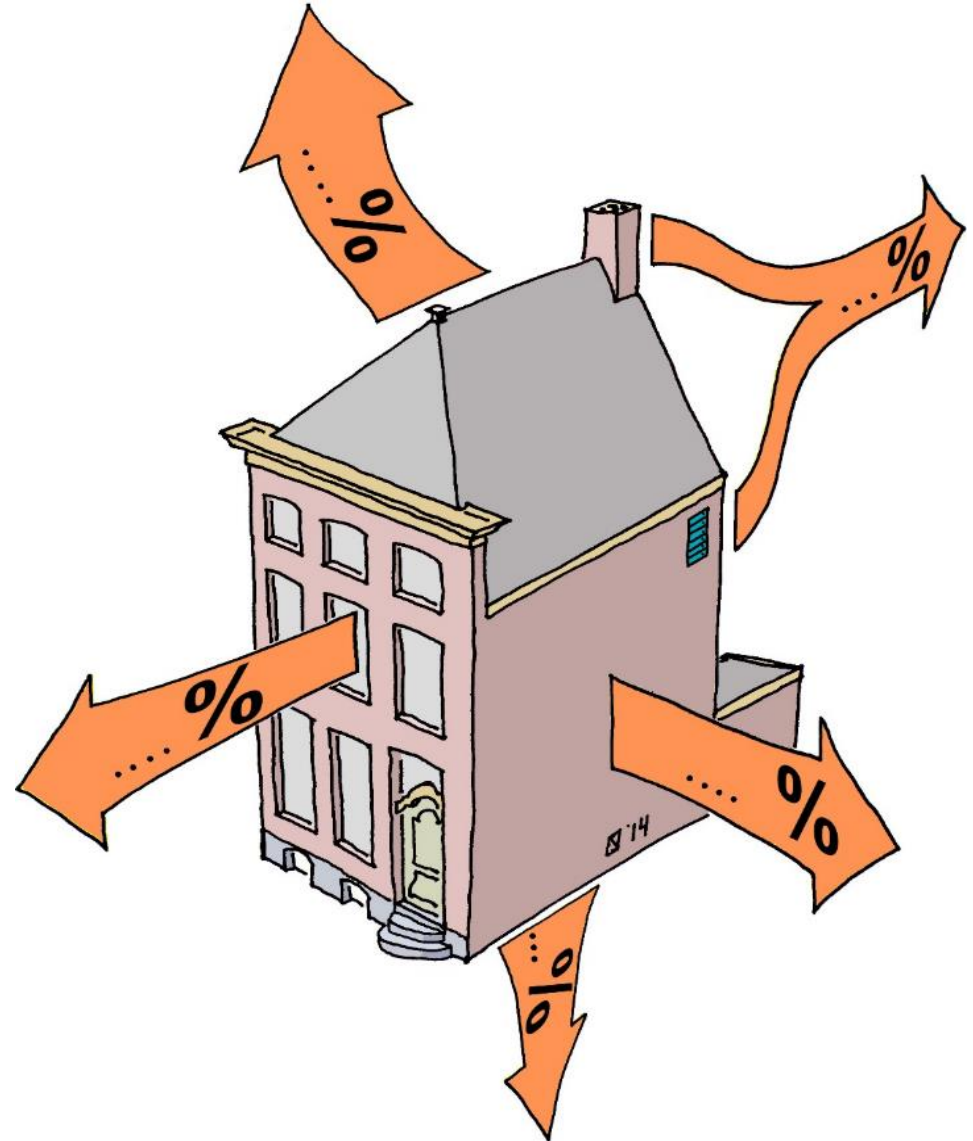


DuMo 12 juni 2018

ERM-praktijkbijeenkomst

Energiebesparing bij monumenten

ir. E.J. Nusselder [b.i.R]
MONUMENTENZORG



Sinds 2008 beschikbaar:

Toepasbaar in
bestaande
situatie en
in plan-
fase

Juiste

balans:

Duurzame

Monumentenzorg

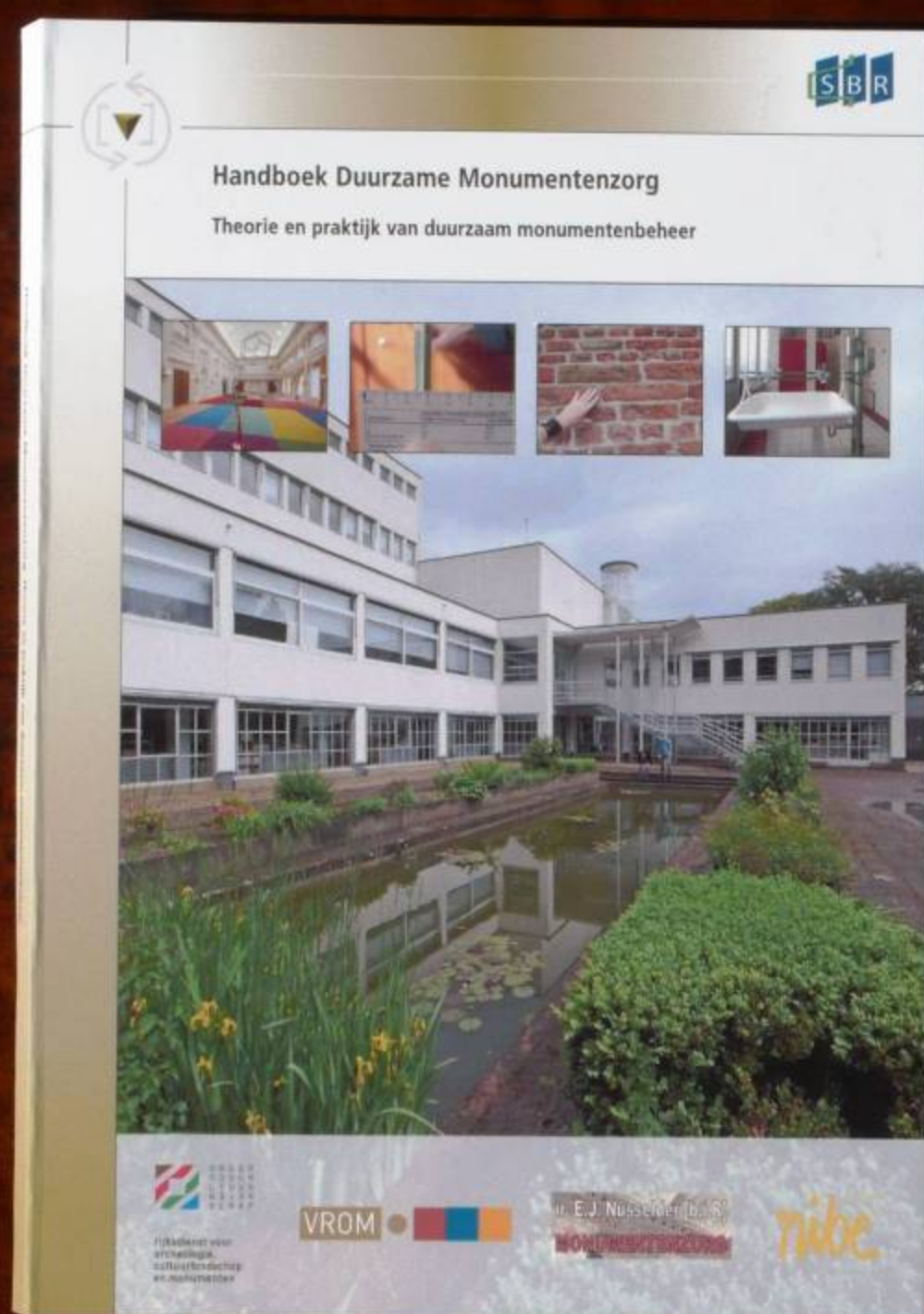


Hoe werkt het?

duurzaamh.score
in balans met
monumentwaarden
doordat:

Du x Mo = DuMo

Mo-coëfficiënt
compenseert
ingreepbeperking



10 jaar advies- en uitvoeringspraktijk energiebesparing bij monumenten

Gebouw-analyse en advies-scenario's Duurzame Monumentenzorg (DuMo)
Object : De Steeg, Landgoed Middachten, huis Middachten
Monumentnr. : 13190
Opname dd. : april/mei 2012

