Rekenen met Energie

rotterdams milieucentrum

opZuinig!

6 workshops online

1. **kWh, Joule of Watt? Begrippen en Eenheden** — **25 nov**
2. **Wat verbruik je thuis?** — **2 dec**
3. **Hoe is de energierekening samengesteld?** — **9 dec**
4. **Over warmte**
   Hoe kun je je huis het beste isoleren? — **16 dec**
5. **Hoe kan je echt besparen op de energiekosten?** — **6 jan**
6. **CO_2 en het klimaat, hoe zit dat?** — **13 jan**

Frans Debets

Rekenen met Energie

rotterdams milieucentrum

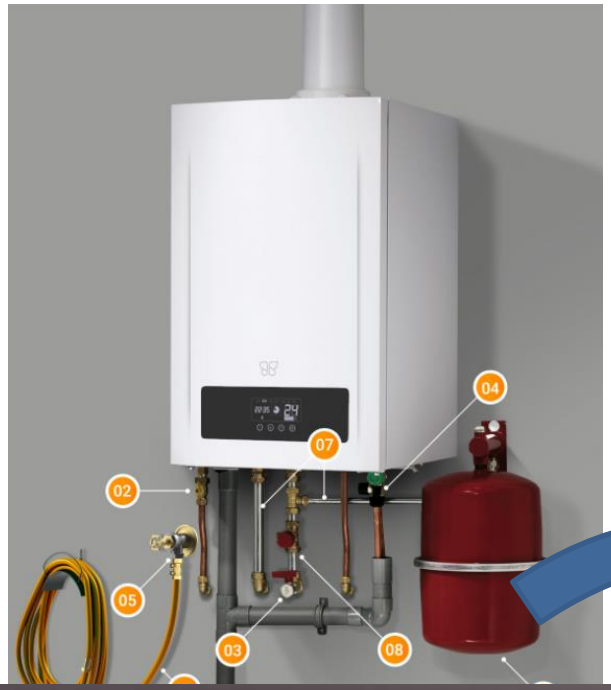
opZuinig!

50 minuten presentatie + 10 minuten nagesprek
U ontvangt de presentatie na afloop
Vergeet niet aan RMC te doneren

Frans Debets

Graag uw microfoon uitzetten

Warmte is een vorm van energie.
Warmte verplaatst zich door **geleiding**, **convectie** (**stroming**) en **straling**

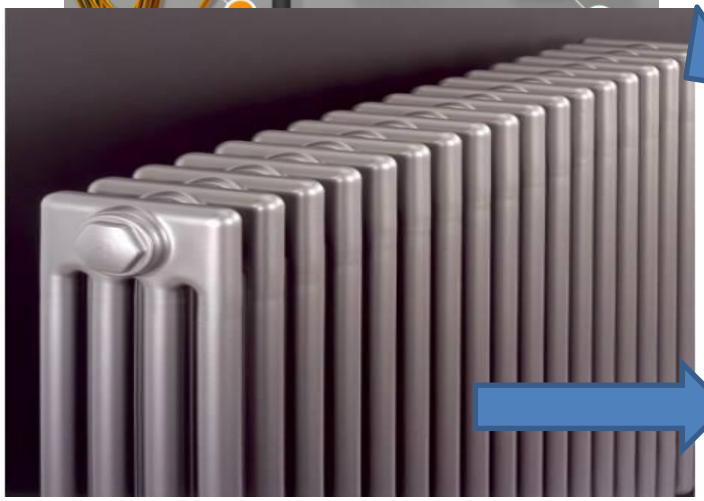


Soortelijke warmte:

De hoeveelheid energie die nodig is om een materiaal op te warmen.

1 calorie = 1 gram water 1 graad opwarmen
1 kcal = 1 kg (= 1 liter) water 1 graad opwarmen.
4,18 Joule = 1 gram water 1 graad opwarmen

Water	4,18 kJ per kg	
Gietijzer	0,5	
Aluminium	0,88	
Beton	0,92	
Baksteen	0,84	
Hout	1,88	
Lucht (droog)	1,00	(ca. 1,2 per m3)



100 m^3 lucht 5 graden opwarmen kost ca. 600 kJ (100 * 5 * 1,2).
Dat kan met 10 liter water dat van 40 graden afkoelt naar 25 graden.

