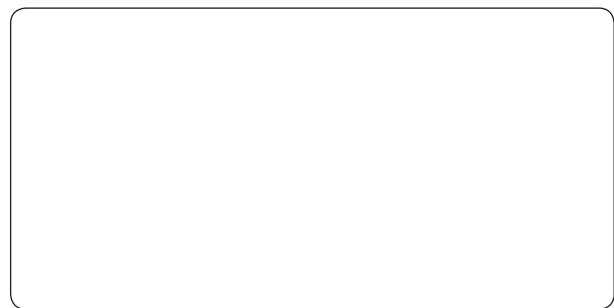


HANDBOK FÖR RADIATORER I **LÅGTEMPERERADE** VÄRMESYSTEM



Rettig Sweden AB
Garnisonsgatan 25 C, 250 22 Helsingborg, Sverige
Tel: 042-15 30 00. info@purmo.se
www.purmo.se | www.thermopanel.se

Stor noggrannhet har lagts ned vid skapandet av detta dokument. Ingen del av dokumentet får mångfaldigas utan uttryckligt skriftligt medgivande av Rettig ICC. Rettig ICC tar inget ansvar för eventuella felaktigheter eller konsekvenser som uppstår av användning eller missbruk av informationen i dokumentet.

**Varför behövs
handboken?**

Syftet med denna handbok är att ge en överblick över lågtempererade värmesystem, deras fördelar och totala bidrag till lägre energiförbrukning i Europa.

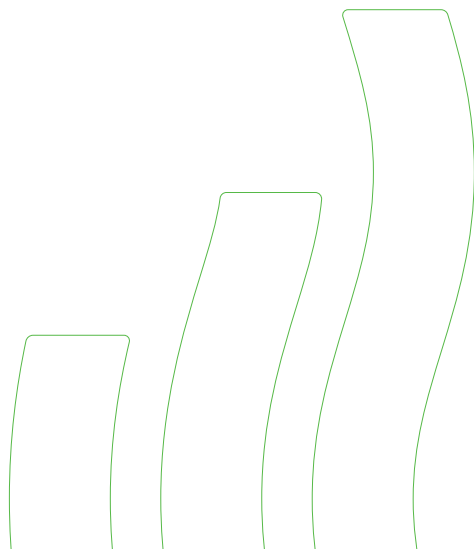
Den innehåller bidrag från flera akademiker, teknisk expertis och opinionsledare i branschen samt detaljerad forskning om användning av radiatorer i effektiva värmesystem.

**Hjälp att
fatta korrekta
beslut om val av
värmeavgivare**

Handboken är avsedd att användas av grossister, installatörer och konsulter för att hjälpa dem fatta korrekta beslut om val av värmeavgivare i nybyggda och renoverade hus.



ATT OMVANDLA ENERGI TILL **EFFEKTIVITET**



Varför behövs handboken?	3
Innehåll	5
A Intervju med Mikko Iivonen	6
1 Det är dags att ändra på vårt sätt att tänka	10
2 Hur isolering påverkar värmeeffektiviteten	20
B Intervju med professor Dr. Christer Harrysson	34
3 Den ökade användningen av lågtempererade värmesystem	38
C Intervju med docent Dr. Jarek Kurnitski	54
4 Signifikanta bevis	58
5 Val av värmeavgivare	72
6 Fördelar för slutanvändaren	78
D Intervju med Elo Dhaene	82





Mikko Iivonen

Dipl.ing. Mikko Iivonen

FoU-chef, Forskning och tekniska standarder Rettig ICC

JAG OMVANDLAR SIFFROR TILL RESULTAT

Som FoU-chef, Forskning och tekniska standarder på Rettig ICC är jag ansvarig för att ge alla våra marknader nya svar, kunskaper, innovationer, produkter och resultat. Alla våra ansträngningar grundar sig på realistisk och oberoende forskning som utförs i nära samarbete med ledande branschföreträdare och akademiker. Vi har hittills samarbetat med docent Dr. Jarek Kurnitski (Helsingfors tekniska högskola, Finland), professor Dr. Christer Harrysson (Örebro universitet, Sverige), professor Dr. Leen Peeters (Vrije Universiteit Brussel, Belgien), Dr. Dietrich Schmidt (Fraunhofer-Institut, Tyskland) och många andra. Med deras hjälp, forskning och kunskaper, **omvandlar jag siffror till resultat.**

Smarta värmelösningar

**Det är möjligt
att spara upp
till 15 % i energi**

Genom kraftiga investeringar i forskning och utveckling lever vi upp till vårt löfte att ge dig smarta värmelösningar. Lösningar som gör stor skillnad när det gäller kostnader, komfort, inomhusklimat och energiförbrukning. Lösningar som gör det möjligt att spara upp till 15 % energi. Med detta i åtanke vill jag gärna dela med mig av resultatet av en omfattande ettårig studie som gjorts av professor Harryson. Studien omfattade 130 svenska en- och flerfamiljshus och visar att förbrukningen av uppvärmningsenergi i golvuppvärmda byggnader är 15–25 % högre än i byggnader som värms upp av radiatorer. Det är inte förvånande, men det visar också att den ökade energieffektiviteten i moderna byggnader åter har satt starkt fokus på lågtempererade värmesystem.

**På grund av skärpta
krav blir byggnads-
skalet lättare att
värma upp**

Som vi ser i **fig. 1.1 och 1.2** har beräkningstemperaturerna för radiatorer minskat under åren i takt med kraven på byggnadsenergi. Allt eftersom byggnads- och isoleringskraven har blivit strängare i hela Europa, blir byggnadsskalet lättare att värma upp tack vare mindre värmeförluster. Tack vare radiatorsystemens utomordentliga reaktionstid är det nu mera praktiskt än någonsin att göra det mesta av värmevinsterna i hemmet och på kontoret.

Medlemsstaterna i EU har en bestämd tidsgräns för att skapa och införa regelverk som uppfyller energieffektivitetsmålen för 2020 (20/20/20-direktivet). Detta omfattar att uppnå ett primärt energisparmål som ligger 20 % under 2007 års nivå, minskning av växthusgaser med 20 % och en föresats att 20 % av den totala energianvändningen ska komma från förnybar energi. För husägare som står inför kravet att uppvisa allt mer imponerande certifikat om energiprestanda, finns det ännu större anledning än tidigare att välja ett värmesystem som ger beprövade förbättringar av energieffektivitet – radiatorer i ett lågtemperatursystem. Målen gäller särskilt byggnader, som står för 40 % av den totala energiförbrukningen i Europa.

20/20/20

Energisparmål på 20 %, minskning av växthusgaser med 20 %, 20 % av den totala energianvändningen ska komma från förnybar energi

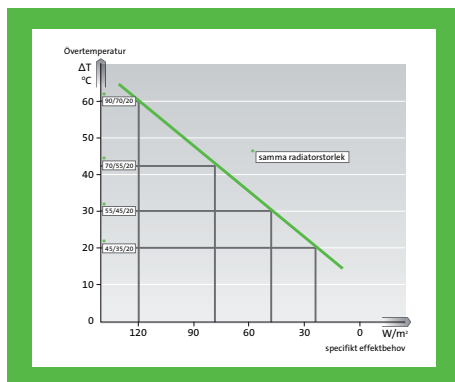


Fig. 1,1
Beräkningstemperaturerna (ΔT) för radiatorer har minskat i takt med lägre värmebehov i byggnader (W/m^2).

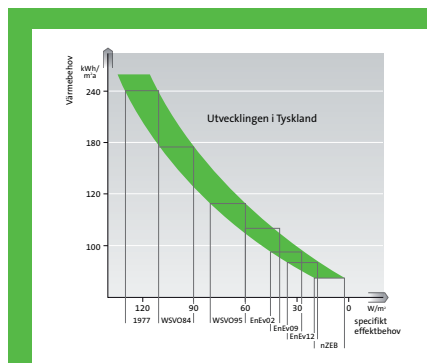


Fig. 1,2
Utvecklingen av byggnaders värmebehov (W/m^2) samt behovet av uppvärmningsenergi (kWh/m^2) i tyska byggnader.

KAPITEL 1

DET ÄR DAGS ATT ÄNDRA PÅ VÅRT SÄTT ATT TÄNKA

- **Energiregler** > Det finns olika nationella regelverk i Europa för förbättring av energiprestanda.
- **Mål för förnybar energi** > Strikta mål ställer starka krav på fastighetsägare att minimera energi-användningen.
- **Innovativa radiatorer** > Genom att minska vatteninnehållet och placera konvektionslamellerna i kontakt med de varmare kanalerna ökade värmeavgivningen. Med dagens utformning är produkt-effektiviteten upp till 87 % bättre än i traditionella modeller.

Energiregler är något som berör alla, särskilt när det gäller byggnader. Bostäder och kontor i hela Europa är föremål för fortsatt strikta regler om energiprestanda i och med EU-direktiven EPBD Byggnaders energiprestanda (2002/91/EG) 2002/91/EC och EPBD revidering 2010/91/EG som kräver certifiering av energiförbrukningsnivåer för ägare och hyresgäster. Medlemsstaterna i EU har dessutom en bestämd tidsgräns för att skapa och införa regelverk som uppfyller energieffektivitetsmålen för 2020 (20/20/20-direktivet)

Det finns olika nationella regelverk i Europa, och målsättningen för förbättring av energiprestanda avtalas individuellt för varje medlemsland i EU. Trots att mål och mätningar varierar mellan olika länder, pekar den allmänna trenden i Europa neråt.

Energiregler

Det finns olika nationella regelverk i Europa med samma målsättning för förbättring av energiprestanda

Exempel på mål för förnybar energi

Som vi ser **nedan** och på följande sidor, är vissa mål otroligt stränga, och den underliggande trenden är att användning av förnybar energi och minskning av växthusgaser prioriteras starkt.

MÅL FÖR FÖRNYBAR ENERGI

Finland:	från 28,5 %	till 39 %
Frankrike:	från 10,3 %	till 23 %
Tyskland	från 9,3 %	till 18 %
Storbritannien:	från 1,3 %	till 15 %
Sverige:	från 39 %	till 49 %

**Strikta mål ställer
starka krav på
fastighetsägare att
minimera energi-
användningen**

Detta har satt stark press på fastighetsägare att hitta sätt att minimera sin energiförbrukning och inte bara att uppfylla lagstiftarnas krav (**fig. 1.4**). Över hela Europa påverkas utvecklingen mot energieffektivitet av ett antal andra faktorer. Priserna på fossila bränslen fortsätter att öka allt eftersom de krympande förråden av olja, kol och gas blir allt värdefullare resurser.

Det finns en växande omsorg om miljön hos allmänheten, och konsumenterna föredrar i ökad utsträckning miljövänliga produkter och processer. Det är med andra ord tydligt att det är dags att omvärdera värmeindustrins arbetssätt enligt riktlinjerna i Ekodesigndirektivet ErP 2009/125/EG. Vi har ansvar gentemot slutanvändarna att tillhandahålla de mest energieffektiva och kostnadseffektiva sätten att skapa ett komfortabelt inomhusklimat. Trots att det finns en mängd olika värmelösningar på marknaden råder fortsatt osäkerhet om vad man ska välja.

För att slutanvändare, installatörer och konsulter ska kunna fatta rätt beslut är det viktigt att göra korrekt information om värmelösningar tillgänglig. Och med den ökade användningen av lågtempererade centralvärmesystem har Purmo och Thermopanel skapat den här handboken för att förklara radiatorernas växande roll i dagens värmeteknologi.

Exempel på minskningsmål

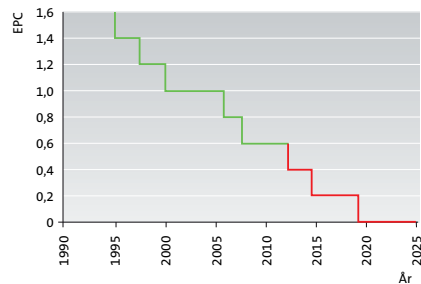
Vårt ansvar är att tillhandahålla det mest energieffektiva och kostnadseffektiva sättet att skapa ett komfortabelt inomhusklimat.

Fig. 1,4

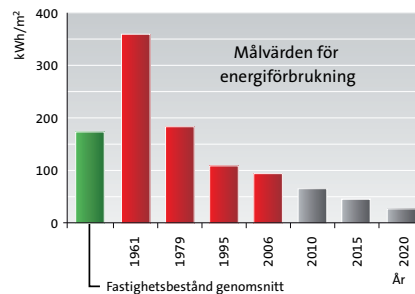
Några länders väg mot
nästan noll energihus för att
förbättra energiprestanda i
nya byggnader.