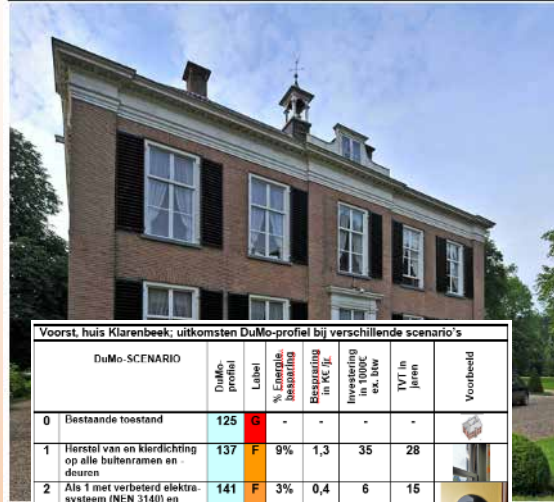


Overzicht van het kasteelcomplex vanuit het noordoorn. Links het hoofdgebouw, op de achtergrond het wervelike bovenhuis met stalen en drie recreatiewoningen, rechts het oostelijke bovenhuis met privé-tuin. Uitwet rechts de garage bij de woning. Opname 250412 (Bejn)

De Steeg, kasteel Middachten; uitkomsten DuMo-profiel bij verschillende scenario's

DuMo-SCENARIO	DuMo-profiel	Label	% energie-bespar.	- besp. K�/j�r	invest. kosten x 1000� ex. btw	TVT in jaren Ref.: 50K�/j�r.
0 nulmeting bestaande toestand	130	F	-	-	-	-
1 kierdichting op alle schuif- en draairamen	150	E	15%	7,5	40	6
2 plaatsen van reversibele, glazen tochtplaat achter de voordeur-kleppen in schoorsteenkamalen	160	E	6%	3	30	10
3 als 2 en daarbij thermostatische kranen op alle verwarmingselementen	175	D	10%	5	20	4
4 als 3 en daarbij dunne isolatie en reflectiefolie achter de radiatoren en extra spatte tussen CV en buitenmuur	185	D	6%	3	30	10
5 als 4 met buitendakse isolatie bij vlakke en hellende dakvelden, i.c.m. dakrestauratie	225	B	20%	10	160	16
6 als 5 met daarbij hergroepering en nieuwe leidingisolatie van het verwarmingssysteem, inclusief voorziening voor onderbemetering	240	A	10%	5	70	14
7 als 6 met bezetting van alle vensters met enkelvoudig isolatieglas	265	A	10%	5	150	30
8 als 7 met 155 m2 zonnepanelen op het plat tussen de schoorstenen	280	A	5%	2,5	30	12
9 als 8 met energiezuinige (LED) verlichting	285	A	0,5%	0,25	5	20
10 als 9 met installatie en inzet van een 150 kW houtgestookte CV-ketel (gasketelcascade stand by)	305	A	70%	35 -25*	70	7

Gebouw-analyse en advies-scenario's Duurzame Monumentenzorg (DuMo)
Object : Klarenbeek, J.R. Krepellaan 6, Huis Klarenbeek
Monumentnr. : 523316 Rijksmonument
Opname dd. : juli 2012



Over:

Voorst, huis Klarenbeek; uitkomsten DuMo-profiel bij verschillende scenario's

DuMo-SCENARIO	DuMo-profiel	Label	% Energie-besparing	Besparing in K�/j�r	Investering in K� ex. btw	TVT in jaren	Voorbeeld
0 Bestaande toestand	125	G	-	-	-	-	
1 Herstel van en kierdichting op alle buitenramen en -deuren	137	F	9%	1,3	35	28	
2 Als 1 met verbeterd elektrasysteem (NEN 3140) en toepassing van energiezuinige (LED) verlichting	141	F	3%	0,4	6	15	
3 Als 2 en daarbij dakrestauratie, formen van plat middendak en buitendakse isolatie	195	D	35%	5	150	30	
4 Als 3 met toepassing van 10m2 zonnepanelen op plat middendak t.b.v. warm tapwater	211	C	8%	1,1	15	14	
5 Als 4 en daarbij dampopen isolatie van de binnenzijde buitenwanden, begane grond-vloerisolatie en bezetting ramen met gelamineerd isolatieglas	257	A	19%	2,7	250	92	
6 Als 5 en daarbij warmtelevering voor verwarming en warm tapwater vanuit de houtgestookte bio-CVketel van de fabriek	280	A	31%	4,3	55	13	
7 Als 6 met daarbij dampopen isolatie van de binnenzijde buitenwanden, begane grond-vloerisolatie en bezetting ramen met gelamineerd isolatieglas	340	A	20%	2,8	260	96	
8 Als 7 met toepassing van 5 houtgestookte CV-haarden in de oude stookplaatsen voor warmteopwekking	243	A	15%	2,1	20	10	
9 Als 8 met dampopen isolatie van de binnenzijde buitenwanden, begane grond-vloerisolatie en bezetting ramen met gelamineerd isolatieglas	288	A	19%	2,6	250	96	
10 Als 9 met inzet van een kleine waterkracht-elektrocentrale, aangedreven door de Klarenbeek	253	A	20%	2,8	70	25	

Gebouw-analyse en advies-scenario's Duurzame Monumentenzorg (DuMo)
Object : Well (gem. Maasdriel), Huis van Malsen of Slot Well en koetshuis
Monumentnr. : Complexnummer: 529088; kasteel: 529089; koetshuis: 529092
Opname dd. : februari en maart 2014; rapportage juni 2014



Hoofdgebouw van Slot Well of het Huis Van Malsen vanuit het zuiden. Opname 190314. (Bejn)

Hoofdgebouw Slot Well; uitkomsten DuMo-profiel bij verschillende scenario's

DuMo-SCENARIO	DuMo-profiel	Label	energie-bespar.	= besp. K�/j�r Gas of Elektr.	invest. kosten x 1000� ex. btw	TVT in jaren Ref.: 9K�/j�r, 2,5K�/j�r, E
0 nulmeting bestaande toestand	115	G	-	-	-	-
1 dak- en zoldervloerisolatie	150	E	25%	2,2 G	30	15
2 + partiele buitenmuurisolatie	163	D	8%	0,7 G	11	15
3 + raamisolatie en kierdichting	204	C	20%	1,8 G	120	65
4 + vloerverwarming, CV-optimalisatie en warmtepomp	280	A	25%	0,8 G/E	70	90
5 + zonnepaneel-aandeel PV-T voor warm tapwater	320	A	6%	0,4 G	6	15
6 + BaOpt voor de grote zaal in de woontoren	334	A	4%	0,4 G	12	30
7 + vervanging van gloeilampen door LED	341	A	15%	0,4 E	1	2,5
8 + elektradeel PV-T panelen op het voordak tussenlid (15m2)	354	A+	15%	0,4 E	4	10
9 + extra 20 m2 zonnepanelen op kweekkassen in de tuin	373	A+	20%	0,5 E	4	8

ir. E.J. Nusselder [b.i.r.]
MONUMENTENZORG

ir. C.B. Zandijk
Dwa

afh. van maatregelen: zelfs DuMo-label A+ !

Energiebesparing bij monumenten, hoe doe je dat?