10 liter * 4 kJ * 15 graden = 600 kJ

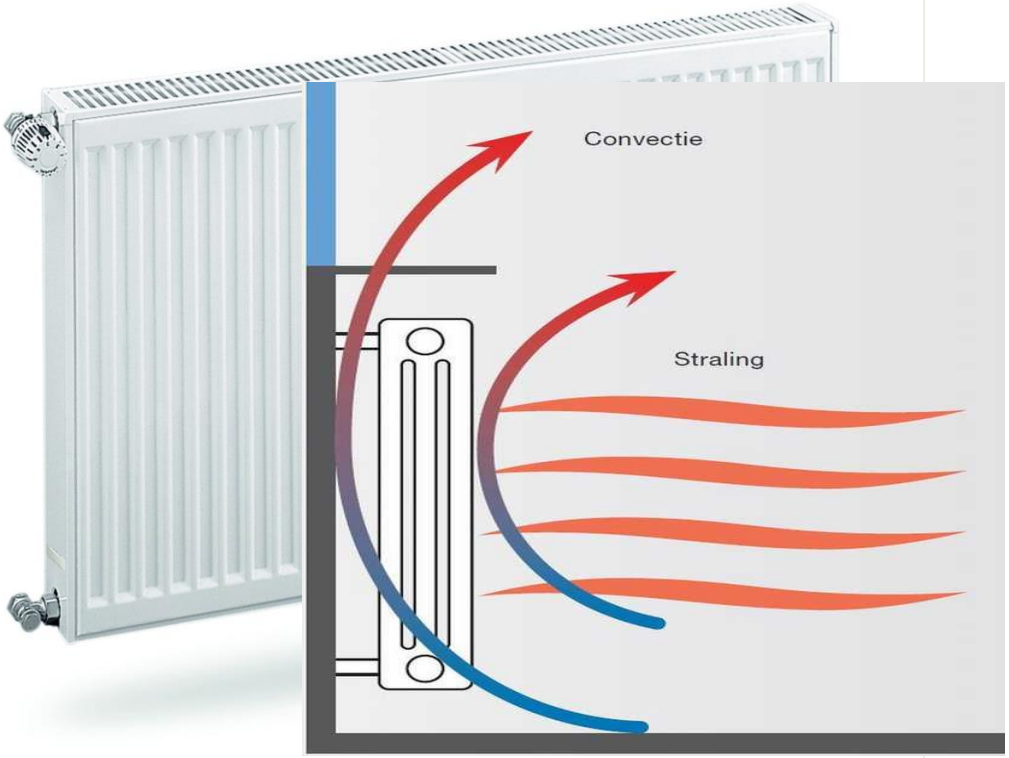
Stel dat dit in een half uur moet, dan is het vermogen van de radiator:
600.000 J / 1800 = 333 J/s = 333 Watt.

NB: De standaard is ca. 85 Watt per m^3 (woonkamer)

De verwarming combineert **geleiding**, **convectie** en **straling**

wat is het doel van de verwarming?

De warmte-afgifte van de radiator wordt bepaald door het **oppervlakte** van de radiator en het **temperatuursverschi**l tussen het warme water en de kamertemperatuur.

