier: – EnEV 2009 DE – Del L 1A 2006 UK Luftomsetning: – 0,3 1/h	80	70	40	35
Ny, normal bygning B: Isolasjonens U-verdier: – EnEV 2009 DE – Del L 1A 2006 UK Balansert ventilasjon med varmegjenvinning 85 %	55	50	30	25
Ny lavenergibygnings C: isolasjon iht. "Standard for passivhus" Balansert ventilasjon med varmegjenvinning 90 %	15	13	10	9
Gammel bygning D: Lav isolasjonsgr: – U-gjennomsnitt 1,0 W/m ² K Naturlig luftomsetning: – 0,3 1/h	200	180	120	110

OBS! betydelige variasjoner i gammel bygning D.



Lever oppvarmingsenergi til varmeavgiverne: ifølge forskning av varmeenergiens bruk med ulike lavtemperatursystemer i et moderne, toetasjes hus i Tyskland.

Forskningsresultater viser at radiatorenes varmeforbruk, med hensyn til ulike typer, var ca. 6–9 % mindre enn gulvvarme. HVAC-laboratoriet ved den tekniske høgskolen i Helsingfors, 2008.

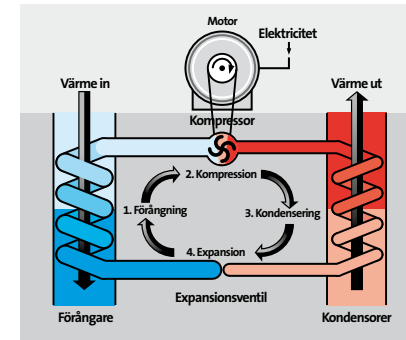
	Dimensjonering tilførsel/retur/rom °C	Varme-behov kWh/m ² a	Differanse til eksempel 1 %
Eksempel 1			
Radiatorer	40/30/21	55,3	-
Eksempel 2			
Gulvvarme	40/30/21	60,1	8,5
Eksempel 3			
Radiatorer	55/45/21	55,8	0,9
Eksempel 4			
Gulvvarme	35/28/21	59,1	6,9

OBS! Alle eksempler med gulvvarme i badet rom med temperatur for gulvflate 27°C.

■ Varmepumper

Altfor ofte klassifiseres radiatorvarme som kun egnet til varmtvannsløsninger. Systemer for radiatorvarme kan imidlertid utformes med lavtemperatursystemer, spesielt i nye eller renoverte bygninger.

Funksjonsprinsipper for varmepumper.



Varmesystemets driftstemperatur og påvirkning fra varmepumpens ytelsesegenskaper vises i tabellen på neste side. Den årlige effektivitetskoeffisienten – Cop_a = Mengden varme levert av varmepumpe delt på energien som kreves til å drive prosessen på årlig basis. Dette er et anslag basert på beregning av energiforbruk og hvordan en bygning oppfører seg.

CoP_a -verdiene på neste side tilsvarer et moderne frittstående toetasjes hus. Også de korrigerede kondensertemperaturene for varmepumpens kondensator er tatt med i beregningen. Beregninger gjort med VPW2100 varmepumpesimuleringsverktøy – IVT Bosch Thermoteknik AB.



Elektrisk varmepumpe, bergvarme Årlig COP_a-tall fra referansehuset.

Drifts- temp	Kondens. temp	COP _a kombinert	COP _a bare oppvarming
70/55/20	62,4	2,8	3,0
55/45/20	49,2	3,2	3,6
60/40/20	49,0	3,2	3,6
50/40/20	44,0	3,3	3,8
45/35/20	38,8	3,5	4,1
50/30/20	38,7	3,5	4,1
40/30/20	33,7	3,6	4,4
35/28/20	30,2	3,8	4,6

OBS! COPa for enkel produksjon av husholdningens varmtvann er på bare 2,3.