ERM
Stichting
Erkende
Restauratiekwaliteit
Monumenten Zorg

2017

Uw monument energiezuinig

Praktische tips voor verduurzaming

Kengetallen energiegebruik en -besparing

... van het vorige waterbad, vier personen wordt bijvoorbeeld, zijn de gemiddelde gebruiks- en gas en elektr. de kosten daarvan en besparingspotentie. De besparingen van energie zijn de volgende:

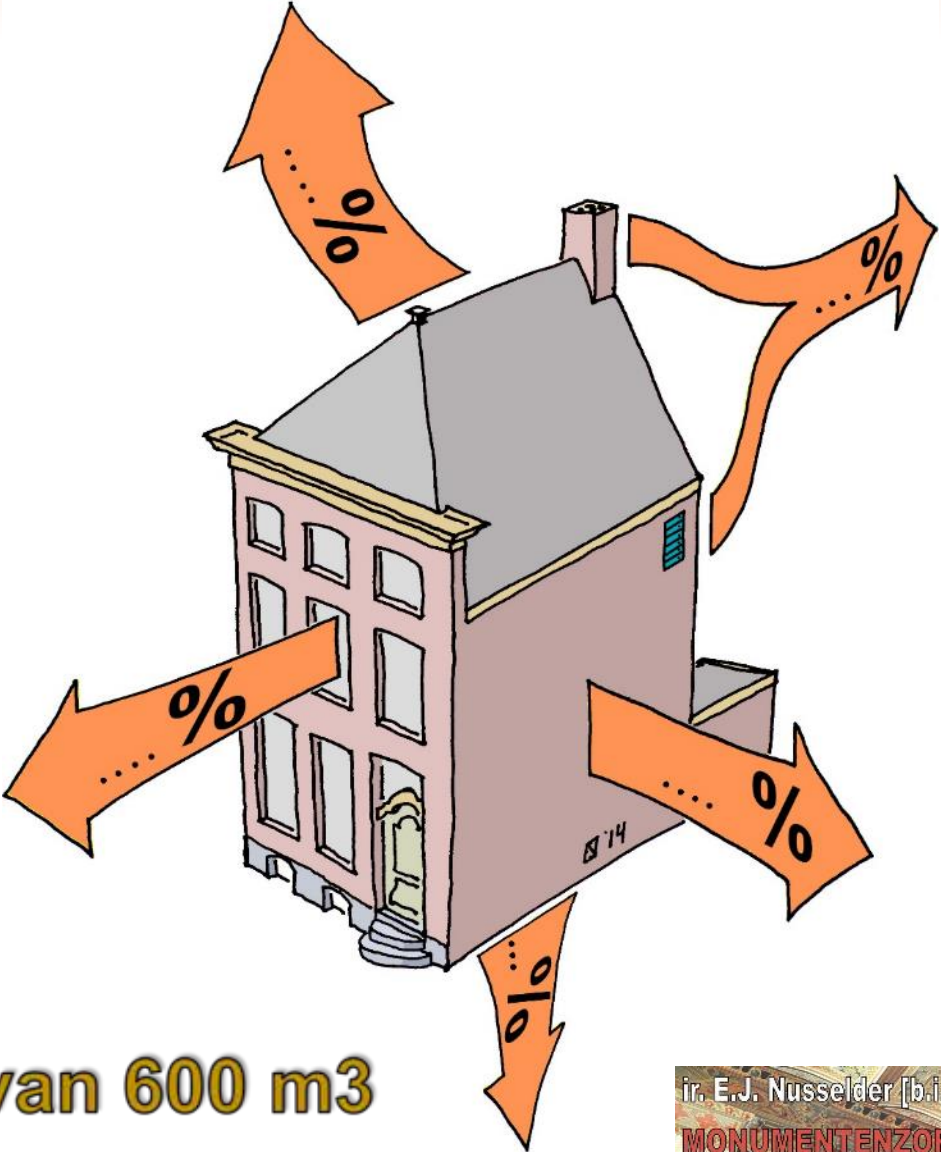
- ... van 0,82 per m² inclusief BTW
- ... van 0,2 per m² inclusief BTW
- ... van 0,15 per m² inclusief BTW

Dakisolatie, hellend dak

... van 0,15 per m² inclusief BTW

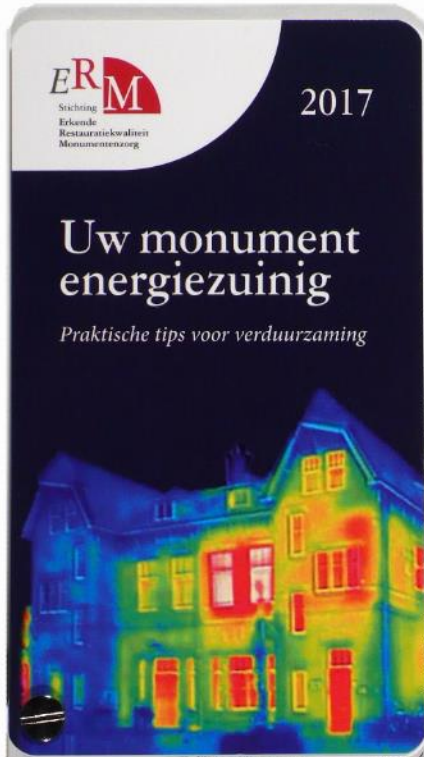
... van 0,15 per m² inclusief BTW

... van 0,15 per m² inclusief BTW



bijvoorbeeld: woonhuis van 600 m³

startvraag: wat is het huidige jaarlijkse energiegebruik en is dat normaal?

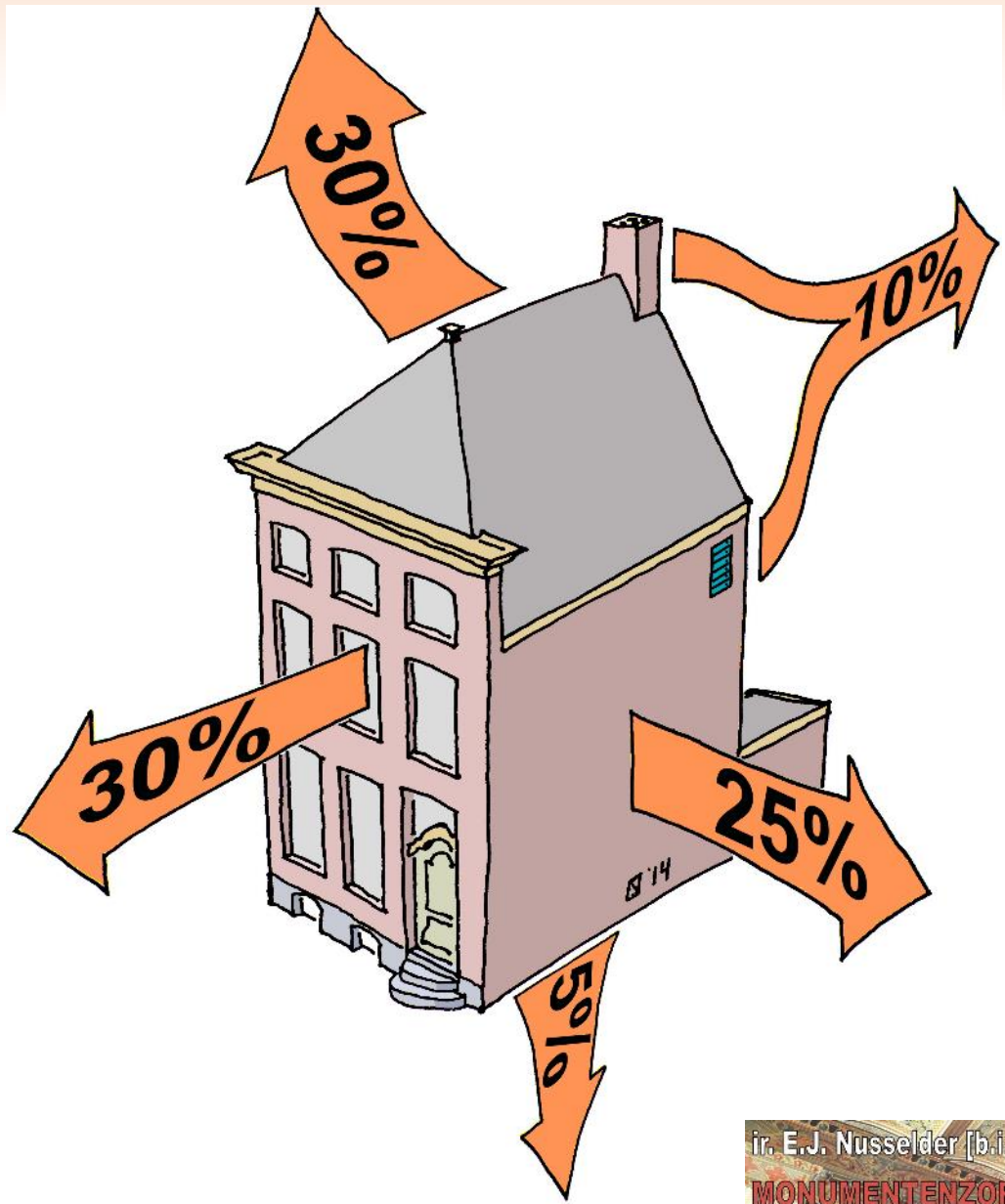


Jaarlijks energiegebruik standaard- woonhuismonument (600 m³; 4 personen; niet verduurzaamd). Kosten 'all in' inclusief BTW