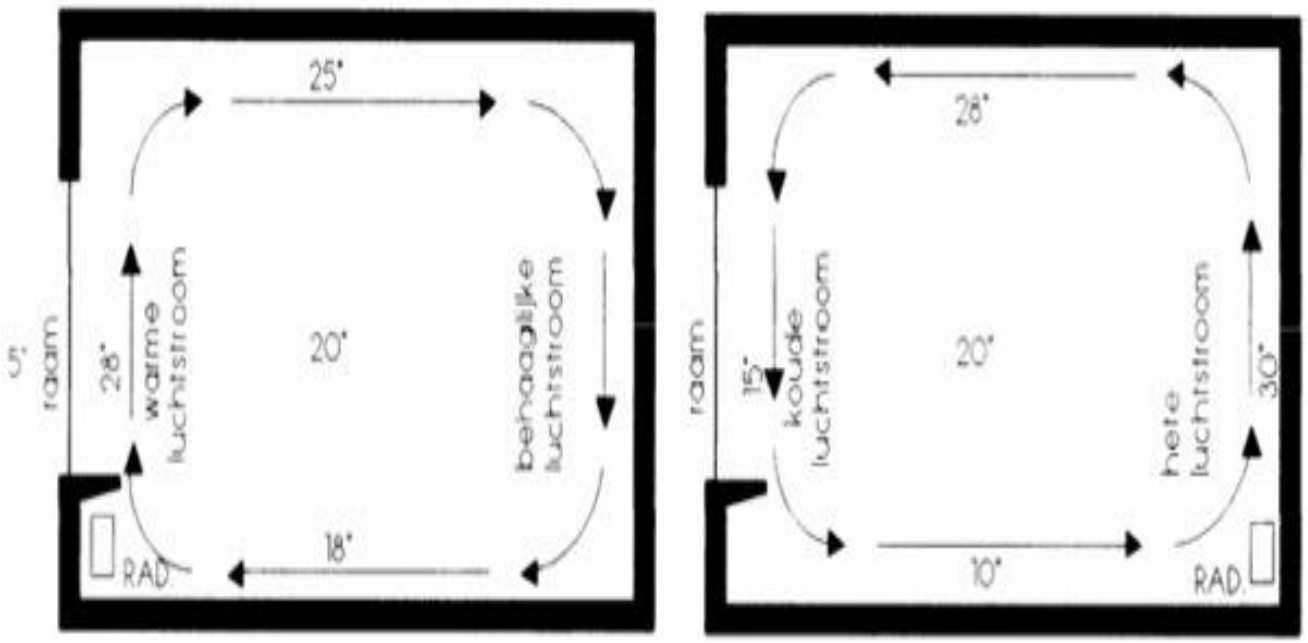


Verwarming	Convectie	Straling
leden radiator Paneel radiator Low H2O radiator	30 50 70	70 50 30
Ribben buis	80-90	10-20
Convector	90	10
Vloerverwarming	30	70
Wandverwarming	10	90
Infraroodpaneel	0-10	90-100
Open haard	0-10	90 -100

Moderne radiatoren: minder materiaal, minder water, lagere temperatuur, meer convectie

Let op de functie / werking van de warmtebron en de juiste plaats.

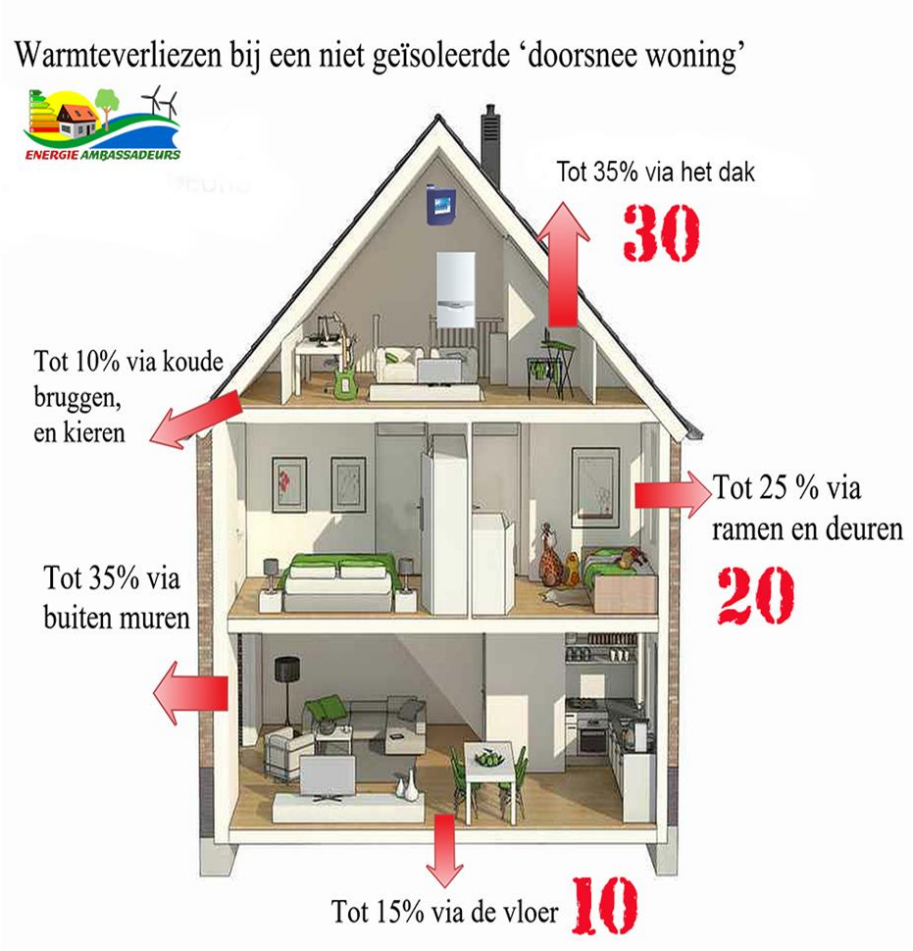
Warmtespreiding naargelang de positionering van de radiatoren tegen de muur