REHVA Journal 3/2011

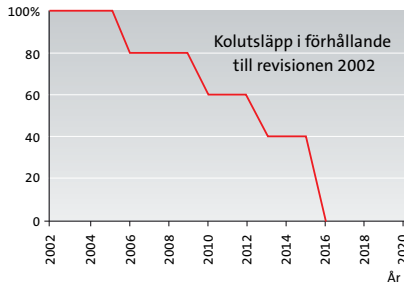
Nederländerna



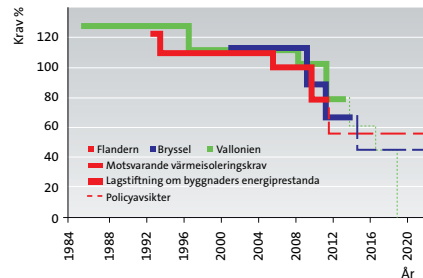
Danmark



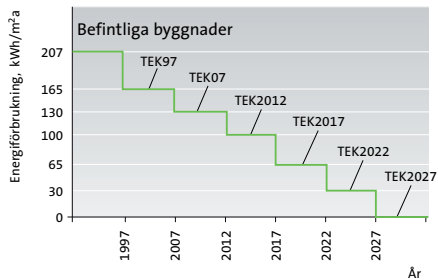
Storbritannien



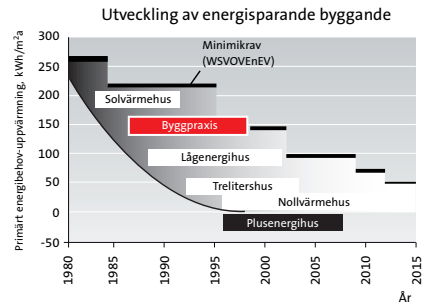
Belgien



Norge



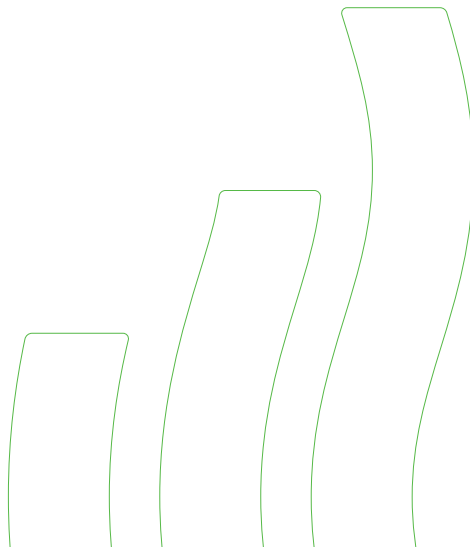
Tyskland



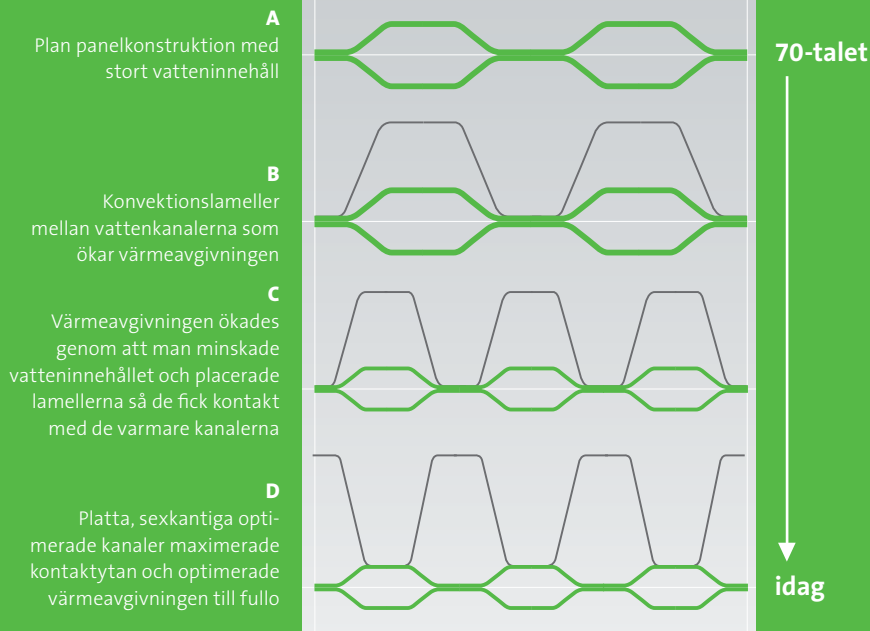
Innovation

Genom att minska vatteninnehållet och placera lamellerna i kontakt med de varmare kanalerna ökade värmeavgivningen

Radiatorerna har utvecklats mycket sedan de klumpiga värmeelementen för 40 år sedan (**fig. 1.5 - 1.6**). Tidiga stålpaneltyper hade en plan panelkonstruktion med högt vatteninnehåll (A). Därefter följde införandet av konvektorflänsar mellan vattenkanalerna, som ökade deras värmeavgivning (B) Under årens lopp upptäckte man att värmeavgivningen kunde ökas genom att minska vatteninnehållet och att placera flänsarna i kontakt med de varmare kanalerna (C). Inte förrän kanalerna plattades till i den sexkantiga optimerade form som vi ser här, som kontaktytan kunde maximeras och värmeavgivningen optimeras fullständigt (D).



Figur 1.5:
Innovation inom stålpanelsradiatorer



**Upp till
87 % bättre**

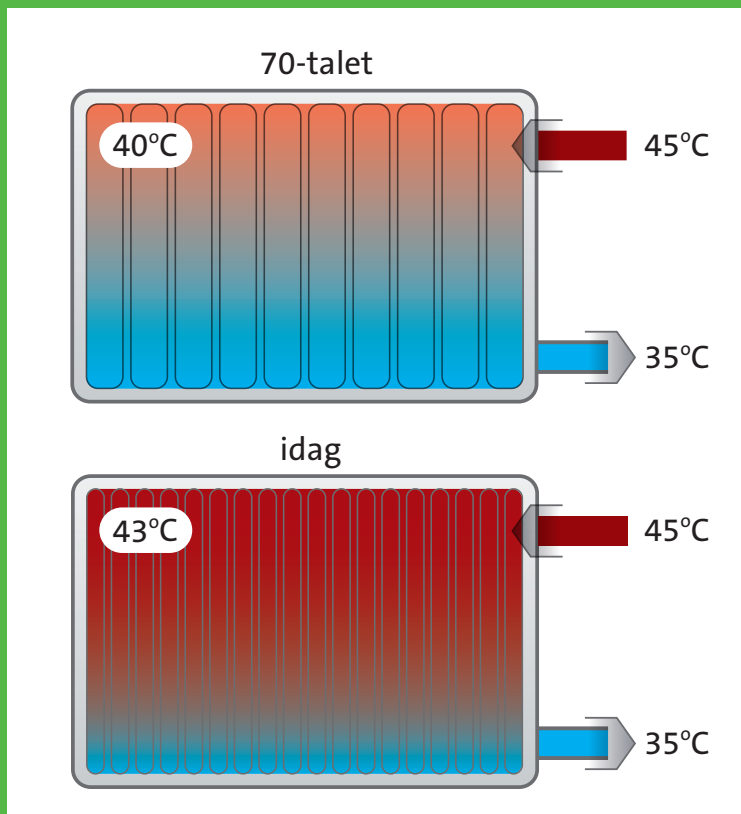
Datorsimulering medverkade också till en stor förbättring av energieffektiviteten under senare år: optimering av varmvattenflödet i radiatorn, värmeöverföring till konvektorflänsarna och beräkning av optimal strålnings- och konvektionsvärme i rummet. Med dagens utformning är produkteffektiviteten upp till 87 % bättre än i traditionella modeller, men ändå finns det många som fortfarande håller fast vid en bild av radiatorer som blev föråldrad för flera decennier sedan. (Fig. 1.7.)

Figur 1,7:
Innovation inom stål-
panelsradiatorer

Fler kanaler, fler kon-
vektorer och mindre
värmekapacitet, dvs
termisk massa

– moderna radiatorer
ökar sin värmeavgiv-
ning med mindre
vatten vid samma
temperatur som
traditionella modeller.

Dessutom förbättras
produkteffektiviteten
med 87 % räknat i
W/kg stål.



KAPITEL 2

HUR ISOLERING PÅVERKAR VÄRMEEFFEKTIVITETEN

- **Isolering** > Isolering har alltid spelat en viktig roll för att hålla husen varma.
- **Den positiva verkan av ändrad lagstiftning** > Förutom energi besparing och minskade kostnader var den omedelbara effekten av bättre isolering ett behagligare inomhusklimat.
- **Värmevinster och värmeförluster i moderna byggnader** > När vi räknar in både värmeförlusterna och värmevinster kan vi fastställa den effektiva energin.
- Det är viktigt att värmesystemet snabbt kan reagera på tillfälliga värmevinster.
- Ju mindre värmekapacitet, dvs termisk massa värmeavgivaren har, desto större är möjligheten att reglera rumstemperaturen exakt.

Isolering

Rumsvärme slösas bort på två sätt: förluster genom byggnadsskalet, fönster, väggar, tak osv. till omgivningen (överföringsförluster). Det andra sättet är genom luftflöden till omgivningen: ventilationsförluster och läckageförluster. Syftet med förbättrad isolering är att minimera överföringsförluster på det mest kostnadseffektiva sättet.

Människokroppen avger ca 20 l/h CO₂ och ca 50 g/h vattenånga. Dessutom tillför hushållsaktiviteter och duschande ytterligare flera liter vattenånga i rumsluften varje dag. Det gör att luftflödet i ventilationen är mycket viktig, och det kan inte minskas dramatiskt utan att det uppstår hälsoproblem för de boende eller att byggnaden kontamineras av mögel m.m.

Ett problem med förbättrad isolering är byggnadens ökade lufttäthet. Det kan leda till dålig ventilation, ökad rumsfuktighet, högt CO₂-innehåll och fukt i konstruktionerna. Av den anledningen bör korrekt isolerade byggnader även förses med mekanisk ventilation. Lyckligtvis är värmeåtervinning från ventilationsluften en viktig källa till energisparande.



**Isolering har alltid
spelar en viktig roll
för att hålla husen
varma och torra**

**86 000 € sparat
efter 20 år**

Isolering har alltid spelat en viktig roll för att hålla hus varma och torra, ända från den tid man använde hö, sågspån och kork. Dagens moderna alternativ, såsom fiberglas, mineralull, polystyren- och polyuretanplattor och skum, har medverkat till att ändra byggnadspraxis till att förlita sig mindre på värmeegenskaperna i tjockare väggar och högtemperaturradiatorer.

Det är självklart att ett välisolerat hus är lättare att värma upp än ett som är mindre välisolerat. Det förlorar mindre energi och förbrukar mindre energi. I **fig. 2.1** jämförs beräknade uppvärmningskostnader för två enfamiljshus – det ena korrekt isolerat, det andra utan isolering. Den viktiga kontrasten mellan dem blir ännu mer påtaglig över tid, med en besparing på hela 86 000 € efter 20 år.

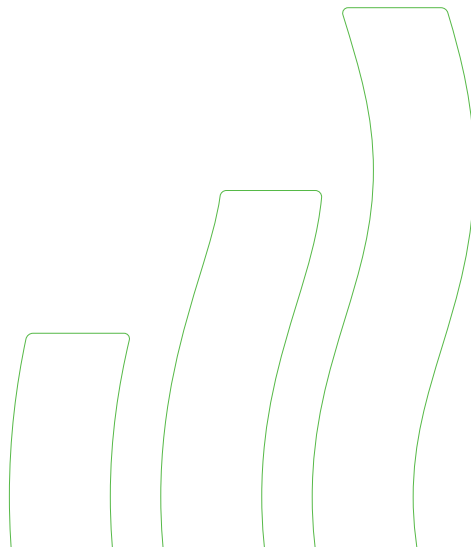


Fig. 2.1:
Projekterade värmekostnader för
enfamiljshus:
optimalt renoverade
vs. ej renoverade.