Flere resultater fra felttester i bygninger med gulvarme har gitt CoP_a-verdier, vanligvis mellom 3,4–3,8 med produksjon av husholdningenes varmtvann inkludert. Den beregnede CoP_a-verdien over 3,6 stemmer godt med et typisk driftstemperaturnivå for gulvarme på 40/30/20 °C eller alternativt 37/32/20 °C.

Oppvarming med lavtemperaturrediator med driftstemperaturer på 45/35/20 °C gir CoP_a på 3,5, og 55/45/20 °C gir CoP_a på 3,2.

Forskjeller i CoP_a-verdiene for gulvarme og oppvarming med lavtemperaturrediator gir en fordel på ca. 3–11 % til gulvarme. Men dette er bare en del av energieffektiviteten. Varmesystemets termiske oppførsel sammen med bygningen og beboerne er av avgjørende betydning når den totale energieffektiviteten skal fastsettes.

Ifølge omfattende feltmålinger og nøyaktige dynamiske simuleringsresultater er energieffektiviteten for den radiatoroppvarmede bygningen vesentlig bedre enn en med gulvarme. En typisk forskjell er 50–10% i favør av radiatorvarme, og det er dokumentert enda større forskjeller i enetasjes bygninger med såkalt lett konstruksjon. Det finnes flere anerkjente forskningsrapporter om energiforbruk i moderne, godt isolerte bygninger som bekrefter dette faktum.

- **Når alle fakta tas med i betraktningen er oppvarmings-systemer med lavtemperaturrediatorer i lavenergibygninger en mer energieffektiv løsning enn gulvarme, og ofte til og med mer energieffektiv enn når det brukes varmpumper som energikilde.**

Litteraturreferanse:

- *Forskning utført av moderne German House, den teknologiske høyskolen i Helsingfors, Finland, 2008.*
- *Gulvarme, varmebehov, bygningsfysikk 2002 Trondheim, Norge.*
- *Energieffektive gulvvarmekonstruksjoner krever så vel redusert varmetreghet som økt isolasjon, Bygg & Engineering 4/00, Sverige.*



6

FLEKSIBILITET MED LAVTEMPERATUR-RADIATORER.

- **Lavtemperaturradiatorer er den beste løsningen for alle typer vannbårne oppvarmingssystemer. De egner seg til bruk i boliger så vel som kontorbygninger. I nye prosjekter så vel som ved renoveringer. Når hensikten er å oppnå energieffektivitet og et behagelig inneklima, bør radiatorer spille en ledende rolle.**

Radiatorer gir ikke bare en komfortabel og effektiv varme, men har vist seg å være svært fleksible – noe som er svært viktig i alle vannbårne varmesystemer. Radiatorer kan brukes sammen med så å si en hvilken som helst varmekilde.

- **En konstant i en verden av variabler**
Ved renoveringer og i nye prosjekter er det mange muligheter og utfordringer som gjør det viktig å ha en varmeavgiver som kan være riktig løsning, uavhengig av situasjon. Det finnes forskjellige applikasjoner med effektiv oppvarming, mange ulike typer isolasjon og redusert U-verdi. Nivået av ønsket varme kan variere, noe også plassen kan gjøre, type glass, inkludert posisjon, f.eks. om det vender mot nord eller sør. Disse variablene kan altså være utslagsgivende for effektiviteten til oppvarmingssystemet, så vel som kostnadseffektiviteten for hele prosjektet.

Den eneste konstanten som kan levere effektivitet og komfort i nesten alle prosjekter, er imidlertid fleksibiliteten til en lavtemperaturradiator.



■ Uavhengig av energikilde

I en verden med stadig mer fokus på energikilder, er radiatoren gode nyheter. Radiatorer fungerer effektivt, uavhengig av hvilken type energi som brukes til å varme opp systemvannet. Dette betyr at kostnadene og tilgjengeligheten av en bestemt type energi ikke påvirker radiatorens ytelse.

Radiatorer – og varmen de utstråler – er ikke avhengig av fossilt brensel, som ikke bare finnes i begrenset omfang, men som også er forbundet med økt CO₂ utslipp. Bærekraftig og CO₂-nøytral energi, fra kilder som solenergi, bioenergi, vind og vann, kan lett brukes. I de fleste tilfeller er det bare et spørsmål om å justere eller skifte ut kjelen.