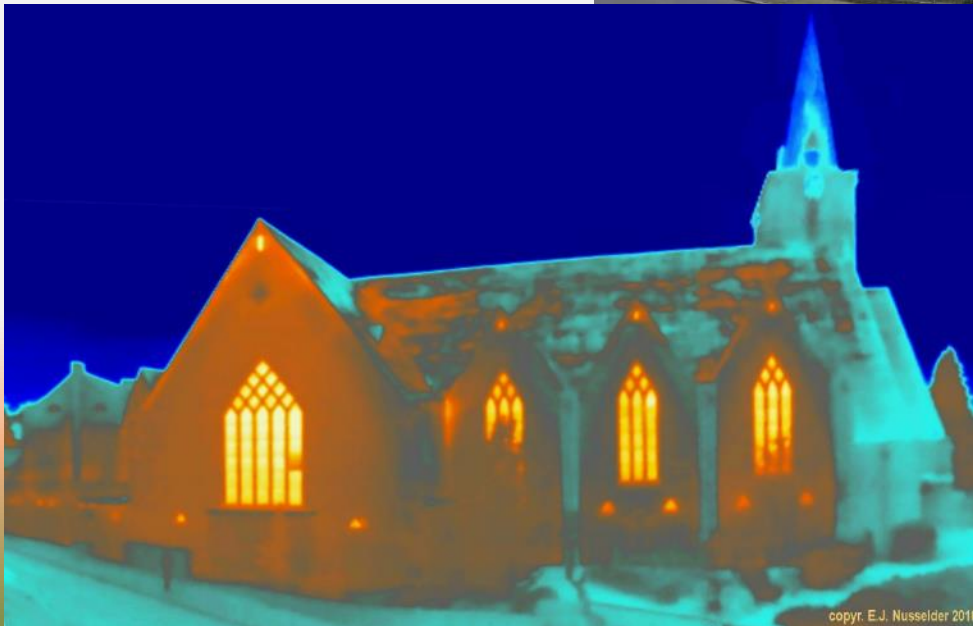
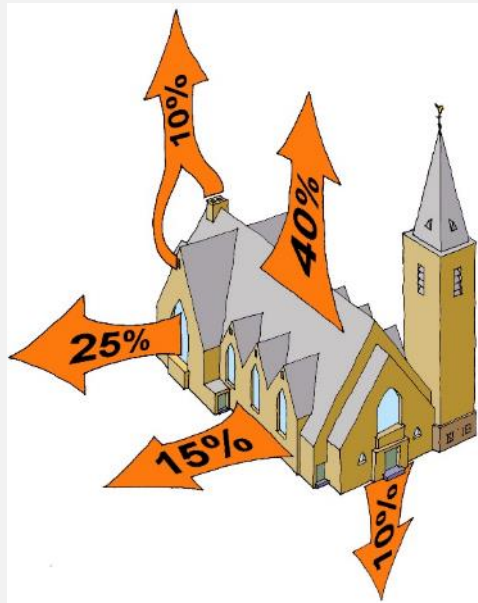
Energiedrager	Huidige situatie in energie en geld	Wordt bij isolatie o.b.v. Rc 2,5 en U=3	Daarbij inzet van 30m ² PV	En met inzet van warmte-pomp en LTV
Gasgebruik	3.600 m ³	1.500 m ³	Geen effect op gasgebruik	400 m ³
Gaskosten	€ 2.230,-	€ 950,-	€ 950,-	€ 250,-
Elektragebruik	5.000 kWh	Geen effect op elektragebruik	1.000 kWh	3.400 kWh
Elektriciteitskosten	€ 1.050,-	€ 1.050,-	€ 210,-	€ 720,-
Totaalkosten	€ 3.280,-	€ 2.000,-	€ 1.160,-	€ 970,-

Gasprijs: 62 ct/m³
Elektra: 21 ct/kWh

Eerste notie: waar verdwijnt **hoeveel** energie ?

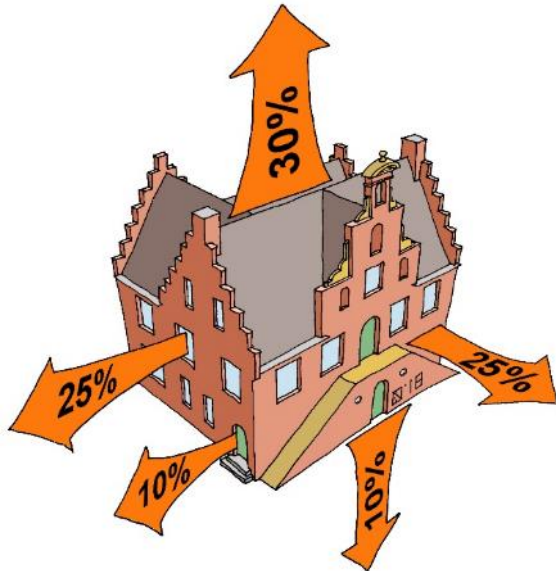
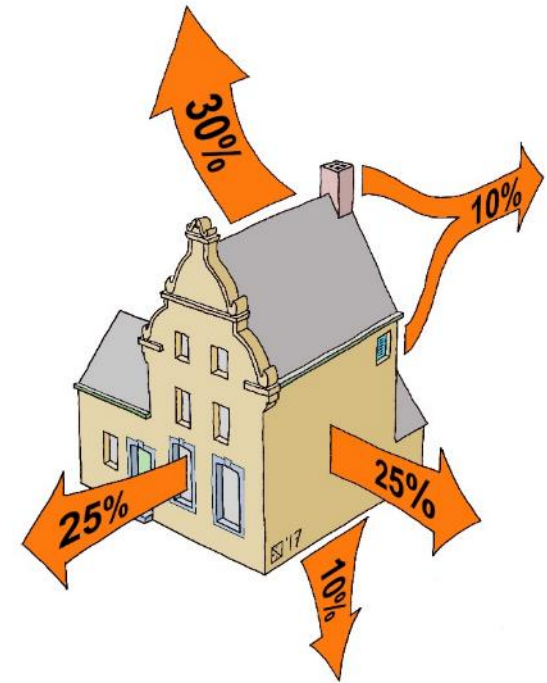
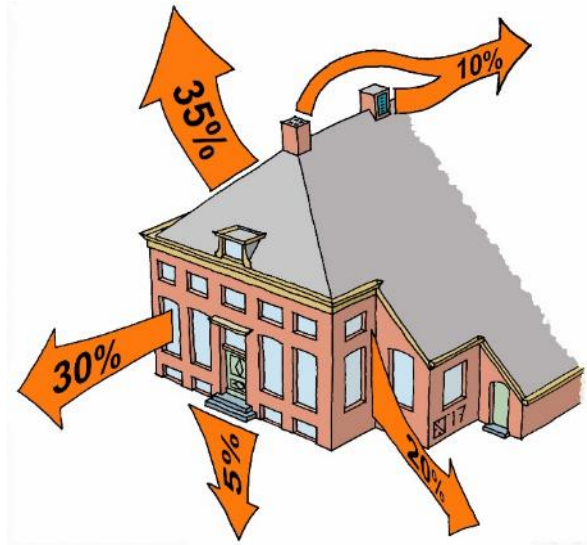
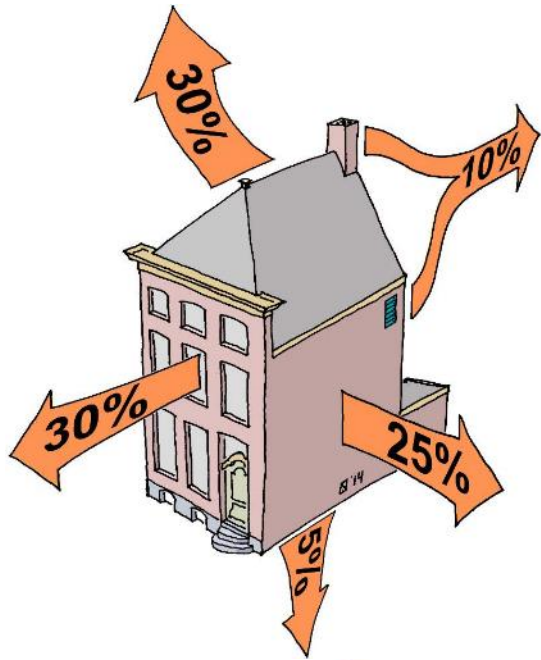