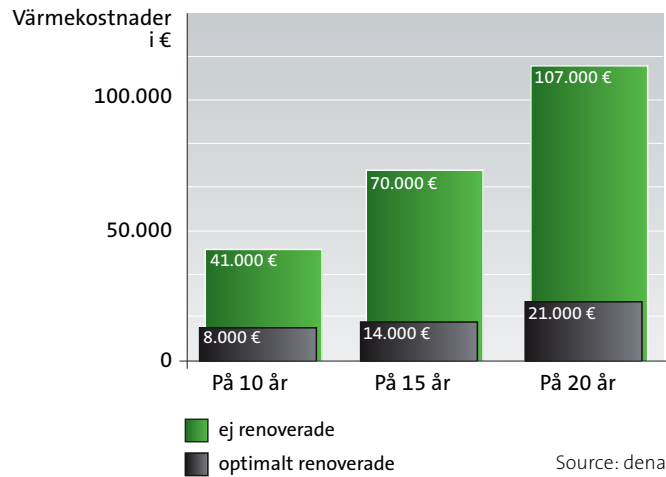
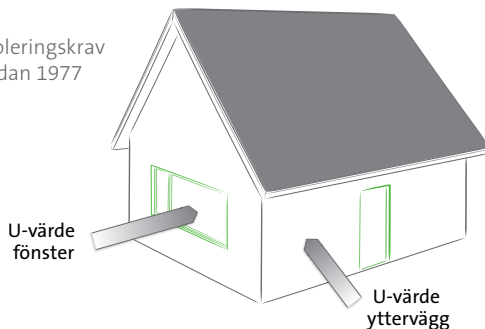


Fig. 2,2:
Ändrade tyska isoleringskrav
för byggnader sedan 1977



		Före 77	1977	WSVO 1984	WSVO1995	ENEV 2002	ENEV 2009	
°C	U-värde fönster	W/m²K	5	3,50	3,10	1,80	1,70	1,30
	U-värde yttervägg	W/m²K	2	1,00	0,60	0,50	0,35	0,24
	Specifikt effektbehov	W/m²	200	130	100	70	50	35
	T _{TILLOPP} /T _{RETUR}	°C	90/70	90/70	90/70 & 70/55	70/55	55/45	45/35

I linje med energiförbättringar av isoleringsmetoder och -effektivitet har det stiftats lagar för att säkerställa att nya och renoverade byggnader håller sig till de allt strängare reglerna. Med Tyskland som exempel kan vi se att sedan 1977 har dessa regler stadigt minskat de tillåtna nivåerna av värmeförluster till omgivningen.

1977 var normen 90/70 (dimensioneringstemperatur för tillopp/retur), långt över 45/35 jämfört med EnEV 2009.

För hus som värms upp med vattenbaserade centralvärme-system gäller en av de viktigaste förändringarna tilllopps- och returtemperaturerna på vattnet. 1977 var normen 90/70 (konstruktionstemperatur för tillopp/retur), långt över 45/35 jämfört med EnEV 2009. Helt klart har utvecklingen mot lågtempererade värmesystem möjliggjorts genom den ökade användningen av effektiv energibyggnad.

Energibesparing och kostnadsminskning var inte de enda effekterna av att reglerna blev striktare. Den omedelbara effekten av bättre isolering var ett behagligare inomhusklimat. **Fig. 2.3 - 2.5** (nästa sida) visar en rumsinteriör som den skulle vara om den isolerades enligt ändringar i byggnadslagstiftningen. Som vi ser är den enda konstanten i alla exempel utomhustemperaturen som stadigt är -14 °C. Yttertemperaturen på fönstret i **fig. 2.3** är noll, eftersom det är ett englasfönster. För att uppnå en acceptabel rumstemperatur på 20 °C måste hus som isolerats enligt standarden WSVO 1977 använda värmeelement med 80 °C genomsnittlig vattentemperatur. Även vid denna mycket höga temperatur skulle väggarna bara komma upp till 12 °C, vilket utgör en stor temperaturskillnad och ett antal märkbara kalla fläckar.

Med tiden och allt eftersom byggreglerna ändrades blev inomhusklimatet märkbart bättre, som vi ser i **fig. 2.4**. Med den utbredda användningen av tvåglasfönster slapp man frostiga fönster och fick skydd mot temperaturer under noll.

För att uppnå idealisk rumstemperatur behövde radiatorerna nu bara generera en genomsnittlig uppvärmningstemperatur på 50 °C, och väggarna kom upp till 18 °C, en mer balanserad mellanpunkt mellan fönstrets 14 °C och lufttemperaturen 20 °C. Situationen förbättras ännu mer för byggnader som är isolerade enligt standarderna EnEV 2009 till EnEV 2012.

Den positiva verkan av ändrad lagstiftning

Förutom energibesparing och minskade kostnader var den omedelbara effekten av bättre isolering ett behagligare inomhusklimat.

Inomhusklimat

Fig 2.3: Temperaturer före 1977 i standardhus (90/70/20 °C)

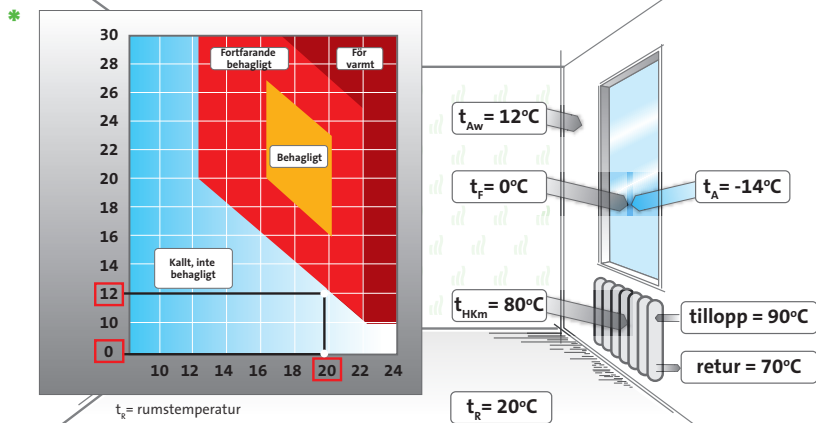


Fig. 2.4. EnEV2002 (55/45/20 °C)

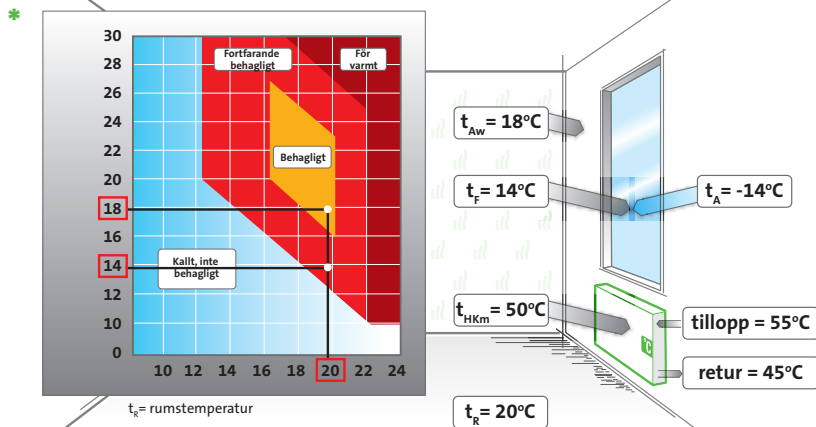
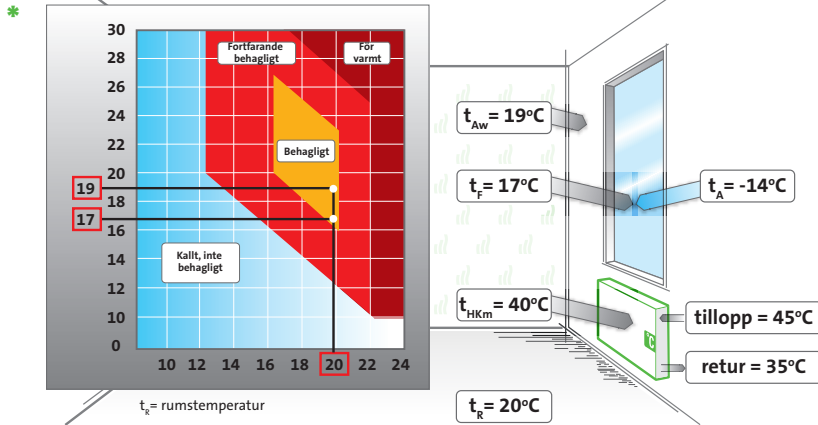


Fig. 2.5 – EnEv 2009 (45/35/20 °C)



Väggarna i **fig. 2.5** har nästan rumstemperatur, och även fönstren är varma, trots kylan utomhus. Observera att radiatoren nu bara behöver komma upp i en genomsnittlig vattentemperatur på endast 40 °C för att nå denna ideal-situation

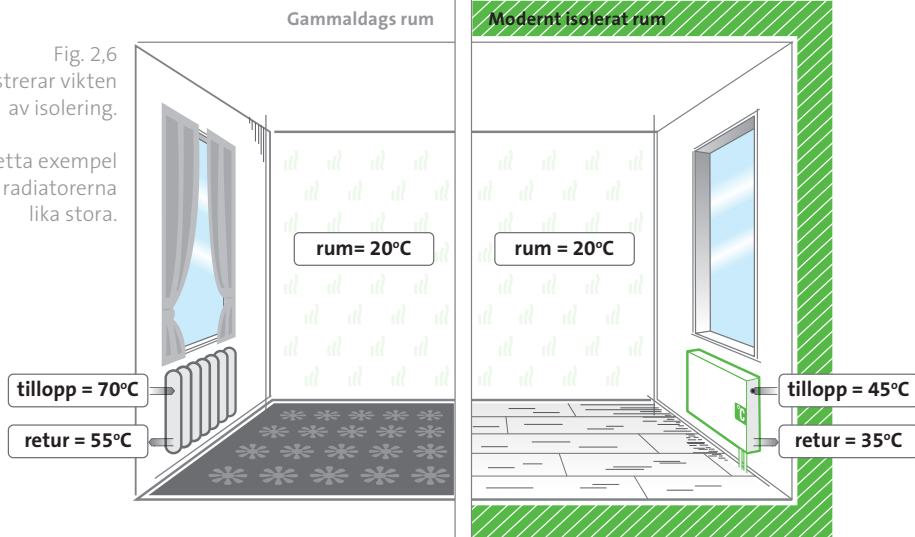
Skillnaden mellan genomsnittliga ytemperaturer i motsatt riktning varierar med högst 5°C.

* **Värme komfort:** Det finns flera standardkriterier; vissa av dem är:

- genomsnittlig lufttemperatur och genomsnittlig ytemperatur är cirka 21 °C.
- Skillnaden mellan lufttemperaturer och genomsnittliga ytemperaturer varierar med högst 3° C.
- Skillnaden mellan genomsnittliga ytemperaturer i motsatt riktning varierar med högst 5° C.
- Den genomsnittliga temperaturen mellan huvud- och ankelhöjd är mindre än 3 °C
- Lufthastigheten i rummet är mindre än 0,15 m/s

Fig. 2,6
Illustrerar vikten
av isolering.

I detta exempel
är radiatorerna
lika stora.



Specifikt värmebehov **100 W/m²**
boendeyta **x** värmebehov:
11 m² x 100 W/m² = **1100 W**
Systemtemperatur: **70/55/20 °C**
Radiatordimension:
h 580 mm, b 1200 mm, d 110 mm
n* = 1,25
Q = 1100 W

Nackdelar med gamla gjutjärnsradiatorer:

- stort vatteninnehåll
(stor pump, hög elkostnad)
- svåra att reglera
(hög vikt, stort vatteninnehåll)
- lång uppvärmnings- och avsnalningsperiod
(ej lämpliga för moderna LTR-system)
- gammaldags utseende

Specifikt värmebehov **50 W/m²**
boendeyta **x** värmebehov:
11 m² x 50 W/m² = **550 W**
Systemtemperatur: **45/35/20 °C**
Radiatordimension:
h 600 mm, b 1200 mm, d 102 mm (Typ 22)
n* = 1,34
Q = 589 W

Fördel med moderna panelradiatorer:

- litet vatteninnehåll
- låg vikt
- optimerade för hög värmeavgivning
- utmärkt reglerbarhet
- kort uppvärmning- och nedkylningstid
- modernt utseende, modeller, färger
och utföranden för alla behov och smaker
- 10 års garanti

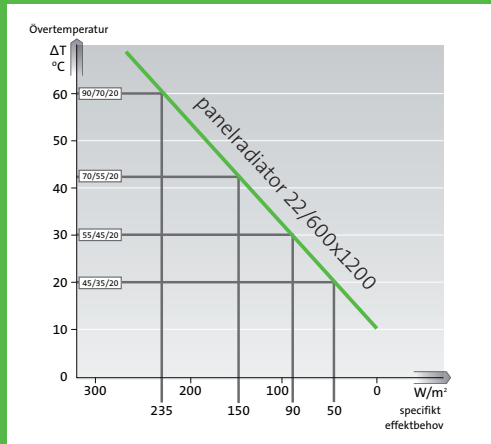
* **n** är den exponent som indikerar ändring i värmeavgivning när rums- och vattentemperaturerna avviker från de värden som använts för att beräkna **Θ_o**. Exponenten **n** är ansvarig för relationen mellan radiatorns strålning och konvektion (beror på design). Ju lägre tillloppstemperatur, desto lägre konvektion.