MISFORSTÅELSE NR. 5:

RADIATORINSTALLASJONER ER STYGGE

Skjønnhet er alltid relativt. Når noen kritiserer estetikken til et oppvarmingssystem med radiatorer, er kritikken ofte knyttet til de tilkoblede rørene. Det finnes ingen bedre måte å ødelegge det behagelige utseendet til en radiator enn med dårlig installerte rør. Riktig installerte radiatorer kan være et attraktivt tillegg til alle rom, og kan gi en følelse av varme, bare ved sitt nærvær.

Varmepumper, som er både økonomiske og miljøvennlige, egner seg også godt til oppvarmingssystemer med radiatorer. De er faktisk ideelle fordi radiatorene ikke trenger vann ved høye temperaturer for å fungere. Så lenge radiatoren er varmere enn omgivelsene, vil rommet og luften bli varmere. I moderne eller nylig renoverte bygninger er varmebelastningen for oppvarming maks. 40 W/m², og i mange tilfeller mye lavere. En kompakt standardradiator, med høyde på 600 mm og lengde på 1,20 meter, vil raskt og effektivt kunne varme opp et rom på 15 m² til svært behagelige 20 °C ved å bruke en tilførselstemperatur på 45 °C og en returtemperatur på 35 °C, selv når det er svært kaldt ute.

■ Fleksibel installasjon

Lavtemperaturreadiatorer er svært enkle å installere og vedlikeholde. Du kan få dem i en hvilken som helst design, og de er klare til bruk så snart de er koplet til rørledningene. Disse radiatorene kan fås i en rekke ulike størrelser, farger og konfigurasjoner.

Radiatorer er fleksible på mange måter:

- Uavhengig av energikilde
- Høyeffektive i nye prosjekter og ved renoveringer
- Egner seg for bærekraftige energikilder
- Kan effektivt kombineres med varmepumper
- Fleksibel installasjon



BÆREKRAFT MED LAVTEMPERATUR-RADIATORER.

- **Radiatorer har virkelig en lang produktiv historie i byggebransjen. De har imidlertid også en ledende posisjon når det gjelder å definere fremtiden for høyeffektive oppvarmingssystemer.**

Først og fremst krever høyeffektive oppvarmingssystemer som bruker lavtemperaturradiatorer mye mindre energi for å oppnå samme nivå av komfort. Det betyr mindre utslipp av karbondioksid og redusert avhengighet av fossilt brensel. Radiatorer fungerer like effektivt med mer bærekraftige former for energi, inkludert vindkraft, bioenergi, solenergi og vann. I de fleste tilfeller kreves det bare en liten justering av kjelen.

- **Resirkulering og gjenbruk**

Det er ikke mye som går tapt av en radiator etter dens levetid. Radiatorene blir utviklet slik at alle komponentene kan plukkes fra hverandre etter endt levetid. Alle metall-deler, og da spesielt stål, egner seg til resirkulering og gjenbruk. Dette bidrar til redusert utvinning av jernmalm og reduserer energikostnadene forbundet med produksjon av nytt stål.

Alt dette bidrar til ren og bærekraftig energibruk. I de fleste tilfeller holder radiatorer i flere tiår og krever svært lite vedlikehold, noe som bidrar ytterligere til bærekraften. Et riktig installert varmesystem er også bekymringsløst. Selv om systemet er i konstant bruk, er det som regel nok med regelmessig kontroll og service for å opprettholde driften. Ved slutten av en lang levetid kan radiatorer demonteres helt.



Så å si alle delene i radiatoren og alle metalltyper kan gjenvinnes. Det er noe man planlegger helt fra starten.