Soms verrassende verlies-accenten

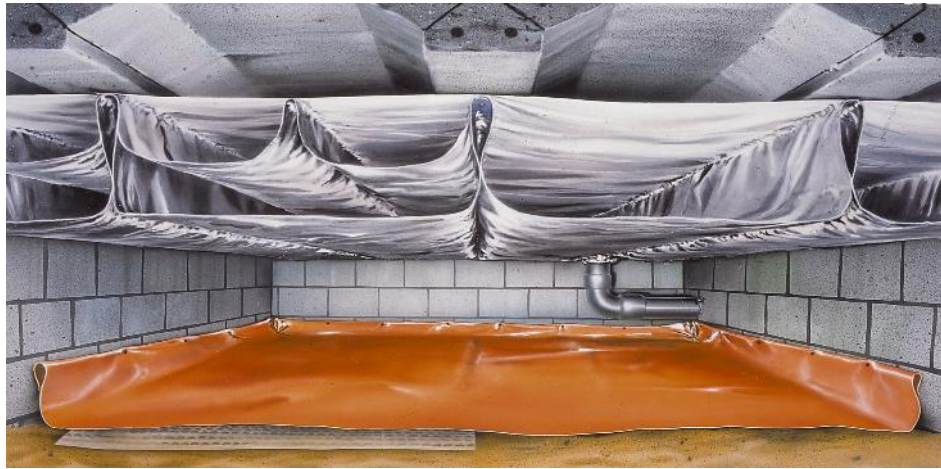


copyr. E.J. Nusselder 2018

Voorkom een mouw vol spelden

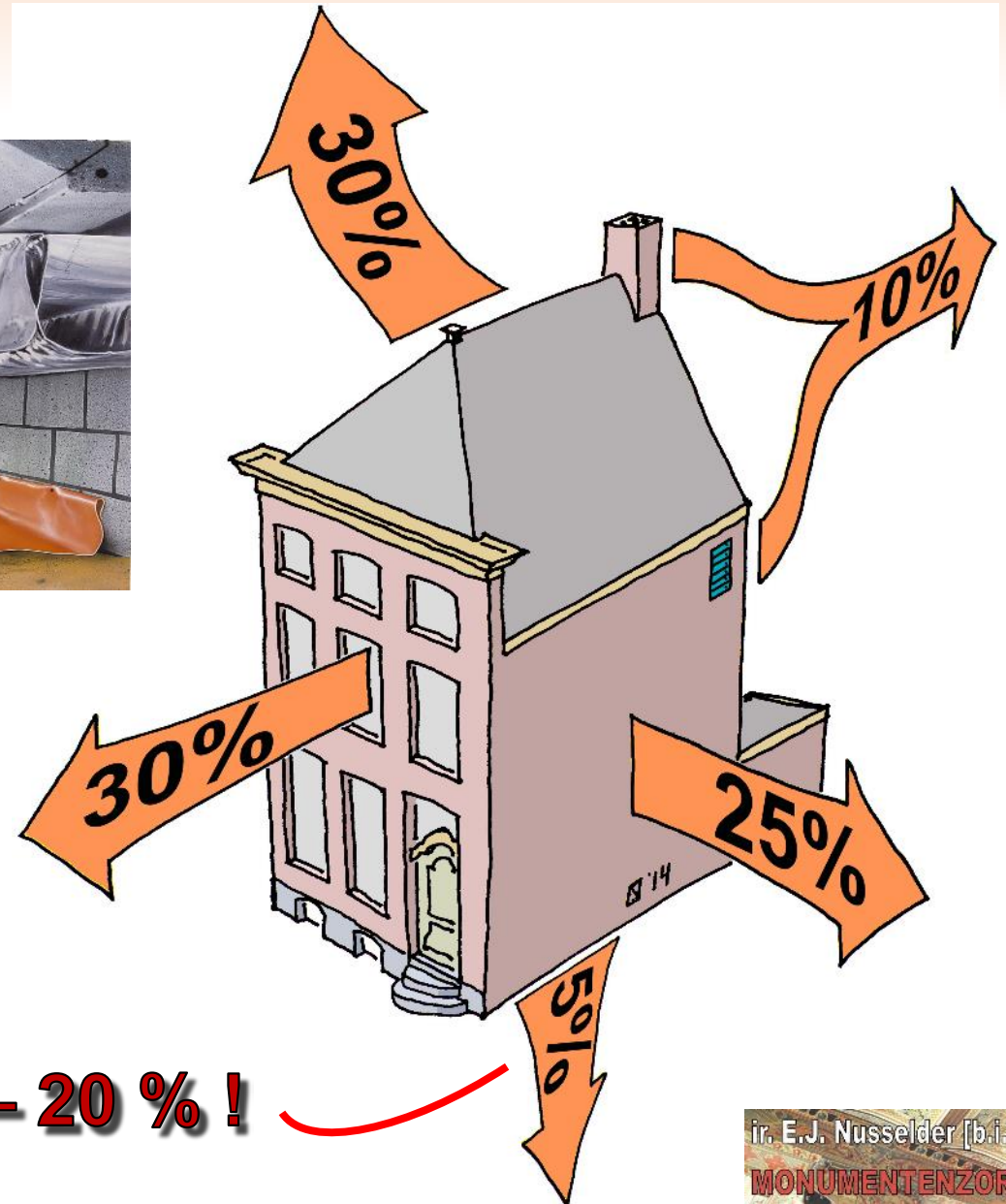


meer besparen dan verliespercentage kan niet

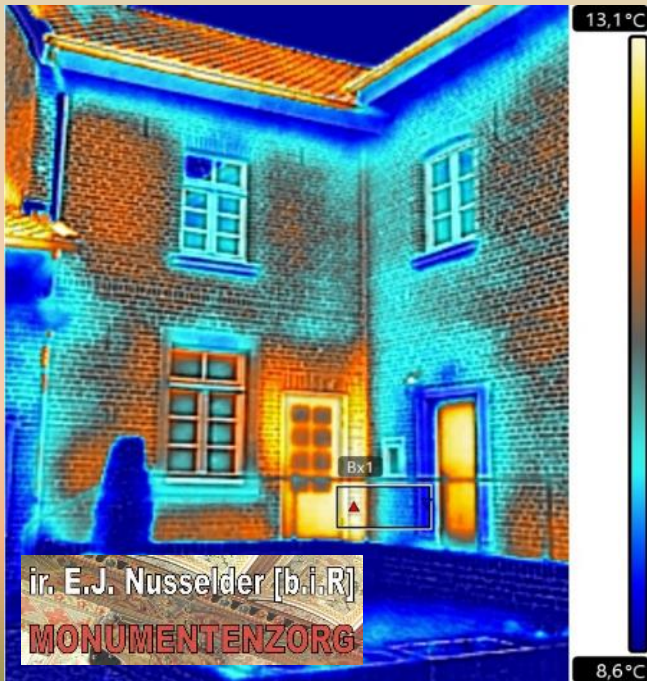


Besparing volgens fabrikant:
10 m³ gas per m².

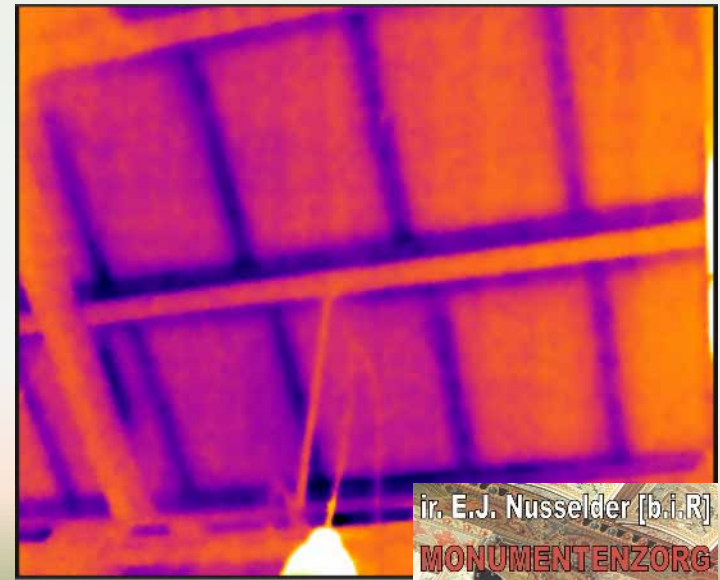
Komt overeen met 15 – 20 % !