Den ökade energieffektiviteten i byggnader de senaste årtiondena har gjort det möjligt att sänka konstruktions-temperaturerna för radiatorvärme. På bilden har båda radiatorerna ungefär samma dimensioner. Önskad rumstemperatur är densamma i båda fallen. Bilden visar att för att uppnå önskad rumstemperatur i ett oisolerat hus måste tilllopps- och returtemperaturerna vara mycket högre än i ett välisolerat hus. Fördelen är att radiatoren i det moderna rummet kan ha samma storlek som radiatoren i det gamla rummet beroende på lägre värmekrav efter isolering.

Radiatorernas storlek

Fig. 2,7
Lika stor radiator uppfyller ändrade krav för byggnadsenergi.

Visade parametrar är specifikt effektbehov och övertemperatur ΔT .



Värmevinster och värmeförluster

Energibehoven hos boende i byggnaden inkluderar kraven hos deras värmesystem. **Fig. 2.8** ger en fullständig bild av hur energin förs in i huset från startpunkten efter att den genererats som primär energi.

När vi räknar in både värmeförlusterna och värmevinster kan vi fastställa den effektiva energin

Byggnadens energianvändning beror på kraven hos människorna inuti. För att uppfylla deras behov och ge ett komfortabelt inomhusklimat måste värmesystemet generera värme ur den energi som levereras till byggnaden. När vi har räknat in värmeförlusterna och värmevinster kan vi fastställa den effektiva energin. Hur energin används beror på värmesystemets effektivitet och, som vi har sett, på byggnadens isoleringsnivå.

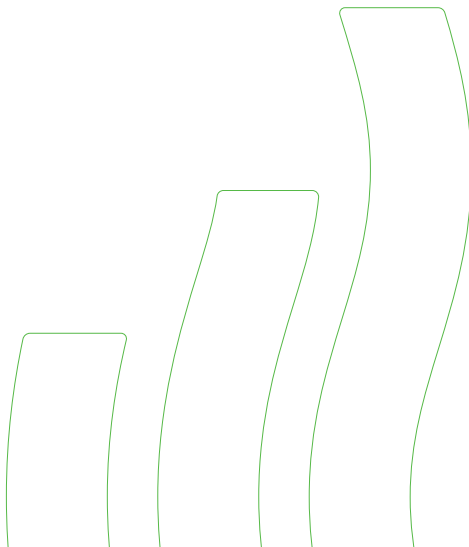
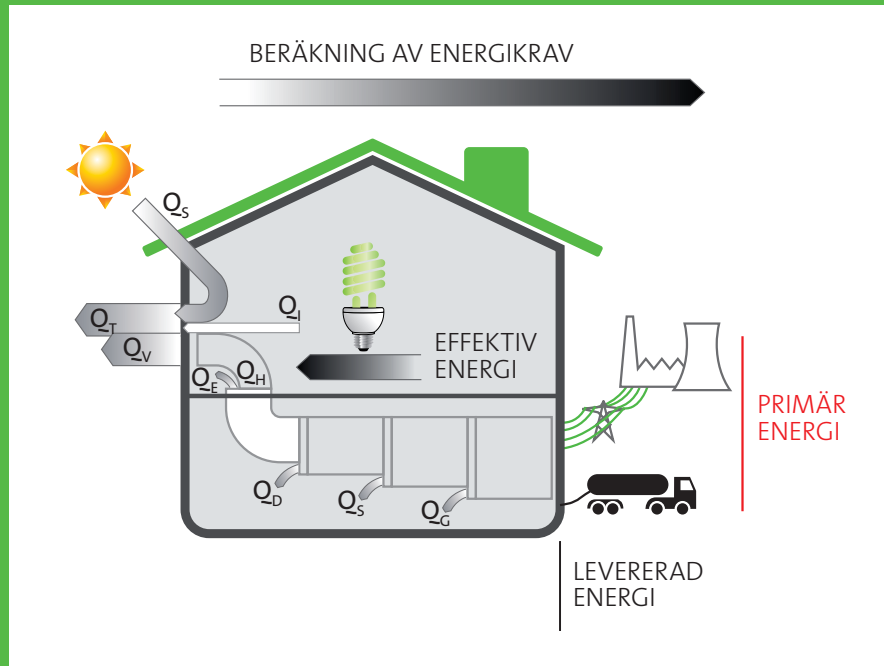


Fig. 2.8



Q_t – Värmeöverföringsförluster

Q_v – Ventilationsvärmeförluster

Q_s – Solvärmevinst

Q_i – Interna värmevinster

Q_e, d, s, g – Förluster genom avgivning (e), distribution (d), lagring (s) och generering (g)

Q_h – Värmebehov

**Påverkan
av värmevinster
på moderna
byggnader**

Värmevinster förbises ofta när man diskuterar effektiv energi. När elutrustning slås på, när ytterligare människor kommer in i byggnaden, när solen lyser in i ett rum ökar inomhustemperaturen.

Energieffektivitet beror starkt på två saker: hur väl värmesystemet kan utnyttja värmevinster och därigenom minska förbrukningen av värmeenergi, och hur låga systemets värmeförluster är.



**Det är viktigt att
värmesystemet
snabbt kan reagera
på tillfälliga värme-
vinster**

Eftersom moderna byggnader är mer värmekänsliga, är det viktigt att värmesystemet snabbt kan reagera på tillfälliga värmevinster. Annars kan inomhusklimatet snart bli okomfortabelt för de boende (som exempelvis kan påverka produktiviteten på kontoret negativt).

Fig 2,9

**Uppvärmningskrav för ett vardagsrum på 30 m².
Byggstandard EnEv 2009, EFH, byggnadsplats Hannover.**

Värmebehov vid -14 °C = 35 W/m² = 1050 W

Värmebehov vid 0 °C = 21 W/m² = 617 W

Värmebehov vid +3 °C = 18 W/m² = 525 W

Genomsnittliga värmevinster inomhus

Genomsnitt enligt DIN 4108-10 = 5 W/m² = 150 W

Stillaliggande person = 83 W/person

Stillasittande person = 102 W/person

Glödlampa, 60 W = 60 W

Dator med TFT-skärm = 150W/dator (aktiv), 5 W/dator (standby)

TV (plasmaskärm) = 130 W/apparat (aktiv), 10 W/apparat (standby)

Exempel: 2 personer, belysning, TV osv. = ca 360 - 460 W

Ett modernt uppvärmningssystem måste kunna anpassa sig snabbt till de olika värmevinsterna inomhus!



Christer Harrysson



Professor Tekn. Dr. Christer Harrysson forskar och undervisar vid Örebro universitet och är chef för Bygg & Energiteknik AB.

HUR MAN OMVANDLAR ENERGI TILL EFFEKTIVITET

Professor Tekn. Dr. Christer Harrysson är en väkänd forskare och undervisar om bygg- och energiteknik samt inom miljö m.m. vid Örebro Universitet i Sverige. Han har utfört många studier där han jämfört energianvändningen i olika energisystem, -källor och värmegivare.

**Professor Tekn. Dr.
Christer Harrysson**

Forskning är ett av de viktigaste verktygen för att öka kunskaper och få klara och oberoende insikter i hur olika värmedistributionssystem fungerar. Det gör det också möjligt att rangordna prestanda hos olika lösningar. I min undersökning av energianvändningen och inomhusmiljön i Sverige studerades 130 lägenheter i småhus i Kristianstad under ett års tid. Deras energianvändning för el, vatten och uppvärmning följdes noga. Alla hus var byggda mellan 1986 och 1997 och var grupperade i sex klart avgränsade områden med variationer vad gäller byggnadssätt, ventilation och värmesystem. Resultaten var övertygande. Vi registrerade upp till 30 % skillnader i energianvändning mellan de olika tekniska lösningar som användes.

Ett av mina viktigaste mål var att fastställa skillnaden mellan olika typer av värmesystem och den värmekomfort som systemen erbjuder. Vi jämförde uppmätt energianvändning för golvvärme och radiatorer och intervjuade de boende. Vi fann att hus som värmdes upp med radiatorer använde mycket mindre energi. Sammanlagt – inklusive energi för värmesystemet, varmvatten och hushållsel – var för de båda områdena med radiatorer den genomsnittliga uppmätta energianvändningen 115 kWh/m².

Detta jämfört med den genomsnittliga energianvändningen på 134 kWh/m² för fyra områden i hus med golvvärme. Kort sagt visar våra data från områdena i Kristianstad att radiatorer enligt mätningarna är 15–25 % effektivare än golvvärme. Uppmätt energianvändning visar också att skillnaden på 15 % avser hus med golvvärme och 200 mm EPS-isolering under betongplattan.

En annan viktig och signifikant slutsats av denna studie är att konsulter, leverantörer och installatörer måste tillämpa de kunskaper som finns för att ge de boende klar och transparent information. Dessutom rekommenderar vi att komfortnivån ses som lika viktig som beräknad respektive uppmätt energianvändning i nya, men även i befintliga och ombyggda hus. Detta borde beaktas av projektplanerare, byggare och även av ägare och fastighetsförvaltare till såväl befintliga som nya byggnader.

Sammanfattning

Information: *Husen i studien är direkt jämförbara med byggnader som är isolerade enligt den tyska EnEV 2009-standard.*

En fullständig sammanfattning av den forskning som utförts av professor Harrysson finns på www.purmo.se/clever

KAPITEL 3

DEN ÖKADE ANVÄNDNINGEN AV **LÅGTEMPERERADE** VÄRMESYSTEM

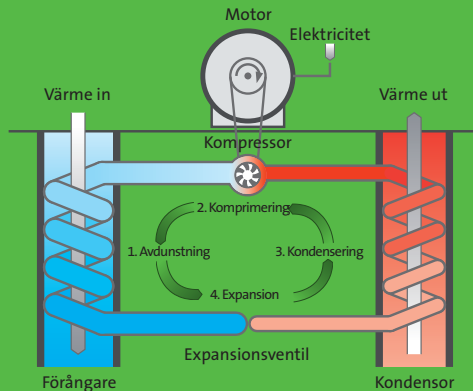
- **Värmepump och kondenserande värmepanna >**
Båda dessa värmekällor i moderna och isolerade byggnader är effektiva sätt att försörja lågtempererade värmesystem.
- **Effektiv värmegenerering >** Båda värmekällorna fungerar perfekt även med lågtempererade radiatorer.
- **Energirenovering av byggnader >** Byggnader som värms upp med lågtempererade radiatorsystem förbrukar mindre total energi än byggnader som värms upp med golvvärme.
- Att förbättra energieffektiviteten i äldre byggnader är ett effektivare sätt att spara mer energi

Tack vare lägre värme krav behöver bostäder och kontor mindre värmeenergi för att hålla dem varma. Det gör värmepumpen till en idealisk kompanjon i ett modernt värmesystem. Temperaturen några meter under marken är tämligen konstant över året, ca 10°C. Bergvärmepumpar utnyttjar detta med hjälp av en rörslinga – vertikal markslinga – som är nergrävd 100–150 m under marken eller alternativt en horisontalslinga närmare markytan. Vanligtvis pumpas en blandning av vatten och etanol genom slingan, där värmeväxlingen äger rum innan den uppvärmda vätskan går tillbaka till pumpen och därifrån till värmesystemet. Luft-vatten-värmepumpar är också bra alternativ. Den kan utnyttja utomhusluft och/eller ventilationsluft som värmekälla.

Värmepump

Fig.3.1
Diagram över
värmepump

Källa:
Pro Radiator-
programmet



Värmepanna

De flesta värmepannor har en enda förbränningskammare omsluten av värmeväxlarens vattenvägar där varma gaser går igenom. Gaserna släpps så småningom ut genom gaskanalen högst upp på pannan vid en temperatur på ca 200 °C. Kondenserande värmepannor låter däremot först värmen stiga uppåt genom den primära värmeväxlaren, där gaserna skickas tillbaka när de kommer högst upp och avleds till en sekundär värmeväxlare.

I kondenserande värmepannor förbränns bränsle (gas eller olja) för att värma upp vatten i en rörledningskrets, där byggnadens radiatorer kan ingå. Vid förbränningen bildas ånga som en biprodukt, och denna ånga kondenseras till varmvatten. Energi extraheras och värme utvinns ur detta returvatten, innan det går tillbaka till kretsen (**fig.3.2**). Det går att använda antingen gas eller olja, men gas är mer effektivt eftersom varmvattenutsläppet i ett gassystem kondenseras vid 57 °C, medan det inte inträffar förrän vid 47 °C i oljebaserade system. Ytterligare en fördel med gassystem är det större vatteninnehållet.

Alla kondenserande värmepannor har en signifikant energibesparing tack vare den effektiva användningen av det förbrända bränslet: utloppsgasen håller omkring 50 °C, jämfört med traditionella värmepannor, där rökgaserna släpps ut oanvända vid 200°C.