Radiator aan de buitenmuur *Radiator aan de binnenmuur*

Pas op met meubels, gordijnen, vensterbanken, omkastingen. Geef de convectie én de straling de ruimte!
En: stook niet voor de buitenmuur.

Het warmteverlies bij ruimteverwarming is groot…



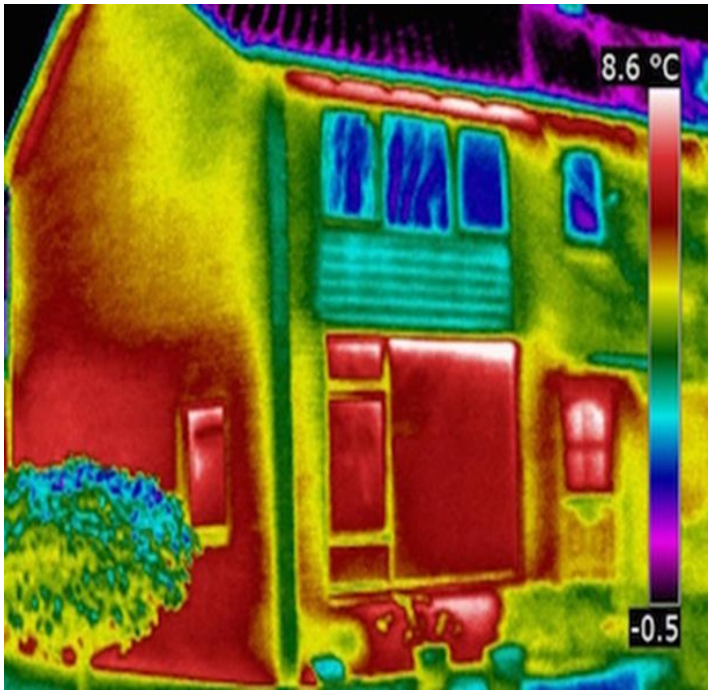
Warmtetransport (verlies) door:

Straling - lichtgolven
Convectie - luchtverplaatsing
Geleiding – door materiaal

Het verlies wordt bepaald door de combinatie van deze drie.

Onze woningbouw was niet gericht op isolatie,

ook de nieuwe BENG norm is niet echt streng.



Bij thermographie “zien” we de warmtestraling.

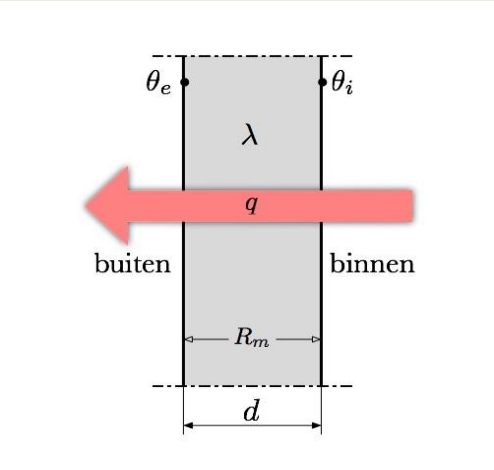
Isoleren = warmteverlies voorkomen…

door: straling, convectie, geleiding

Het warmtetransport (of energieverlies) wordt mede bepaald door de **warmteweerstand** van de constructie (bv. de muur).