MISFORSTÅELSE NR. 6:

RADIATORER BRENNER STØV I ROMLUFTEN OG TØRKER UT LUFTEN

Dette gjelder bare for radiatorer der systemvannet er stilt inn på svært høye temperaturer. Støvet i luften begynner å "brenne" ved temperaturer over 50–70 °C, noe som skaper partikkelutslipp og gass. Resultatet er en ubehagelig lukt. Brennte støvpartikler skaper dessuten en følelse av "tørrehet og innestengthet" innendørs. Det finnes også antakelser om at ioniseringsbalansen i romluften endres på grunn av temperaturer over 70 °C på metalloverflater. Denne antakelsen er imidlertid ikke bevist. Radiatoroppvarming tørker altså ikke ut luften i rommet. Luftfuktigheten i rommet endres ikke som et resultat av radiatoroppvarming.

■ En titt på fremtiden allerede nå

Den europeiske energipolitikken er klar: Medlemlandene i EU har tid på seg frem til 2020 på å nå 20-20-20-målet. Basert på 1990-nivåer må CO₂-utslippene reduseres med 20 %. Energieffektiviteten må øke med 20 %. Andelen fornybare energikilder i den totale energibruken må også øke med 20 %. Alt dette er positive nyheter for de som bruker radiatorer i et oppvarmingssystem. Radiatorer er ikke avhengige av én enkelt energiform, inkludert fossilt

brensel, noe som ikke bare bidrar til utslipp av karbondioksid, men som også er blitt vanskeligere å utvinne. Naturlige og mer bærekraftige kilder – solenergi, bioenergi, vind og vann – kan like gjerne brukes til å varme opp systemvannet. Lavtemperaturreadiatorer fungerer faktisk aller best når de kombineres med varmpumper og solcellepaneler. Som nevnt tidligere reagerer radiatorer raskt på varmebehovet og fører til svært lavt varmetap samtidig som de opprettholder et behagelig innneklima.

Resultatet blir en svært effektiv energiutnyttelse: Den brukes bare når det er nødvendig å gjøre justeringer.

Radiatorer er bærekraftige på mange måter:

- Lang levetid
- Alle metalldele er 100 % resirkulerbare
- En integrert del i et hvilket som helst energieffektivt oppvarmingssystem
- Fungerer effektivt med bærekraftige energikilder
- Klart for fremtiden



8

SAMMENDRAG AV LAVTEMPERATUR- RADIATORENS FORDELER.

■ **Oversikten nedenfor fremhever de mange grunnene til at det er lurt å bruke lavtemperaturreadiatorer for å optimalisere ytelsen til et hvilket som helst oppvarmingssystem.**

■ **Energieffektivitet**

- Den totale energieffektiviteten i radiatoroppvarmede bygninger er utmerket. Radiatorer reagerer raskt på temperaturkontroll og små varmetap.
- Radiatorer kan fungere med lave vanntemperaturer.
- Nåværende radiatorstørrelser passer også til fremtidige behov, selv om systemtemperaturene er lave.
- Stadig mer vanlige fenomener: bygninger blir mer følsomme overfor varmesvingninger.
- Effektiviteten til varmeavgivere i godt isolerte bygninger er høyere for radiatorer enn for gulvvarme.
- Når alle fakta er tatt i betraktning, er lågtemperaturreadiatorer i lavenergibygninger en mer energieffektiv løsning enn gulvvarme, og enda mer energieffektive når det brukes varmepumper som energikilde.



■ Komfort

- Varmeavgivere med lavere temperaturer enn huden, dvs. 30 °C, kan ikke levere varme til menneskekroppen.
- De beste standardbetingelsene for komfort er fullt oppnåelige med radiatorer. Dessuten kan vi faktisk kjenne den behagelige varmen fra radiatorene.
- Med radiatorer er det mulig å lage et varmedifferensiert inneklima der det også finnes en klart identifisert varmekilde i rommet.
- Lavtemperaturreadiatorer gir bedre rommessig temperaturfordeling og betydelig bedre trekkforhold i områdene ved vinduet.