Båda dessa värmekällor i moderna och isolerade byggnader utgör effektiva sätt att försörja lågtempererade värmesystem och gör att de är idealiska för radiatorer, som kan användas med alla slags värmekällor, inklusive förnybar energi.

Båda värmekällorna är effektiva sätt att försörja lågtempererade värmesystem

Fig.3.2
Diagram över
kondenserade
värmepanna

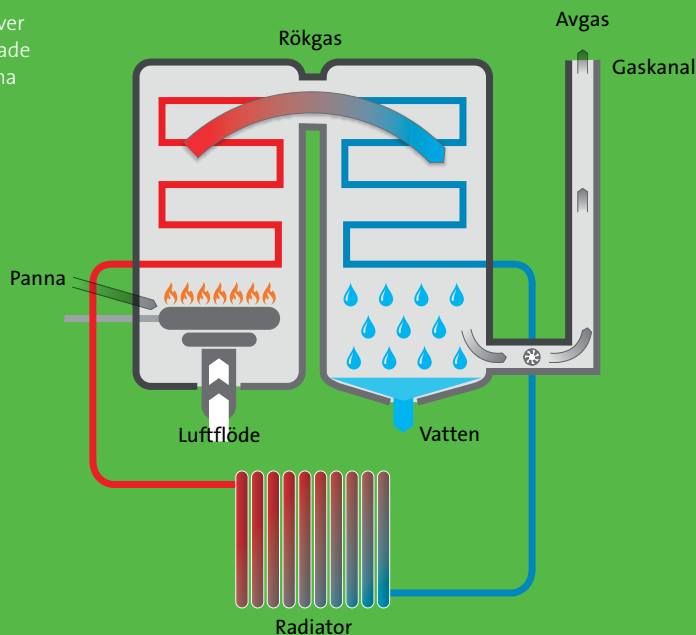
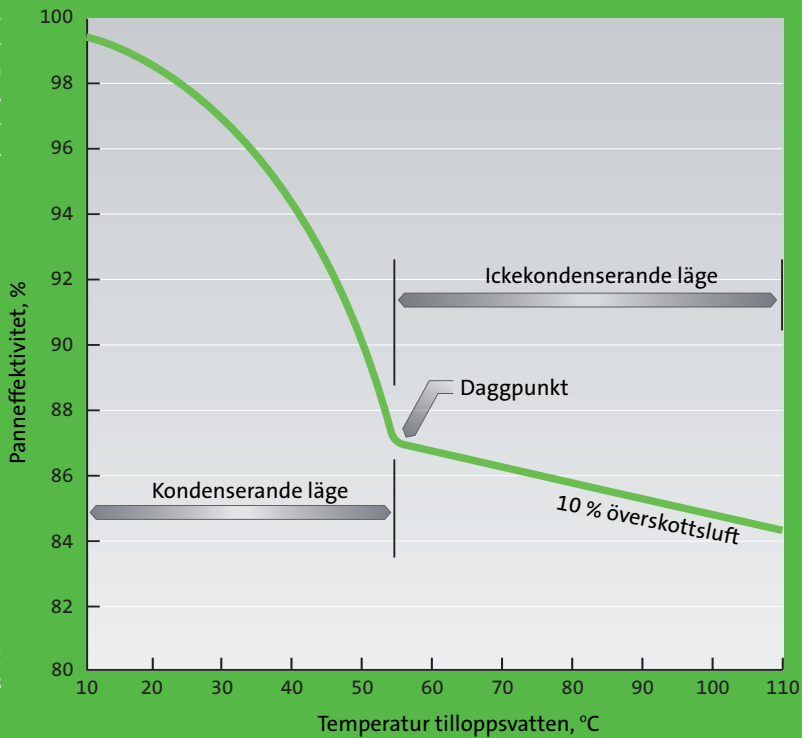


Fig. 3,3
Effekten av tillopps-
vattnets temperatur på
effektiviteten hos
kondenserande värme-
pannor.



Källa ASHRAE
Handbook 2008

Kondenserande värmepannor kan fungera i kondenserande läge när temperaturen på tillloppsvattnet i värmenätet ligger under 55°C Effektivitetsökningen jämfört med en standardvärmepanna är ca 6 % och ca 11 % för gas. (Källa: ASUE 2006). Detta är i sig ett övertygande skäl till att radiatorerna ska konstrueras för låga vattentemperaturer.

Effektivitet i värmegenerering

Värmepumpar antas ofta vara något som hör till golvvärme, fast de fungerar perfekt även med lågtempererade radiatorer. Standarden EN 14511-2 beskriver en förenklad metod för att beräkna säsongsvärmefaktorn (seasonal performance factor, SPF), där man bara tar hänsyn till temperaturen på tillloppsvattnet i värmesystemet. Det sättet att beräkna kan ge ganska exakta SPF-värden för golvvärme, där temperaturskillnaden mellan tilllopps- och returvattnet vanligen är små, ofta mindre än 5 K. Denna förenklade metod går inte att använda för radiatorvärme, där skillnaderna mellan tilllopps- och returvatten är större. För dessa beräkningsändamål uppvisar EN 14511-2 en korrekt metod, som också tar hänsyn till returvattentemperaturen. Vid sidan av SPF finns också årsvärmefaktorn (annual coefficient of performance, COPa), som beskriver värmepumpens effektivitet under ett helt år.

Värmepumpar fungerar också perfekt med lågtempererade radiatorer

Fig. 3.4 Tabell över COPa-värden för olika konstruktionsvattentemperaturer, kombinerad produktion av värme och hushållsvarmvatten samt enbart värme. Tabellen visar även resulterande kondenserings temperaturer. Referensbyggnaden är ett modernt enfamiljshus i München, utrustat med elektrisk jordvärmepump. COP-värdena är verifierade genom laboratiemätningar (Bosch 2009).

Fig 3.4

Årsvärmefaktor COPa

COPa = Mängd värme levererad av värmepumpen dividerat med den energi som krävs för att driva processen under ett år

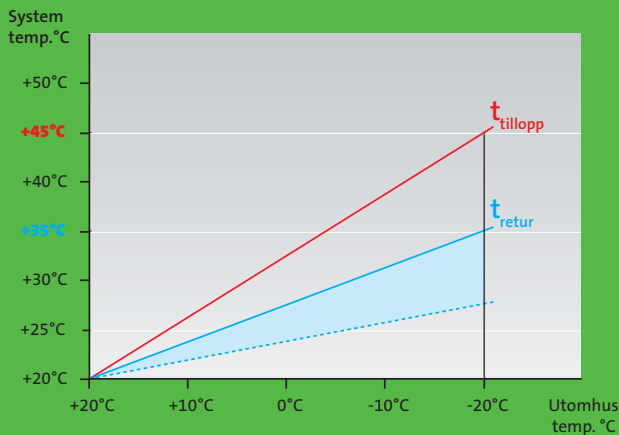
Design temp	Kondenserande temp	COPa kombination	COPa endast uppvärmning
70/55/20	62,4	2,8	3,0
55/45/20	49,2	3,2	3,6
60/40/20	49,0	3,2	3,6
50/40/20	44,0	3,3	3,8
45/35/20	38,8	3,5	4,1
50/30/20	38,7	3,5	4,1
40/30/20	33,7	3,6	4,4
35/28/20	30,2	3,8	4,6

Elektrisk jordvärmepump COPa-siffror från referensbyggnaden (IVT Bosch Thermoteknik AB)

Resultaten visar att det är mycket fördelaktigt att använda låga temperaturer med radiatorer, när man använder värmepumpar som värmegenerator. Värmepumpar för småhus kombineras ofta med produktion av hushållsvarmvatten. När vi jämför de kombinerade COPa-värdena ser vi att konstruktionsvattentemperaturerna i ett typiskt lågtemperatursystem för radiatorer (45/35) ger omkring 10 % högre pumpeffektivitet än 55/45-systemet. Skillnaderna mellan 45/35-systemet och för golvvärmesystem typiska 40/30-systemet är ca 3 %, och 9 % jämfört med 35/28-systemet.

Det är mycket fördelaktigt att använda lågtempererade radiatorer när man använder värmepumpar som värmegenerator

Fig.3.5
Radiators returtemperatur vid användning av den termostatiske radiatorventilen är lägre på grund av värmevinster och motsvarande termostatfunktion.



Energirenovering av byggnader

**Byggnader som
värms upp med
lågtempererade
radiatorsystem
förbrukar mindre
total energi än
byggnader som
värms upp med
golvvärme**

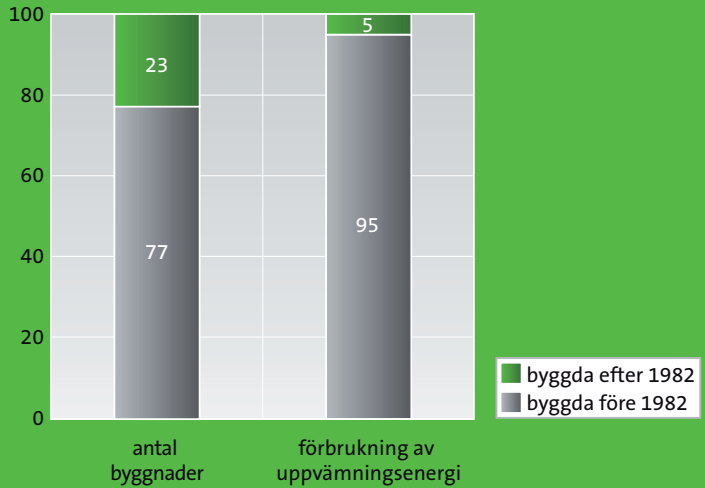
**Att förbättra
energieffektiviteten
i äldre byggnader är
ett effektivare sätt
att spara mer energi**

Kort sagt förbrukar byggnader som värms upp med lågtempererade radiatorsystem mindre total energi än byggnader som värms upp med golvvärme, även när värmepumpar används som värmegenerator. Skillnader i COPa-värden kompenseras av den högre energieffektiviteten hos lågtemperaturreadiatorerna.

Byggnader, i synnerhet bostadshus, befinner sig för närvarande i en spiral av ökad energiförbrukning. Energi-användning i byggnader är den enskilt största energiförbrukningssektorn i Europa. Logiken säger att våra energibesparande aktiviteter borde riktas mot minskad energiförbrukning i byggnader. Intressant nog är moderna byggnader (nya eller välrenoverade) inte något problem när det gäller energikonsumtion. Om vi tar det tyska fastighetsbeståndet som exempel, utgör nyare byggnader byggda efter 1982 23 % av landets totala bestånd men förbrukar bara 5 % av värmeenergin. Med andra ord är det ett mer effektivt sätt att spara mer energi att förbättra energieffektiviteten i äldre byggnader.

Fig 3.6
Byggnader i siffror
och i termer av energi-
förbrukning,
Fraunhofer 2011

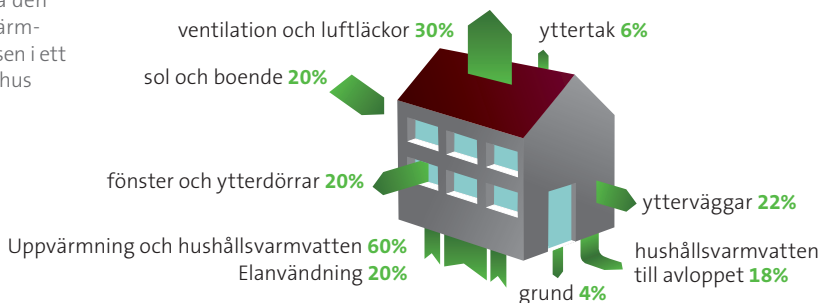
77 % av tyska byggnader
byggda före 1982
använder 95 % av
värmeenergin.



Den totala energibalansen in i en byggnad består av energiflöden in i och ut ur byggnaden.