De warmteweerstand is afhankelijk van de **thermische geleidbaarheid** en de dikte van de laag. De warmteweerstand van een laag wordt bepaald met:

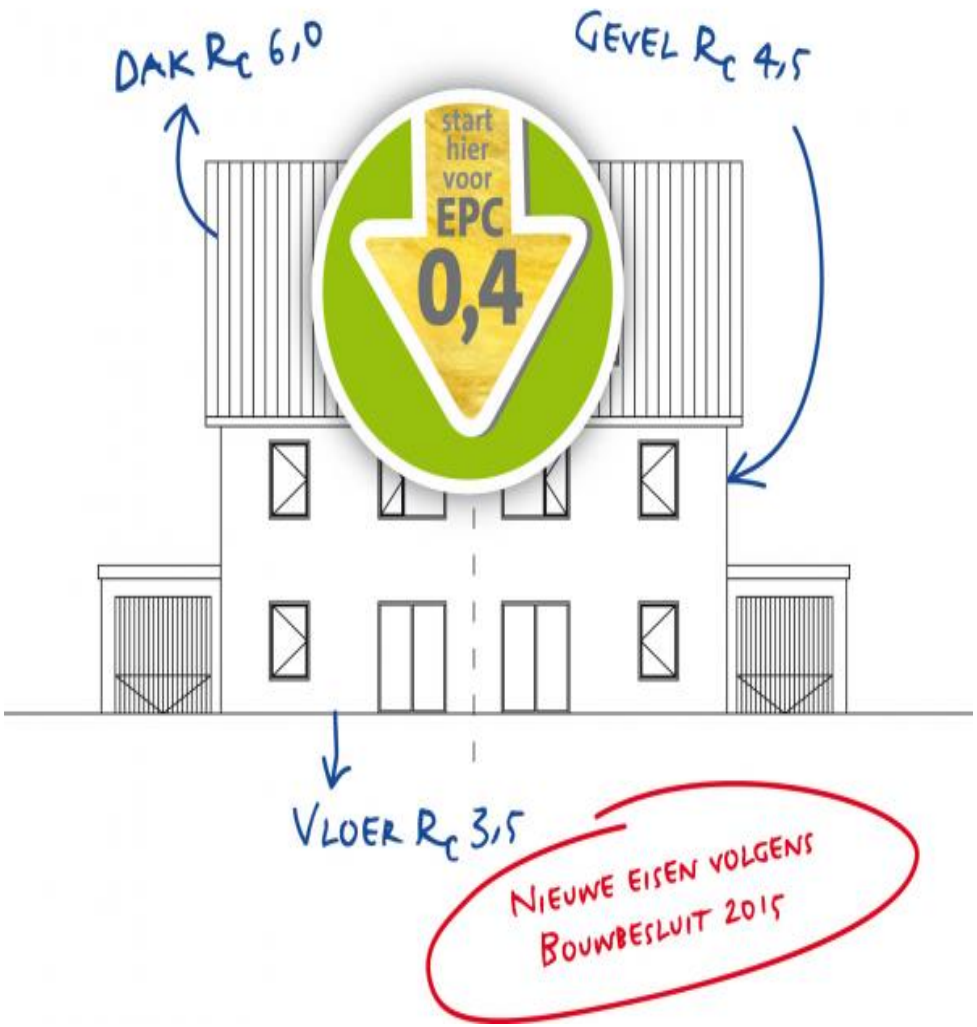
$$R = \frac{d}{\lambda}$$



- **d** de dikte van de laag in m
- **λ** *(lambda)* de thermische geleidbaarheid in W/(m.K) van het materiaal van de laag. Hoe lager hoe beter.
- **R** de warmteweerstand in m².K/W (het omgekeerde van de U waarde)

De U-waarde is de **warmtedoorgangscoëfficiënt** W/ m² K

W = J/sec.
De energie (in Joule) die per seconde, per m² per graad temperatuur verschil verplaatst wordt.