Voorkom een mouw vol spelden: KIM verw.



Isolatie als tijdbom



Analyseer de gebouweigenschappen: bouwhistorisch, bouwkundig en bouwfysisch:

- 1 - cultuurwaarden gebouwschil:
(wat is per onderdeel de 'aanraakbaarheid' ?)
- 2 - onderhouds- / restauratie-punten
(natuurlijke momenten in aantocht?)
- 3 - energetisch gedrag gebouw en installatie
(waar wordt energie verspeeld?)
- 4 – doe een 0-meting en toets maatregelen
(bv. volgens DuMo)



Analyse de gebouweigenschappen bouwhistorisch:

1 - cultuurwaarden gebouwschil:
(wat is per onderdeel de 'aanraakbaarheid' ?)



Mislukte analyse gebouweigenschappen bouwhistorisch:

1 - cultuurwaarden gebouwschil:
(wat is per onderdeel de 'aanraakbaarheid' ?)



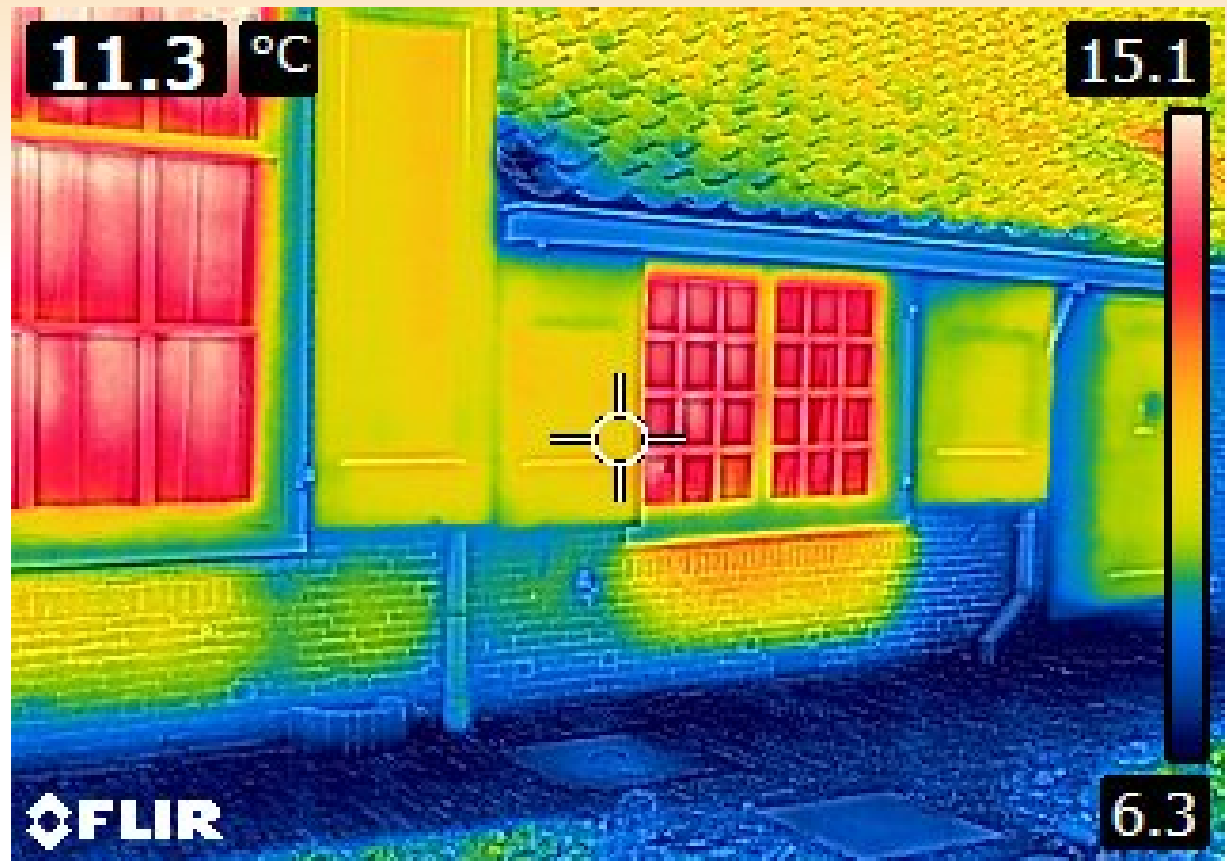
Analyseer de gebouweigenschappen: bouwkundig :

2 - onderhouds- / restauratie-punten
(natuurlijke momenten in aantocht?)

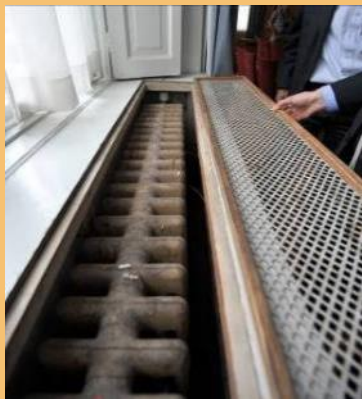


Analyseer de gebouweigenschappen: bouwfysisch:

3 - energetisch gedrag gebouw en installatie
(waar wordt energie verspeeld?)

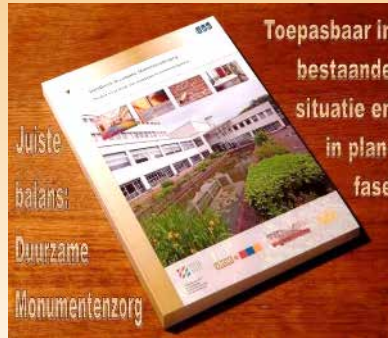


3 - energetisch gedrag gebouw en installatie (waar wordt energie verspeeld?)



- Ingepakte CV-elementen
- Onvoldoende luchtcirculatie
- Geen radiator-isolatie
- Ondeskundig aangelegd systeem
- Verouderde ketel (> 10 jr.)

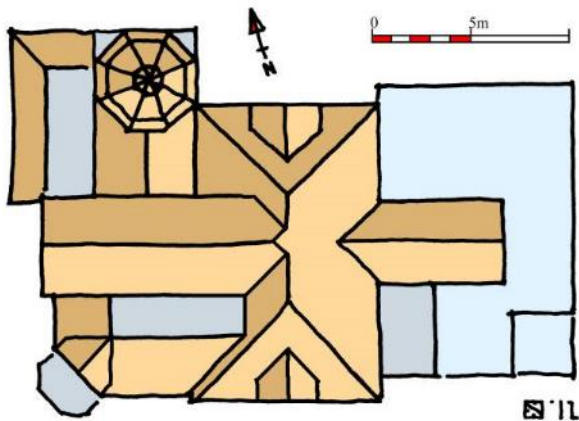
4 – doe een 0-meting en toets maatregelen (bv. volgens DuMo)



Verzamelstaat bepaling Mo-coëfficiënt.
Object: Landgoed Oud Groevenbeek te Emelo, hoofgebouw

Vraag	Item	score P	score Q	score R	score S	
1	kwantiteit bouwtijl en type 1- indien anderszins oc...					Architectuurhistorische waarden
	kwantiteit bouwtijl en type 2- indien anderszins					
2	kwantiteit architectuur 1- indien anderszins of					Cultuurhistorische waarden
	kwantiteit architectuur 2- indien anderszins					
3	uitvoeringskwaliteit 1- indien anderszins of					Cultuurhistorische waarden
	uitvoeringskwaliteit 2- indien anderszins					
4	tekstoms in oorspronkelijke					Cultuurhistorische waarden
	tekstoms in oorspronkelijke					
5	betrekking m.b.t. geschiedstelsels					Cultuurhistorische waarden
	betrekking m.b.t. lokale historische ontwikkelingen					
6	betrekking m.b.t. lokale historische ontwikkelingen					Cultuurhistorische waarden
	betrekking m.b.t. lokale historische ontwikkelingen					
7	betrekking m.b.t. lokale historische ontwikkelingen					Cultuurhistorische waarden
	betrekking m.b.t. lokale historische ontwikkelingen					
8	betrekking m.b.t. lokale historische ontwikkelingen					Cultuurhistorische waarden
	betrekking m.b.t. lokale historische ontwikkelingen					
9	betrekking m.b.t. lokale historische ontwikkelingen					Cultuurhistorische waarden
	betrekking m.b.t. lokale historische ontwikkelingen					
10	betrekking m.b.t. lokale historische ontwikkelingen					Cultuurhistorische waarden
	betrekking m.b.t. lokale historische ontwikkelingen					
11	betrekking m.b.t. lokale historische ontwikkelingen					Cultuurhistorische waarden
	betrekking m.b.t. lokale historische ontwikkelingen					
Toegeweende Aanraambaarheidscategorie (A, B, C, Xa, Xb, of Xc)						B
Gestandaardiseerde Mo-coëfficiënt						1,8