Den totala energibalansen in en byggnad består av energiflöden in i och ut ur byggnaden. Eventuell kylningsenergi är inte inräknad i siffrorna. Energiflödena i exempelbyggnaden kan definieras enligt följande:

Fig. 3,7
Exempel på den total uppvärmningsbalansen i ett flervåningshus



Ur byggnaden/förluster

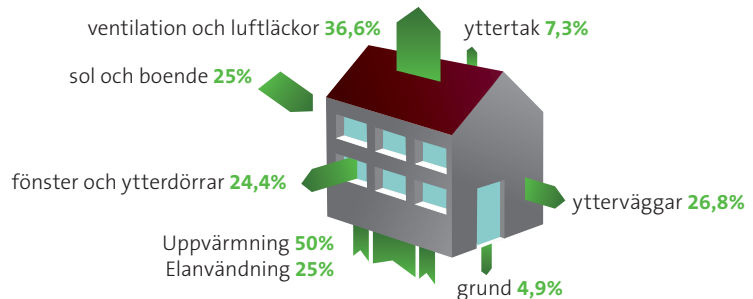
- Ventilation och luftläckor	30 %	- Luftväxlingshastighet = 0,5 1/h
- Hushållsvarmvatten till avlopp	18 %	- 35 kWh/m ² a
- Ytterväggar	22 %	- U = 1,0 W/m ² a
- Fönster och ytterdörrar	20 %	- U = 3,5 W/m ² a
- Yttertak	6 %	- U = 0,7 W/m ² a
- Grund	4 %	- U = 1,0 W/m ² a
summa	100 %	- Uw.mean = 1,3 W/m²K

In i byggnaden/tillopp

- Uppvärmning och hushållsvarmvatten	60 %
- Elanvändning	20 %
- Sol och boende	20 %
summa	100 %

Fig. 3,8
Exempel på
uppvärmnings-
balansen i ett
flervåningshus

Om vi bortser från förluster från hushållsvarmvatten till avlopp, som faktiskt är en enorm energisparkälla, ser vi vad energirenoveringsaktiviteter normalt fokuserar på.



Ur byggnaden/förluster

- Ventilation och luftläckor	36,6 %
- Ytterväggar	26,8 %
- Fönster och ytterdörrar	24,4 %
- Yttertak	7,3 %
- Grund	4,9 %

summa 100 %

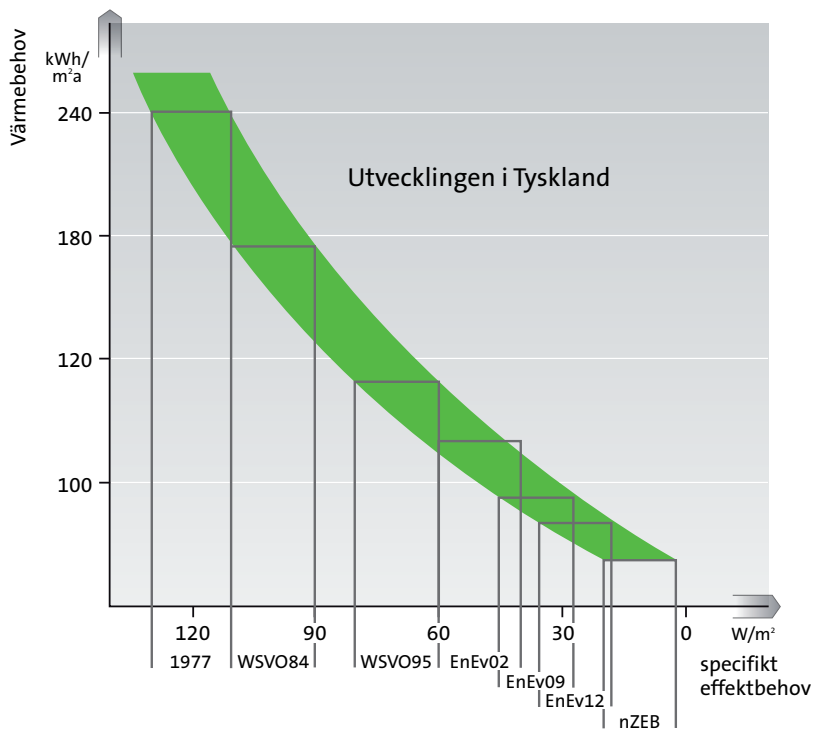
In i byggnaden/tillopp

- Uppvärmning	50 %
- Elanvändning	25 %
- Sol och boende	25 %

summa 100 %

Dessa siffror är exempelvärden för äldre flervåningshus, där det typiska behovet av uppvärmningsenergi, inklusive överföringsförluster och ventilation, är ca 240 kWh/m²a. Om vi vill göra en jämförelse med andra hustyper, bör vi ta hänsyn till följande faktorer: byggnadsyta, U-värden och ventilationsluftflöde. Ett enplanshus har relativt sett mycket högre förluster genom taket och till marken än ett flervåningshus.

Fig. 3,9
 Krav på rums-
 uppvärmning
 – diagram över
 specifika effekt-
 behov för beräk-
 ningsändamål



Utveckling av värmekrav och specifika värmebehov i tyska byggnader.

Vi kan skapa en korrelation mellan uppvärmningsbehov, kWh/m²a, och det specifika effektbehovet, W/m², baserat på tillgänglig statistik för tyska byggnadsenergikrav vid olika perioder.

Energibehov för uppvärmning och specifika effektbehov

Låt oss ta flervåningshuset som vi hade som referensbyggnad och räkna om värdena om huset skulle renoveras. Specifikt värmebehov i det ursprungliga stadiet kan beräknas ur diagrammet **fig. 3.9** vid ett uppvärmningsbehov av 240 kWh/m²a. Effektbehovet är ca 120 W/m². Byggnadsskalet och isoleringen förbättras. De nya U-värdena i byggnadselementen blir:

- Ytterväggar $U = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Fönster och ytterdörrar $U = 1.3 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Yttertak $U = 0.16 \text{ W/m}^2\text{K}$
 - Grund $U = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
- $U\text{-värde genomsnitt} = 0.40 \text{ W/m}^2\text{K}$

Det finns inga ändringar av ytareorna i byggnadselementen och ventilationsflödet förblir också oförändrade, vi kan kalkylera påverkan av den förbättrade isoleringen. Överföringsförlusterna minskar till 31 % när de areaviktade U-värdena, $U_{w,mean} = 1,3 \text{ W/m}^2\text{K}$ sjunker till $U_{w,mean} = 0,40 \text{ W/m}^2\text{K}$. Ventilationen förblir således oförändrad och den totala minskningen av värmeförlust blir bara 44,3 %.

***OBS!** Denna utbredda form av isoleringsförbättring motiveras ofta av behovet av bättre fönster och en snyggare fasad eller behov av bättre värmekomfort och ett hälsosammare inomhusklimat.*

De nya förlusterna blir:

- Ventilation och infiltration	65,1 %
- Ytterväggar	11,4 %
- Fönster och ytterdörrar	16,1 %
- Yttertak	3,6 %
- Grund	4,4 %
summa	100 %

Värmebehovet blir 44,3 % lägre än i ursprungsfallet. Det nya specifika värmebehovet är ca 67 W/m^2 , och i **fig. 3.9** kan vi se att motsvarande värde för uppvärmningskrav är ca $100 \text{ kWh/m}^2\text{a}$.





Docent Dr. Jarek Kurnitski,
Tekniska högskolan i Helsingfors

JAG OMVANDLAR VETENSKAP TILL PRAKTIK

Docent Dr. Jarek Kurnitski, en av de ledande specialisterna inom värme, ventilation och luftkonditionering arbetar för närvarande som expert vid finländska innovationsfonden Sitra. Som REHVA-belönad forskare har han publicerat nästan 300 artiklar.

Större är absolut inte bättre

I värmebranschen lever fortfarande myten att om man har ett lågtempererat värmesystem måste man ha större radiatorer. Men större är absolut inte bättre. I min forskning om värmeavgivare fann jag att till och med under den kallaste vinterperioden krävs det snabba förändringar i värmeproduktionen för att hålla rumstemperaturen inom det optimala komfortintervallet. Båda systemen ställdes in på 21 °C, den lägsta komfortgränsen för idealisk inomhustemperatur. **Fig. 4.2** visar att när interna värmevinster på så lite som 0,5 °C upptäcktes, reagerade radiatorsystemet med sin låga värmeabsorption snabbt och höll rumstemperaturen nära inställningsvärdet.

Men för golvvärme med sin höga värmeabsorption var reaktionstiden mycket långsammare när värmevinster upptäcktes. Det betydde att golvvärmen fortsatte att avge värme och höja temperaturen långt över den optimala, med starka okomfortabla fluktuationer. Faktum är att för att hålla rumstemperaturen närmare den optimala 21 °C, visar min forskning att enda lösningen är att öka inställningsvärdet för golvvärmesystem till 21,5 °C.

För många människor låter 0,5 °C kanske inte så mycket. Men när du tillämpar denna ökning varje timme, dagligen, under en hel vinters uppvärmningsperiod, mångdubblas siffrorna snart och alla förhoppningar om energieffektivitet bleknar bort.

En skillnad i rumstemperatur på en grad motsvarar ca 6 % energiförbrukning. Snabb respons på värmevinster och låga systemförluster är viktiga komponenter i energieffektiva värmesystem. Centralstyrning leder till för hög värme i vissa rum med efterföljande energiförluster, vilket gör att min forskning rekommenderar användning av lågtemperatursystem för att minska systemförluster, liksom användning av värmeavgivare som kan kontrolleras individuellt. Det gör radiatorer till det självklara valet.

KAPITEL 4

SIGNIFIKANTA BEVIS

- **Docent Dr. Jarek Kurnitski** > den allmänna slutsatsen av min forskning är att radiatorer är omkring 15 % effektivare i enplanshus och upp till 10 % i flervåningshus.
- **Professor Tekn. Dr. Christer Harrysson** > under de givna förhållandena har områden med golvvärme i genomsnitt 15–25 % högre energiförbrukning (exklusive fastighetsel) än medelvärdet för områden som har radiatorsystem.

År 2008 startade man FoU-avdelningen på Rettig ICC ett nytt projekt. Syftet var att reda ut olika (icke-)argument som levde kvar i värmebranschen. Pro Radiator-programmet, som vi kallade projektet, höll på i två år. På dessa två år samlade vi in tre olika typer av argument: "För radiatorvärme", "Mot radiatorvärme" och "För konkurrerande/andra värmesystem".

**Mikko Iivonen, FoU-chef,
Forskning och tekniska
standarder, Rettig ICC**

Sammanlagt kunde vi urskilja 140 argument och påståenden. Efter att vi graderat och kombinerat alla dessa argument kom vi ner till 41 praktiska forskningsfrågor att analysera, testa och dra slutsatser av. För att få fram opartiska och oberoende forskningsresultat, bad vi externa experter hjälpa oss med denna omfattande forskningsuppgift. Flera ledande internationella experter, universitet och forskningsinstitut arbetade i nära samarbete med oss. Resultatet var en enorm mängd forskningsdata, rekommendationer och slutsatser.

Vi fann också att branschen var full av myter och illusioner. Även om de dominerade argumentationen på marknaden, spände de från irrelevanta till osanna. Den största nyheten för oss var emellertid att alla forskningsresultat visade hur effektiva och verkningsfulla radiatorer var i moderna välisolerade byggnader. Vi isolerade därför resultaten och startade ett separat forskningsprogram där vi undersökte

olika värmesystem i samarbete med VVS-laboratoriet vid Tekniska högskolan i Helsingfors. Exakta simuleringar och funktionsjämförelser mellan alla dessa värmesystem visade och verifierade att våra tidigare resultat och slutsatser angående radiatorer var korrekta.

konkreta data

Vi har redan hänvisat till en del av våra forskningsresultat i denna Handbok. Men det är viktigt att poängtera att våra slutsatser inte bara är baserade på vetenskapliga teorier, utan också på konkreta data från nybyggda lågenergihus i Norden. Länder som Sverige, Finland, Norge och Danmark har ju varit ledande inom lågenergi och högisolering av byggnader i många år. Detta faktum, plus vårt samarbete med akademiker som professor Dr. Leen Peeters (Universitetet i Bryssel, Belgien) och Dr. Dietrich Schmidt (Fraunhofer-institutet, Tyskland) gör att vi tryggt kan säga att alla våra resultat och slutsatser är giltiga för de allra flesta europeiska länder.

Utöver de teoretiska besparingar som jag redovisat i tidigare kapitel, har ett antal studier under samma period mätt effektiviteten i moderna värmesystem och jämfört energianvändningen hos olika värmeavgivare. Både professor Jarek Kurnitski och professor Christer

Harrysson redogör för sina viktigaste resultat i dessa fallstudier i det här kapitlet.

Akademiskt samarbete

Alla studier som vi hänvisar till i denna Handbok visar att energieffektiviteten kan öka med upp till 15 % när man använder lågtempererade radiatorsystem. Det är en konservativ siffra – vissa studier visar att det kan vara ännu mer. Det kan ofta bero på olika boendevanor, högre rums-temperaturer, längre uppvärmningsperioder osv.