■ Fleksibilitet

- Radiatoroppvarming er uavhengig av varmekilde: alle varmekilder kan brukes, inkludert fornybare energiformer.
- Fleksibilitet i varmforsyning og driftstemperatur etter behov.
- Ulike radiatorer – ulike bruksområder: du kan velge mellom et stort utvalg radiatorer.
- I et lavtemperatursystem for oppvarming kan du bruke samme varmtvann for både radiatorer og gulvvarme: kombinert radiatorvarme og gulvvarme.
- Fleksibel installasjon: installasjons- og systemkomponenter kan enkelt erstattes ved behov.

■ Annet

- Pålitelig funksjon. Det er minimale kostnader forbundet med å eie en radiator som er laget for å fungere i flere tiår.
- Lave levetidskostnader. Etter riktig installasjon krever en radiator ingen ytterligere kostnader.

MISFORSTÅELSE NR. 7:

BARE MED GULVVARME KAN MAN SPARE ENERGI

Dette brukes ofte som argument for gulvvarme, men det er ikke sant. Det tar lang tid å varme opp og kjøle ned gulvvarmen. Når rommet blir så varmt som du har angitt på termostaten, fortsetter gulvmaterialet å avgi varme i flere timer, noe som fører til unødvendig overoppvarming. Det samme gjelder hvis temperaturen raskt øker i et rom (f.eks gjester, elektroniske enheter som er slått på, sterkt sollys, osv.) fordi gulvvarmen reagerer svært tregt. Så det spares ingen energi fordi systemet fortsetter å varme opp rommet lenge etter at den optimale temperaturen er nådd.



9

ET KOMPLETT UTVALG AV LAVTEMPERATUR- RADIATORER.

- For å tilfredsstille alle krav til design og kunne tilby et høyeffektivt oppvarmingssystem, tilbyr vi et komplett utvalg av lavtemperaturreadiatorer.

Hvis du ønsker mer informasjon om lavtemperaturreadiatorer i et høyeffektivt oppvarmingssystem, kan du gå inn på www.purmo.no



PURMO THERMOPANEL V4

**HØYDE**300, 400, 500,
600, 900 mm**BREDD**

400–3000 mm

TYPETP 11, 21,
22, 33**FARGER**RAL 9016 hvit.
Andre RAL-farger
på forespørsel.

PURMO THERMOPANEL V4 RAMO

**HØYDE**300, 400, 500,
600, 900 mm**BREDD**

400–3000 mm

TYPETPR 11, 21,
22, 33**FARGER**RAL 9016 hvit.
Andre RAL-farger
på forespørsel.

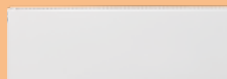
PURMO PLAN VENTIL COMPACT

**HØYDE**

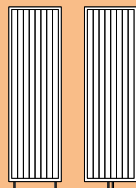
200 mm

BREDD

600–3000 mm

TYPEFCV 21,
22, 33, 44**FARGER**RAL 9016 hvit.
Andre RAL-farger
og metallic-farger
på forespørsel.

PURMO VERTIKAL

**HØYDE**1800, 1950,
2100 mm**TYPE**

VR 20, 21, 22

BREDD300, 450,
600, 750 mm**FARGER**RAL 9016 hvit.
Andre farger på
forespørsel.

PURMO COMPACT

**HØYDE**300, 400, 450,
500, 600, 900
mm**BREDD**

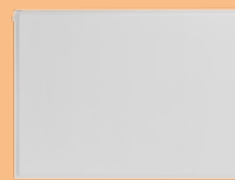
400–3000 mm

TYPEC 11, 21,
22, 33**FARGER**RAL 9016 hvit.
Andre RAL-farger
på forespørsel.

PURMO PLANORA

**HØYDE**300, 400, 500,
600, 900 mm**BREDD**

500–3000 mm

TYPEPCV 11, 21,
22, 33**FARGER**RAL 9016 hvit.
Andre RAL-farger
på forespørsel.

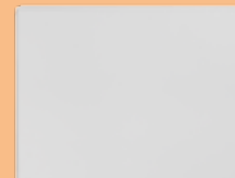
PURMO KOS

**HØYDE**400, 600,
750, 900 mm**BREDD**

450–1950 mm

TYPE

KOH 21, 22

FARGERRAL 9016 hvit.
Andre RAL-farger
og metallic-farger
på forespørsel.