P □ geeft een zeer positieve score op het beoordelde punt weer
 Q □ geeft een positieve tot redelijke score op het beoordelde punt weer
 R □ geeft een matige score op het beoordelde punt weer
 S □ geeft een negatieve of zelfs slechte score op het beoordelde punt weer



Emelo huis Oud Groevenbeek; uitkomsten DuMo-profiel bij verschillende scenario's						
DuMo-SCENARIO	DuMo-profiel	Label	% energie-bespar.	= besp. K€ /jr	invest. kosten x 1000€ ex. btw	TVT in jaren (ref. 25K€/jr)
0 nulmeting bestaande toestand	106	G	-	-	-	-
1 benutting AOR (aangrenzende onverwarmde ruimten)	120	G	5%	4	20	5
2 als 1 en daarbij gedeeltelijke PIR-isolatie buitenwanden + reflectiefolie bij CV-elementen	129	F	7,5%	3,8	25	7
3 als 2 met daarbij omkeerdak-isolatie op platte daken (8 cm Roofmate)	145	E	8%	4	24	6
4 als 3 met buitendakisolatie hellende daken en vloerisolatie beganegrond	230	B	20%	10	300	30
5 als 4 en daarbij integrale vensterrestauratie en -isolatie	248	A	20%	10	150	15
6 als 5 plus slimme groepering en schakeling elektrasysteem en energiezuinige (LED; HF) verlichting	260	A	3,5%	2	7,5	15
7 als 6 met toepassing van een 100 kW houtgestookte (bio-brandstof) CV-ketel	308	A	80%	7,5	75	10
8 als 7 met ca. 180 m ² semi-transparante zonnepanelen bij het kassencomplex	323	A	5%	2,5	50	20
9 als 8 met 10 m ² zonnepanelen op het huis voor warm tapwater	327	A	2%	1	15	15
10 als 9 met warmteterugwinning op de douches	331	A	1%	0,3	3	10



Welke maatregelen?

géén standaardoplossingen: **MAATWERK**

Energie-besparingsthema's:




1 - Herstel + benut eigen kwaliteiten gebouw (=‘low-tech’)

2 - Gebouwschil-isolatie + kierdichting

3 - Efficiënte verwarming, koeling, ventilatie + elektra

4 - Duurzame opwekking

Gaat om gegevens, feiten en gewone natuurkunde

Rekeneenheden voor isolatie en warmte-eigenschappen van materialen en constructies				
Benaming en symbool	eenheid	gebruikt ter aanduiding van	praktische waarde bij monumenten	opmerking
Energie (Joule) J	1 J = 1 Nm	energie, nodig om een object met een kracht van 1 newton over 1 m afstand te verplaatsen	als Gigajoule (GJ) gebruikt bij warmtelevering, zoals stadsverwarming 1 GJ= 10 ⁹ J	internationale eenheid van energie
Vermogen (Watt) W	J/sec. (Joule per seconde)	vermogen of energie die per seconde wordt afgegeven of verbruikt	n.v.t.	basis-rekeneenheid in de energie- en warmteleer
Warmteweerstand van de constructie R _C	m ² K/W (vierkante meter oppervlak x graad Kelvin per Watt)	isolatiewaarden van isolatie- en bouwproducten en constructies	tot ca. 3 m ² K/W	hoe <u>hoger</u> hoe beter de isolerende werking
Warmtegeleidingscoëfficiënt (lambda waarde) λ	W/mK (Watt per meter materiaaldikte per graad Kelvin)	materiaal-specifieke warmtegeleidings-eigenschappen	kies isolatie-materiaal met zo laag mogelijke waarde binnen de soort	hoe <u>lager</u> hoe beter isolerend °K=°C+273
Warmtedoorgangscoefficiënt (U-waarde) U	W/m ² K (Watt per vierkante meter oppervlak per graad Kelvin.)	thermische kwaliteit van vensterglas en isolerende beglazing	6-2 W/m ² K 	hoe <u>lager</u> hoe beter isolerend. Omgekeerde van R-waarde

géén standaardoplossingen: **MAATWERK**

1 - Herstel + benut eigen kwaliteiten gebouw (= 'low-tech')



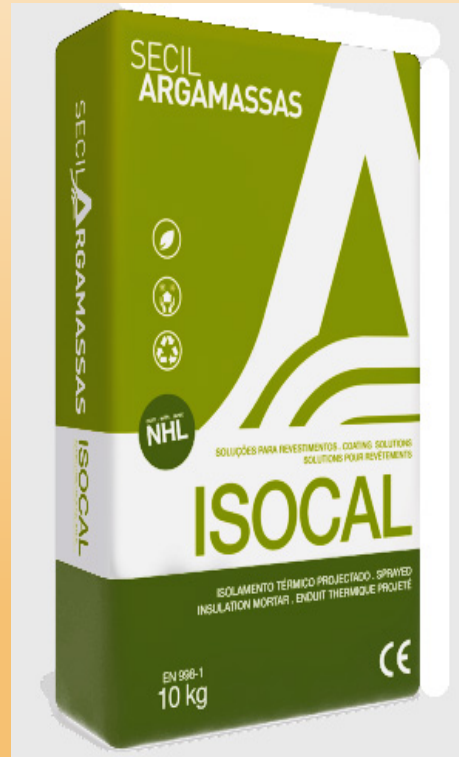
ir. E.J. Nusselder [b.i.R.]
MONUMENTENZORG

géén standaardoplossingen:

MAATWERK

2 - Gebouwschil-isolatie:

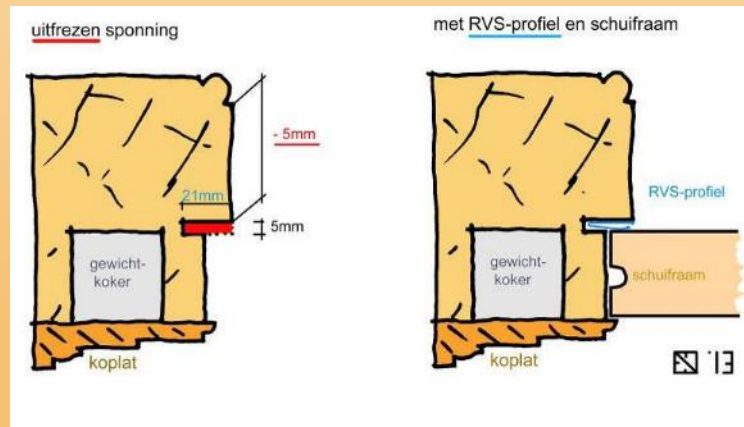
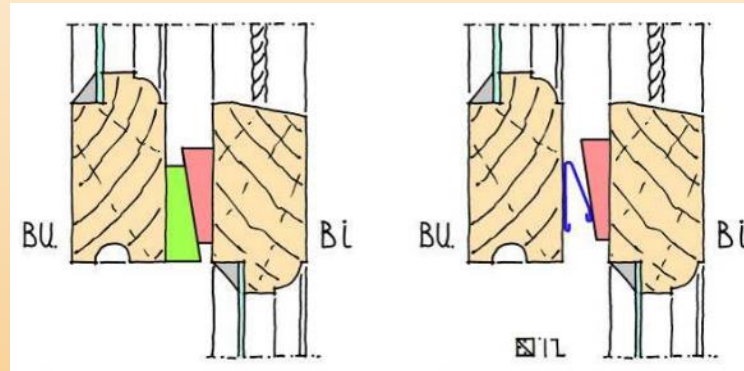
- ✦ plat dak ('omkeerdak')
- ✦ hellend dak (buiten beschot)
- ✦ buitenmuren
- ✦ beganegrondvloer