**Docent Dr. Jarek
Kurnitski: Värme-
kapacitet och energi-
effektiv uppvärmning**

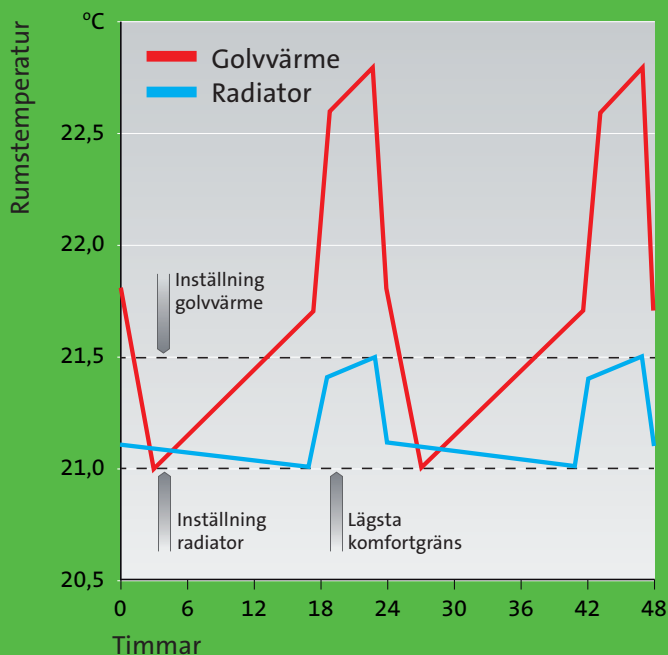
Docent Dr. Jarek Kurnitskis forskning visar att värmeavgivarnas värmekapacitet har en enorm påverkan på värmesystemets prestanda. Till och med under den kallaste vinterperioden krävs det snabba förändringar i värmeproduktionen för att hålla rumstemperaturen inom det optimala komfortintervallet.



**Snabbreagerande
radiatorsystem
med liten värme-
kapacitet höjer
rumstemperaturen
med bara 0,5 °C**

Principen för rumstemperaturens respons på värmevinster och -förluster visas i **fig.4.1**, där två system jämförs. Snabbreagerande radiatorsystem med liten värmekapacitet har fördelen att reagera mycket snabbare på värmevinster och höjer rumstemperaturen med bara 0,5 °C. De håller därför kvar rumstemperaturen nära inställningsvärdet 21 °C och närmare inställningsvärdet än vad inbyggd värme (som golvvärme) gör. Traditionell golvvärme med hög värmekapacitet kan inte hålla rumstemperaturen konstant. Forskning visade att inställningsvärdet måste höjas till 21,5°C för att hålla rumstemperaturen närmare det optimala 21°C. Enbart storleken på värmeavgivaren innebar att effekten var mindre än värmebehovet, vilket resulterade i starkt fluktuerande rumstemperatur och slösande av energi.

Fig. 4.1.
Respons i rumstemperaturen på värmeavgivarens värmekapacitet under vintersäsongen när värmevinsterna vanligen inte överstiger 1/3 av uppvärmningskravet.



Bättre utnyttjande av värmevinster i moderna byggnader

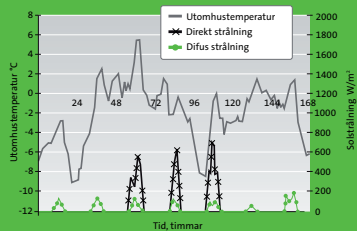
Förhållandena som visas i **fig 4.1** baseras på detaljerade, dynamiska simuleringar av ett modernt hus i Tyskland. Rumstemperaturer för första veckan i januari visas i **fig. 4.2**. På grund av den oförutsägbara karaktären på solvärmevinster och interna värmevinster kan golvvärmens prestanda inte förbättras med hjälp av prognosstyrning. Värmevinster stänger visserligen av golvvärmen, men den fortsätter ändå att stråla ut värme till externa ytor som fönster och ytterväggar under lång tid. Det gör att rummet blir för varmt.

Nattetid, när rumstemperaturen sjunker under inställningsvärdet 21,5 °C tar det flera timmar innan temperaturen börjar öka, trots att golvvärmen slår på. I själva verket visar min forskning att rumstemperaturen fortsatte sjunka, vilket resulterade i att inställningsvärdet måste höjas.

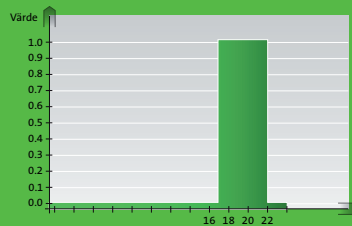
För att ta fram ovanstående resultat användes ett avancerat program för byggnadssimulering, IDA-ICE. Programmet har validerats noggrant och har visat sig ge mycket exakta data vid detta slags jämförande beräkningar.

Fig. 4.2

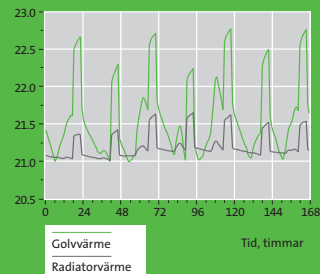
Simulerad rumstemperatur, första veckan i januari. Utomhustemperatur, sol- och interna värmevinster visas till vänster.



Externa värmevinster första veckan i januari – väderdata.



Exempel: Interna värmevinster per dag



Resulterade lufttemperaturer

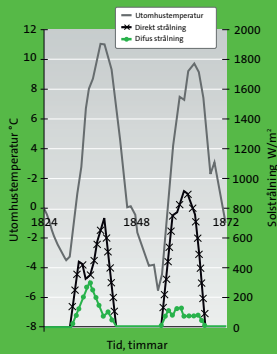
I mellansäsongen ligger värmevinster nära uppvärmningsbehovet, vilket gör det mer komplicerat att styra rumstemperaturen. **Fig. 4.3** visar prestanda under två dagar i mars. Solvärmevinster är signifikanta och utomhustemperaturen fluktuerar starkt. Återigen resulterade radiatorvärme i stabilare rumtemperatur och bättre utnyttjande av värmevinster.

Sammanfattning

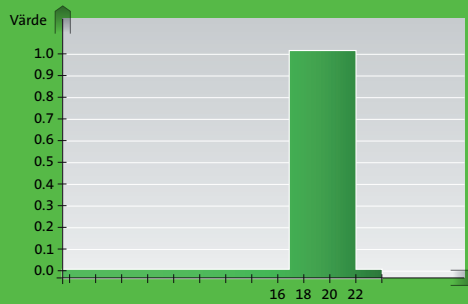
Snabb respons på värmevinster och låga systemförluster är viktiga komponenter i energieffektiva värmesystem. Individuell temperaturreglering i varje rum är också mycket viktigt, eftersom värmebehovet varierar kraftigt från rum till rum. Centralstyrning leder till för hög värme i vissa rum med efterföljande energiförluster. Min forskning rekommenderar användning av lågtemperatursystem för att minska systemförluster, liksom snabbreagerande värmeavgivare som kan kontrolleras individuellt eller per rum.

I det perspektivet kan vi också säga att golvvärme är mindre effektivt och mindre energieffektivt, jämför med de resultat vi fick med radiatorer. Den generella slutsatsen av min forskning är i själva verket att **radiatorer är omkring 15 % effektivare i enplanshus** och upp till 10 % i flervåningshus.

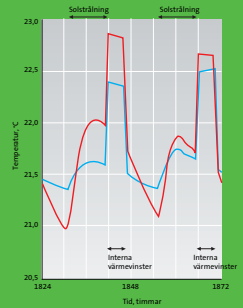
Fig. 4,3
Soliga dagar i mars ökar fluktuationen i rumstemperaturen



Externa värmevinster
17–18 mars - väderdata.



Exempel: Interna värmevinster per dag



Resultande
lufttemperaturer

**Professor Tekn.
Dr. Christer Harrysson,
Örebro universitet och
Building and Energy
Design Ltd, Falkenberg.**

Det främsta syftet med min forskning var att öka kunskapsnivån om olika lösningar för att värma våra hus. Framför allt jämförde jag golvvärme med radiatorsystem. Projektet, som initierades av AB Kristianstadsbyggen och Peab, finansierades av DESS (Delegationen för Energiförsörjning i Sydsverige) och SBUF (Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond).

Skillnader i boendevanor mellan tekniskt identiska enbostadshus kan leda till variationer i den totala energianvändningen för hushållsel, varmvatten och värmesystem på 10 000 kWh/år. Det finns många tekniska lösningar, dvs. kombinationer av isolering, tätningar, värme- och ventilationssystem. Även valet av tekniska lösningar kan leda till stora skillnader i energianvändning och inomhusmiljö. I en studie jag genomfört på uppdrag av Boverket undersöktes tio bebodda, eluppvärmda områden med 330 småhus med olika tekniska lösningar liksom individuell mätning och debitering för el- och vattenanvändning. Studien visade skillnader i total energianvändning på ca 30 % mellan olika tekniska lösningar.

Data från Statistiska Centralbyrån med flera (inklusive Boverksstudien) visar att den totala energianvändningen för hushållsel, varmvatten och värmesystem i nya, seriebyggda enbostadshus normalt uppgår till hela 130 kWh/m² per år.

Boverkets studie visar också att det finns energieffektiva lösningar i seriebyggda enbostadshus som bara kräver 90–100 kWh/m² per år, men ändå ger en bra inomhusmiljö. Utvecklingen har gått vidare och den lägsta energinivå som för närvarande (2011) anses vara tekniskt och ekonomiskt hållbar är 80 kWh/m² per år.

Utformningen och placeringen av uppvärmningssystemet kan ha en betydande påverkan på energianvändningen. Vattenburen värme med radiatorer är ett beprövat uppvärmningssystem, som också kan användas med andra energislag eller energikällor än el. Vid användning av golvvärme bör det också vara möjligt att använda energikällor av lägre kvalitet (t.ex. lågtemperatursystem) effektivare genom att använda lägre temperaturer på värmeöverföringsmedia. Under de senaste åren har debatten gått hög om det är radiatorer eller golvvärme som ger den högsta komfortnivån och har störst kostnads- och energieffektivitet.

I studien ingick sex av AB Kristianstadsbyggens områden med enbostadshus; med sammanlagt 130 lägenheter och olika slags tekniska lösningar. Områdena har mellan 12 och 62 lägenheter. Bostäderna är oftast enplanshus byggda på betongplatta med underliggande isolering. I de sex områdena har fyra golvvärme och två radiatorsystem. Bostäderna har frånlufts- eller frånlufts-/tillluftsventilation.

Studien Områdena jämfördes med varandra med hjälp av insamlade data, skriftlig information och beräknade värden. Uppmätt energi- och vattenanvändning justerades per helår, golvyta, isoleringsstandard, frånluftsventilation, värmeåtervinning (i förekommande fall), inomhustemperatur, vattenförbrukning, distributions- och regleringsförluster, placering av värmepanna/kontrollenhet, individuell eller kollektiv mätning, kulvertförluster, uppvärmning av sidobyggnader (i förekommande fall) samt fastighetsel.

Sammanfattningsvis har under de givna förhållandena områdena 3-6 med golvvärme 15–25 % högre energianvändning (exklusive fastighetsel) än medelvärdet för områdena 1 och 2 som har radiatorsystem.



KAPITEL 5

ATT VÄLJA VÄRME- AVGIVARE

- **Värmeavgivare** > Energikällan, värmekällan och värmeavgivarna spelar alla en viktig roll. Men slutanvändaren och boende- eller arbetsutrymmets funktion bör också beaktas.
- Det är bara radiatorer som kan erbjuda den flexibilitet som krävs för att vi ska ändra vår uppfattning om bostäder och kontor som bara svarta lådor.

Det är viktigt att inte ha en holistisk utgångspunkt när man diskuterar värmesystem. Energikällan, värmekällan och värmeavgivarna spelar alla en viktig roll. Men även slutanvändaren och boende- eller arbetsutrymmets funktion bör alltid beaktas.

Det kan vara frestande att se en byggnad som en enda enhet, en svart låda som behöver värmas upp. Men inuti enheten finns det alltid en samling mindre enheter. Ett antal kontor i en byggnad, flera rum i en villa. Kontor används bara åtta timmar om dagen. Vardagsrum används ofta bara vissa tider, sovrum bara på natten, och alla har olika behov och krav på uppvärmning.