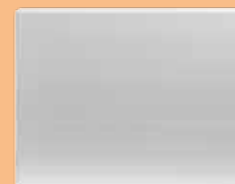
PURMO FARO

**HØYDE**400, 600,
750, 900 mm**BREDD**

450–1950 mm

TYPE

FAH 21, 22

FARGERRAL 9016 hvit.
Andre RAL-farger
og metallic-farger
på forespørsel.

ORDLISTE OVER BEGREPER.

- **For å definere begrepene i denne veiledningen gir vi en oversikt over begrepene og hva de betyr.**

Lufttemperatur er den gjennomsnittlige temperaturen på luften i rommet uten å ta hensyn til andre aspekter, som f.eks. temperaturer i omgivelsene, luftbevegelser eller fuktighet.

Gjennomsnittlig strålingstemperatur er den vektede gjennomsnittlige temperaturen for romflater som påvirker varmefølelsen hos en "sensor". "Sensoren" kan også være en person.

Gjennomsnittlig driftstemperatur er den gjennomsnittlige temperaturen for luft og den gjennomsnittlige strålingstemperaturen. Gjennomsnittlig driftstemperatur er et standardmål for den opplevde temperaturen. Gjennomsnittlig driftstemperatur er ifølge ISO-standard 7726 temperaturen midt i rommet 0,6 m over gulvet (for folk som sitter) og 1,1 m (for mennesker som står) og når en persons orientering er ukjent.

Rettet driftstemperatur er en driftstemperatur der strålingstemperaturen i bestemte retninger tas med i beregningen. OBS: brukes når personens plassering og orientering er kjent.

Primær energi er energi som finnes i naturen og som ikke er utsatt for noen konverterings- eller omvandlingsprosess. Primær energi omfatter både ikke-fornybar energi og fornybar energi.



Lvert energi er den energien som sluttbrukeren betaler for. Brensel til oppvarming, olje, gass, fjernvarme og elektrisitet. Fast brensel, f.eks. kull og ved. Transportdrivstoff, f.eks. bensin og diesel, osv.

Den primære energifaktoren er den primære energien som brukes per enhet levert energi, med hensyn til den mellomliggende energien som kreves i den totale forsyningskjeden. Den primære energifaktoren for levert energi gjennom bruk av fornybare primære energikilder er ofte mindre enn 1,0, og den tilsvarende primære energifaktoren ved bruk av ikke-fornybare primære energikilder overstiger 1,0.

CO₂-utslippskoeffisient er andelen CO₂ og tilsvarende mengde av andre klimagasser som slippes ut i atmosfæren per enhet levert energi.

Termisk masse er konstruksjonens varmelagringskapasitet som påvirker en bygnings dynamiske termiske oppførsel.

Konveksjon er oppvarmingen av luft som passerer over varme overflater. Av natur krever konveksjonsvarme mer tid til luftbevegelser og utjevning av romtemperaturen.

Stråling er ganske enkelt bevegelsen av varme fra varmere områder til kjøligere områder, og er en rask form for varmeoverføring.

Standarden EN 442-2 definerer prosedyrer for fastsettelse av standardisert termisk effekt fra oppvarmingsenheten som forsynes med vann eller damp ved temperaturer under 120 °C, som leveres av en ekstern varmekilde.

WWW.PURMO.NO

Rettig Värme Ab, P.O
Box 16, Tobaksgatan,
68601 Jakobstad,
Finland
Tel. (06) 786 9111,
Fax (06) 786 9222,
info@purmo.no

Alle hensyn er tatt i utarbeidelsen av dette dokumentet. Ingen deler av dette dokumentet kan reproduseres uten skriftlig samtykke fra Rettig ICC. Rettig ICC påtar seg ikke noe ansvar for eventuelle unøyaktigheter eller konsekvenser ved bruk eller misbruk av informasjonen i dette dokumentet.