géén standaardoplossingen: MAATWERK

2 - Gebouwschil-isolatie: vensters, ramen, glas, kierdichting

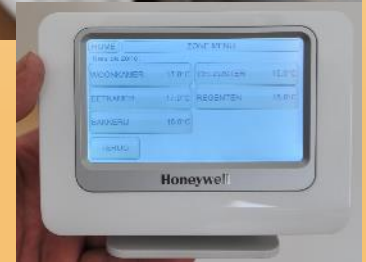
- ✦ glaslaminaat ('monumentenglas') $U = 3,2 \text{ W/m}^2\text{K}$
- ✦ aanslag- en wisseldorpelverbetering (RVS-profiel)
- ✦ schuifraamverbetering



géén standaardoplossingen: **MAATWERK**

3 - Efficiënte verwarming, koeling, ventilatie + elektra

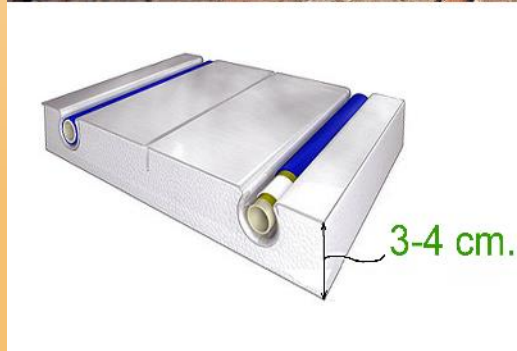
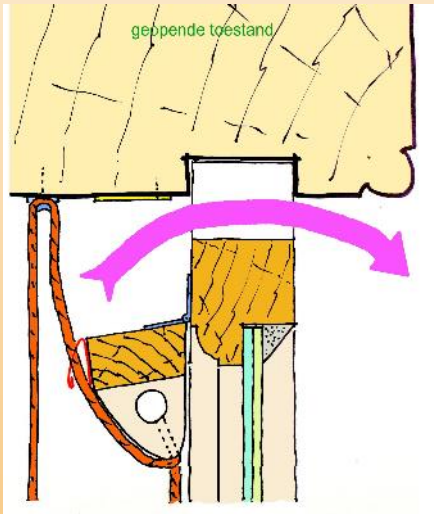
- ✦ verbeterde warmteafgifte radiatoren / convectoren
- ✦ HR ++ CV-ketel en goed regelbaar systeem
- ✦ leidingisolatie en reflectiefolie



géén standaardoplossingen: MAATWERK

3 - Efficiënte verwarming, koeling, ventilatie + elektra

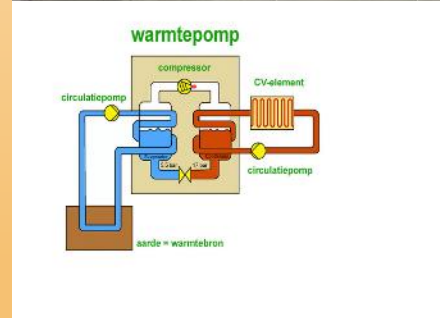
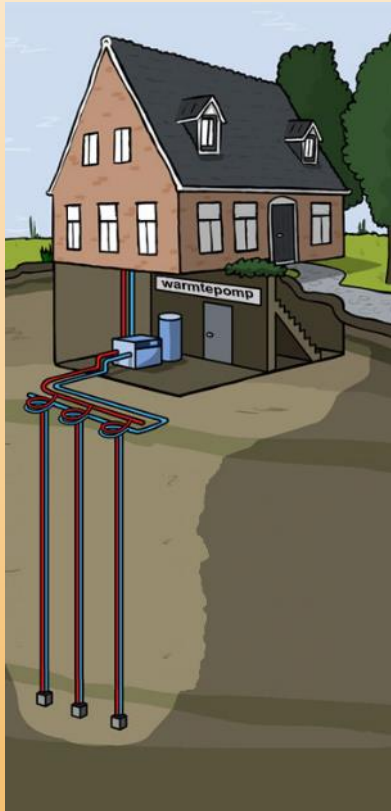
- ✦ Ventilatie bvk. 'natuurlijk'
- ✦ Vloerverwarming
- ✦ Lagetemperatuurverwarming (LTV)



géén standaardoplossingen: MAATWERK

3 - Efficiënte verwarming, koeling, ventilatie + elektra

- ✦ Lagetemperatuurverwarming (LTV)
- ✦ Aardwarmte + warmtepomp
- ✦ LED-verlichting en zuinige apparatuur



géén standaardoplossingen:

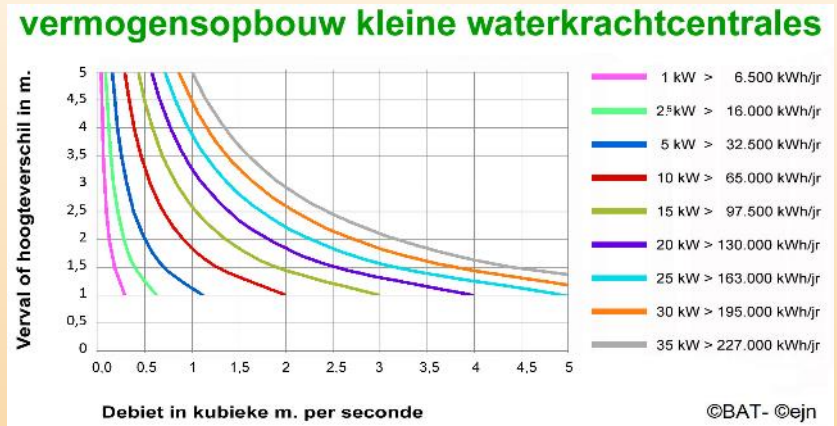
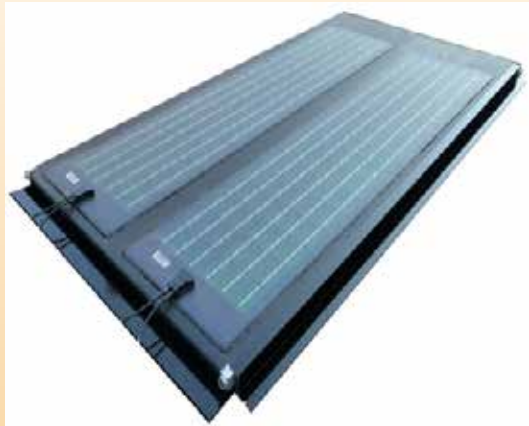
MAATWERK

4 - Duurzame opwekking: do's en dont's

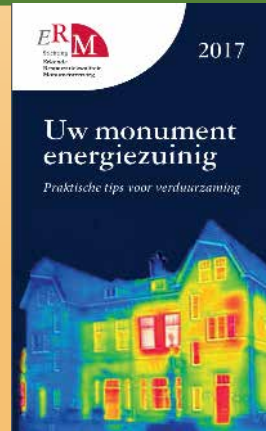
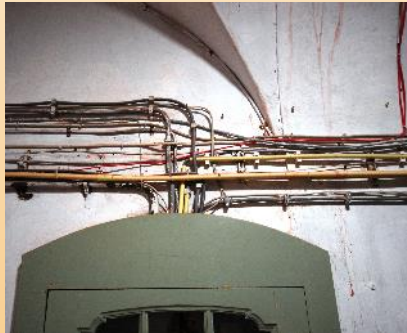
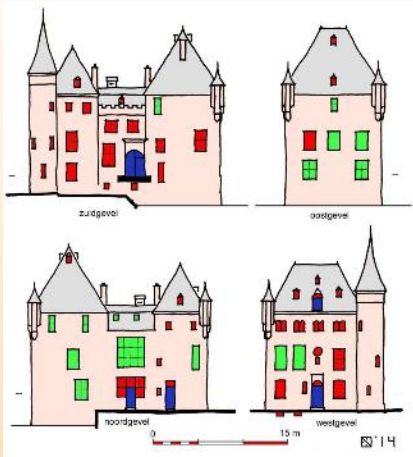


géén standaardoplossingen: **MAATWERK**

Duurzame opwekking: zonneboiler, PVT, bio, wind, hydro



belangrijkste besparingsfactor: **GEBRUIKERSGEDRAG**



Meer weten?
06-22474924

ir. E.J. Nusselder [b.i.R]
MONUMENTENZORG