Materiaal	Milieubelasting	Isolatiewaarde
Schapenwol	Hoog (NIBE > 7c)	Middel (L-waarde 0,041)
PUR platen	Laag (NIBE 5a)	Hoog (L-waarde 0,025)
Leem	Laag (NIBE 1b)	Laag (L-waarde 0,091)
Glaswolplaten	Middel (NIBE 4a)	Middel (L-waarde 0,034)
Cellulose	Middel (NIBE 4a)	Middel (L-waarde 0,045)
Vlasplaten	Middel (NIBE 5a)	Middel (L-waarde 0,041)
Kurkplaten	Hoog (NIBE 6c)	Middel (L-waarde 0,038)
Steenwolplaten	Hoog (NIBE 5a)	Middel (L-waarde 0,038)
EPS platen	Middel (NIBE 4c)	Middel (L-waarde 0,034)
Thermoskussens	Laag (NIBE 1a)	Laag (L-waarde 0,060)
Hennep	Laag (NIBE onbekend)	Middel (L-waarde 0,040)
Houtvezelplaat	Laag (NIBE onbekend)	Middel (L-waarde 0,040)
Cellulair glas	Hoog (NIBE 2b)	Middel (L-waarde 0,040)
Resolschuim	Hoog (NIBE 7c)	Hoog (L-waarde 0,020)

Isolatiemateriaal heeft een λ van 0,020 – 0,045

λ lucht = 0,025 W/m.K
λ gipsvezelplaat = 0,25 W/m.K
λ beton = 1,7 – 2 W/m.K
λ aluminium = 200 W/m.K

voor R4,5 is dus 9 meter beton nodig…

- Laag 1: Verdicht gewapend beton, λ = 2,38 W/m.K, dikte = 0,09 m
- Laag 2: Isolatie, λ = 0,0326 W/m.K, dikte = 0,045 m
- Laag 3: Licht beton, λ = 0,89 W/m.K, dikte = 0,15 m
- Overgangsweerstand binnen: ri = 0,13 m2K/W Overgangsweerstand buiten: re=0,04 m2K/W.

$$R_1 = \frac{0,09}{2,38} = 0,0378$$

$$R_2 = \frac{0,045}{0,0326} = 1,3804$$

Om de Rc op 4,5 te krijgen….
15 cm:
0,15/0,0326 = 4,6

$$R_3 = \frac{0,15}{0,89} = 0,1685$$

$$R_w = 0,13 + 0,0378 + 1,3804 + 0,1685 + 0,04 = 1,757 \text{ m}^2\text{.K/W}$$

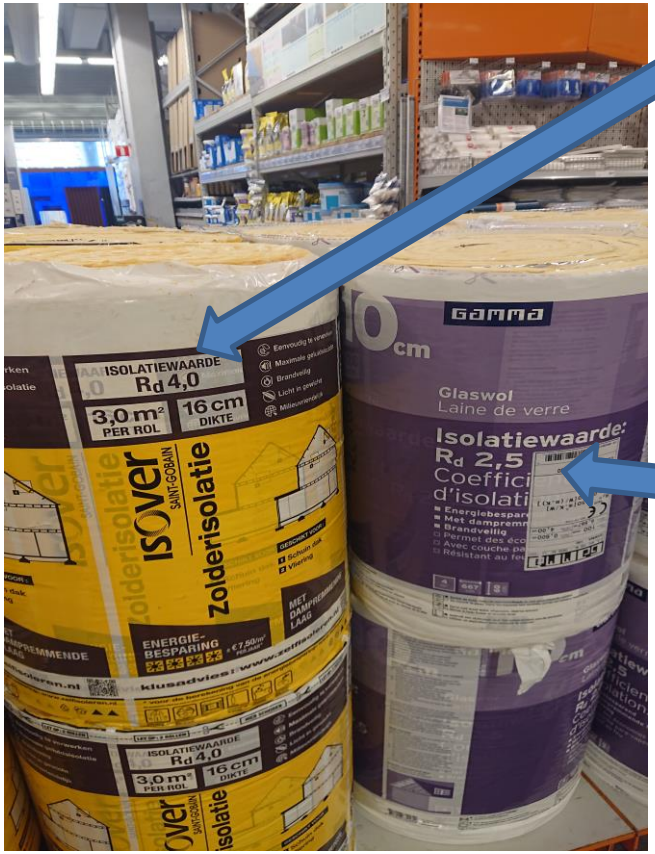
De U waarde is dan: $U = \frac{1}{1,757} = 0,57$ W/m^2.K.