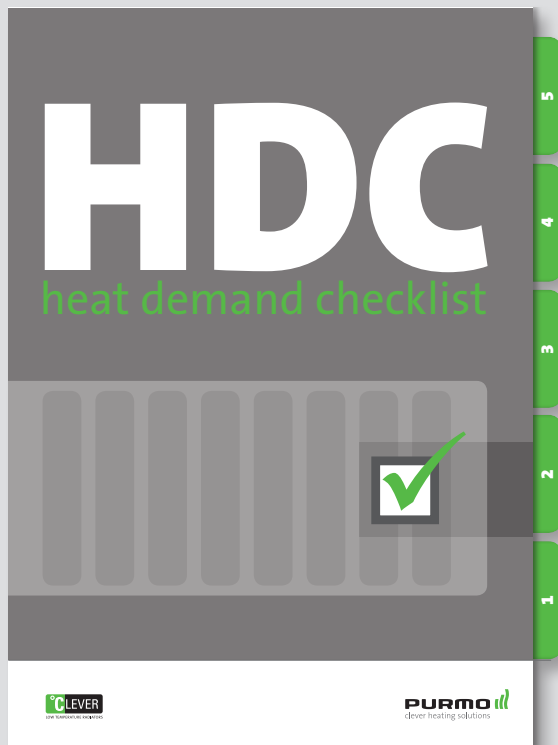
När vi tittar närmare på dessa utrymmen, ser vi också att deras funktion ändras med tiden. I en barnfamilj minskar behovet att värma upp huset under de dagar barnen är i skolan, till exempel. Och när barnen blir större slutar de skolan och börjar arbeta, vilket gör att de kanske flyttar hemifrån och bildar ett eget hem.

Värmeavgivare

Energikällan, värmekällan och värmeavgivarna spelar alla en viktig roll. Men slutanvändaren och boende- eller arbetsutrymmets funktion bör också beaktas.

HDC checklista

Ta en titt på checklistan på www.purmo.se/clever och testa den med tanke på ditt eget hem. Du kanske kommer på att det finns mer att tänka på än du trodde.



Några vanliga värme- och ventilationssystem

Centralvärmesystem där uppvärmningsvattnet är max. 55 °C vid dimensionerande väderförhållanden. Värmeavgivning till rummen sker i form av värmestrålning och naturlig konvektion från radiatorer och konvektorer. De erbjuder mycket energieffektiv och komfortabel värmeavgivning i lågenergihus.

Lågtemperatur
radiatorer 45/35

Centralvärmesystem där uppvärmningsvattnet vanligen ligger under 45 °C vid dimensionerande väderförhållanden. Det mest typiska inbyggda systemet är golvvärme som använder golvytorna för värmeavgivning. Värmeavgivning till rummen sker i form av värmestrålning och naturlig konvektion. Lämpligt för byggnader med högre värmekrav och större värmekapacitet, dvs termisk massa. Särskilt bekvämt i badrum (fig 5.3), och användbart i hallar nära ytterdörrar, för att underlätta avdunstning av vatten som tagits med in på grund av regn. Lägre energieffektivitet vid utsläpp än värme från lågtemperaturradiatorer.

Inbyggda värmesystem
35/28

Luftvärmesystem kombinerat med mekanisk tillufts-/frånluftsventilation, oftast utrustat med värmeåtervinning. Tilluftstemperaturen regleras oftast av den genomsnittliga rumstemperaturen. Det orsakar temperaturfluktuationer

Luftvärmesystem

och problem med att behålla behaglig temperatur i enstaka rum. Luftskiktning är också ett vanligt problem med denna avgivare, som kräver att byggnadsskalet är lufttätt och korrekt isolerat för att avsedd energieffektivitet ska uppnås.

I de fall det behövs högre värmeavgivning finns det fläkt-assisterade värmeavgivare. Vanliga avgivare omfattar radiatorer med utblås och fläktkonvektorer med luftförsörjning, oftast för uppvärmning och nedkylning.

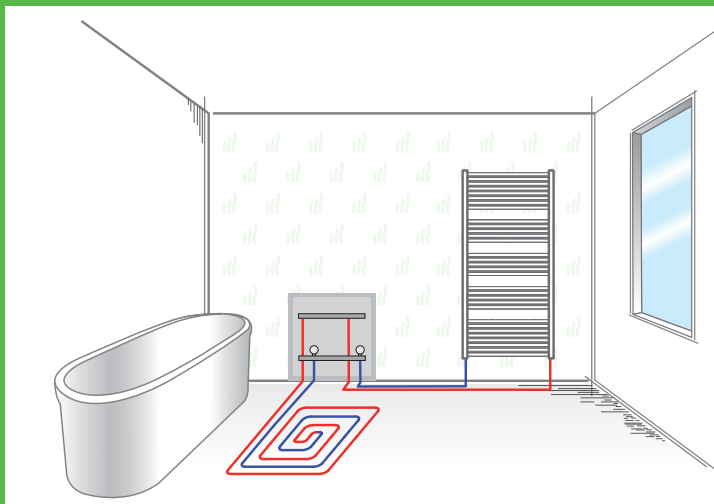
En ventilationsradiator är vanligtvis en lågtempererad radiator med utrustning för intag av utomhusluft. En lämplig lösning för dragfritt luftintag vid användning av system för mekanisk frånluftsventilation.



Det är bara radiatorer som kan erbjuda den flexibilitet som krävs för att få oss att ändra vår uppfattning om bostäder och kontor som bara svarta lådor

Endast ett flexibelt system med värmeavgivare kan smidigt anpassa sig till de varierande funktionerna i moderna bostäder och arbetslokaler. Ett system av värmeavgivare som kan regleras var för sig för att passa användningssyftet och uppvärmningsbehovet för individuella utrymmen. Kort sagt är det bara radiatorer som kan erbjuda den totala flexibilitet som krävs för att få oss att förstå att bostäder och kontor är mer än svarta lådor.

Fig. 5,3
Golvvärme kan
ge ökad komfort i
i badrummet,
särskilt i
kombination
med handduks-
radiatorer.





Elo Dhaene,

Brand Commercial Director, Rettig ICC

RADIATORER SPELAR EN NYCKELROLL

När vi tar alla fakta i beaktande, kan vi konstatera att lågtempererade radiatorer spelar en nyckelroll. Både nu och i framtiden. En framtid som redan har börjat, med lanseringen av högeffektiva värmekällor som kondenserande värmepannor och värmepumpar. Källor som gör lågtempererade radiatorer ännu effektivare, eftersom de reagerar extremt snabbt och effektivt på värmekrav och lönande värmevinster. Jag är övertygad om att radiatorer är det enda verkliga alternativet för att skapa en bevisat effektiv värmelösning som har alla fördelar som byggare, konsulter och installatörer behöver och frågar efter.

Dagens högeffektiva projekt, både i moderna byggnader och välrenoverade äldre hus, använder avancerade material, har stränga normer och höjer ribban ännu mer för effektivitet över hela linjen. Men det behövs inte bara effektivitet utan också komfort för att skapa ett behagligt inomhusklimat i dessa byggnader.

På Purmo och Thermopanel utvecklar vi smarta värmelösningar för att möta framtida standarder, minska beroendet av ändliga energiresurser, minska utsläpp och naturligtvis skära ner totalkostnader. Tvärt emot vanliga missuppfattningar presterar dessa högeffektiva lågtempererade värmesystem bäst när de kombineras med radiatorer.

I denna uppvärmningshandbok delar vi med oss av signifikanta bevis till stöd för vårt påstående att det är omöjligt att negligera lågtemperaturradiatorer. Våra investeringar i forskning och utveckling har resulterat i verkligt smarta lösningar och produkter. Alla forskare understryker att våra radiatorer i nästan samtliga fall är de mest effektiva värmeavgivarna i moderna värmesystem. Lågtempererade radiatorer har visat sig vara de mest energieffektiva värmeavgivarna i lågenergihus. Var dessa hus än byggs eller befinner sig, och vilka utomhusförhållandena än är – radiatorer visar sig inte bara ge högsta energieffektivitet, utan de kan också ge den högsta komfortnivån.

Vetenskapen har bevisat och bekräftat det fysiska faktum att användning av lågtempererade radiatorer är mycket mer energieffektivt än golvvärme.

- Cirka 15 % effektivare i enplanshus och
- Upp till 10 % effektivare i flervåningshus

De viktigaste orsakerna till att golvvärme har lägre energieffektivitet är att vi konfronteras med oväntade värmeförluster till undergrunden (orsakade av så kallad "värmeledning neråt") men också till externa ytor (orsakade av värmestrålning). Näst efter detta, verkar det som att värmekapaciteten i golvvärmesystem är den viktigaste orsaken till deras sämre förmåga att utnyttja värmevinster. Vilket orsakar obehagliga fluktuationer i rumstemperaturer som får människor att höja inställningsvärdet på rumstemperaturer.

Våra omfattande studier och tester har visat att golvuppvärmda byggnader även är känsligare för slutanvändarnas beteende. I praktiken har vi sett att det leder till längre uppvärmningsperioder och högre rumstemperaturen. Men också misslyckade byggen med till exempel köldbryggor mellan golvet och ytterväggarna bidrar till betydande skillnader i energiförbrukning.

Där vi påstår att du kan spara upp till 15 % energi med våra radiatorer, visar den mesta forskningen att det kan vara ännu mer!

Hur mycket bevis behöver du? Jag tror vi kan komma överens om en sak: radiatorer förvandlar energi till effektivitet. Det är ett faktum.



KAPITEL 6

FÖRDELAR FÖR SLUT- ANVÄNDAREN

- Högre effektivitet vid lägre vattentemperaturer
- Passar för alla klimat
- Lägre energikostnad
- Högre komfort
- Kompatibla med golvvärme
- Bättre klimatkontroll inomhus
- Klara för förnybara energikällor
- 100 % återvinningsbara
- Hälsosamt boende

När du arbetar med ett nybyggnadsprojekt eller med renovering av en byggnad, har radiatorer de lägsta livscykelkostnaderna av alla värmeavgivare. De är en attraktiv, kostnads- och energieffektiv värmeavgivare till en ny byggnad, men de är särskilt lämpade för renoveringar, eftersom de kan integreras snabbt och enkelt i existerande system. Med liten ansträngning, utan trassel, avbrott eller ombyggnad och till en låg kostnad kan radiatorer i ett renoveringsprojekt anslutas till rörledningssystem och balanseras på några timmar.

Renoveringar och nybyggnation

När de väl har installerats antingen i ett nybyggt eller renoverat hus, är de praktiskt taget underhållsfria, eftersom de inte har några rörliga delar och inte utsätts för slitage. Purmo och Thermopanel-radiatorer i synnerhet har en dimensionerad livslängd på mer än 25 år med hög prestanda och lång hållbarhet. Och de är förstås 100 % återvinningsbara, vilket gör dem särskilt miljövänliga.



Högre effektivitet vid lägre vattentemperaturer

Lågtempererade radiatorer värmer upp ett rum lika effektivt som traditionella radiatorer. Men de har klara fördelar: större inomhuskomfort och ökad total energieffektivitet, effektivare värmegenerering och minskade systemförluster.



Passar för alla klimat

Var du än bor i världen, kan du använda radiatorer i lågtempererade värmesystem. Det spelar ingen roll vilket väder det är eller hur kallt det blir – ett korrekt isolerat hus kan alltid värmas upp till komfortabel temperatur med radiatorer.



Lägre energikostnad

Radiatorer för lågtempererade värmesystem behöver mindre energi för att prestera effektivt. Ett modernt bostadshus eller en kontorsbyggnad kan värmas upp till komfortabla 20 °C med radiatorer som är dimensionerade för systemtemperaturer på 45/35°C. Traditionella värmesystem använder vatten med temperatur upp till 75 °C för att uppnå samma rumstemperatur – de använder mer energi för att få samma resultat, men till en högre kostnad.



Högre komfort

Med sin unika kombination av konvektions- och strålningsvärme ger en lågtemperaturradiator en konstant behaglig temperatur. Inget irriterande drag, ingen ”kvav” eller ”torr” känsla.



Kompatibla med golvvärme

När man kombinerar golvvärme med lågtempererade radiatorer, kan golvvärme uppnå optimala nivåer för både effektivitet och komfort.



Bättre klimatkontroll inomhus

Radiatorer reagerar snabbt på det värmebehov som termostaten begär och sprider sedan värmen snabbt, tyst och jämnt. Inom några minuter ligger temperaturen på en jämn nivå i hela rummet, från golv till tak.



Klara för förnybara energikällor

Lågtempererade radiatorer är tillverkade för att leverera högsta prestanda oavsett vilken energikälla som värmer systemet. Kostnad och tillgänglighet av en viss typ av energi påverkar inte radiatorns effektivitet. Om man vill använda andra energikällor, inklusive förnybar energi, behöver man bara justera eller byta ut pannan.



100 % återvinningsbara

Radiatorerna har utvecklats specifikt så att alla komponenter kan separeras i slutet av radiatorns livstid. Alla metalldelar, främst stål, går att återvinna eller återanvända – och tillräckligt värdefulla för att verkligen återvinnas.



Hälsosamt boende

Lågtempererade radiatorer är säkra. Ingen dammbränning, inga störningar i jonbalansen, ingen obehaglig lukt. Och det är ingen risk att du bränner dig när du rör vid en radiator som fungerar med låga temperaturer.

CLEVER HEATING SOLUTIONS



LOW TEMPERATURE RADIATORS