Per m^2 muur gaat dus 0,57 J per seconde verloren voor elke graad temperatuur verschil.

Een buitenmuur in een woonkamer van 30 m^2 verliest op een koude dag (15 graden verschil) per dag: 0,57*30*15*3600 *24 = 22 MJ, dat is 0,7 m^3 gas per dag.

Over isoleren…

R waarde is combinatie van materiaal (L waarde) en de dikte



Isoleren = warmteverlies voorkomen…
door: straling, convectie, geleiding

Over aluminium…

Het is luchtdicht en houdt vocht tegen, maar is een heel goede geleider…

Straling wordt teruggekaatst of geabsorbeerd. Elk materiaal heeft een **absorbtiefactor**, de kleur heeft ook invloed:

Glad, wit oppervlak: 0,25 – 0,40 (dus weinig absorbtie)

Donker blauw of zwart: 0,8 – 0,9 (veel absorbtie)

Aluminium 0,05 – 0,025 (zeer weinig)

De warmte uitstraling is ook een eigenschap (**emissiviteit**), dit is tegengesteld aan de absorbtie:

Aluminium, gepolijst	0,05
Aluminium, geoxideerd	0,25
Baksteen	0,85
Beton	0,54
Glas	0,92
Zwarte lak, mat	0,97
Zwarte lak, glans	0,87
Witte lak	0,87
Verf, zilverkleurig	0,31
Water	0,98
Zink	0,20

aluminium straalt dus weinig uit (houdt de warmte vast)

Zorg dat de folie *stralingsruimte* heeft en niet kan geleiden….

Voorkom grote delta T (warmteverschil)

Voorkom nutteloze straling.

Isoleer leidingen in onverwarmde ruimte.

Voorkom warmteverlies door lekken, maak de woning luchtdicht en elimineer de koudebruggen.

Bij betere isolatie: verlaag de temperatuur (Delta T en straling zal verminderen).

Bespaar niet op dikte van het materiaal.

Lagere retourwarmte (<55 graden) is gunstig bij HR en vermindert verliezen.

Goed isoleren en luchtdicht bouwen kunnen problemen geven met de luchtkwaliteit en vochtigheid (rot en schimmel).

Het bouwbesluit stelt normen.

…voor een verblijfsgebied van een woonfunctie een voorgeschreven capaciteit van 0,9 dm^3/s per m^2 vloeroppervlakte.

Een kamer van 25 m^2 dus: 25 * 0,9 = 22,5 liter per seconde, 81.000 liter per uur. (= 81 m^3) .

Een standaard WTW doet in stand 1, ongeveer 120 m^3. (2-3, resp 180 – 260)

Bijeenkomstruimtes: 14.4 m3/h p.p.(1 persoon per 6 m2)

U weet nu meer over warmte en warmteverlies.
Besparingsstrategie komt volgende keer aan de orde, op 6 januari.

rotterdams milieucentrum

Graag tot de volgende keer

opZuinig!

Frans Debets
fransdebets@debetsbv.nl

6 workshops online

1. **kWh, Joule of Watt? Begrippen en Eenheden** **25 nov**
2. **Wat verbruik je thuis?** **2 dec**
3. **Hoe is de energierekening samengesteld?** **9 dec**
4. **Hoe gedraagt warmte zich, hoe werkt isolatie hoe kun je je huis het beste isoleren?** **16 dec**
5. **Hoe kan je echt besparen op de energiekosten?** **6 jan**
6. **CO_2 en het klimaat, hoe zit dat?** **13 jan**