

# Opleiding Duurzaam Gebouw: Gedeeltelijke en gefaseerde renovatie

Leefmilieu Brussel

## Elementen voor rendabiliteit

Anne-Laure MAERCKX

CENERGIE



LEEFMILIEU BRUSSEL  
BIM - BRUSSELS INSTITUUT VOOR MILIEUBEHEER



# Doelstelling(en) van de presentatie

- Een toelichting geven bij de financiële analyse van de rendabiliteit van investeringen
- Een overzicht geven van de rendabiliteit van de maatregelen bij renovatie



# Structuur van de uiteenzetting

- Hoe berekent men de rendabiliteit van een investering?
- Rendabiliteit van de maatregelen
  - ▶ Gebouwschil
  - ▶ Technieken
    - › Verwarming
    - › SWW
    - › Hernieuwbare energie



# Hoe berekent men de rendabiliteit van een investering?

- Bij gedeeltelijke/gefaseerde renovatiewerken moet de prioriteit van de acties worden bepaald
- De gemaakte keuzes brengen investeringen mee
- De resultaten van de verschillende alternatieven moeten zorgvuldig worden vergeleken om de juiste keuze te kunnen maken



# Basisconcept: Kapitalisatie

- **Kapitalisatie:**

$$T = B (1 + i)^n$$

- ▶ Waarbij: T = gekapitaliseerde waarde  
B = huidige waarde van de toekomstige winst  
i = actualiseringspercentage  
n = economische levensduur

- Voorbeeld: U belegt € 100 gedurende 5 jaar tegen een actualiseringspercentage van 5 %. Hoeveel krijgt u op het einde?
  - ▶  $T = 100 * (1 + 0,05)^5 = 100 * 1,2763 = € 127,63$



# Basisconcept: Actualisering

- **Actualisering:**

$$AW = \frac{T}{(1 + a)^n}$$

- ▶ Waarbij: AW = huidige waarde  
T = toekomstige waarde van een winst  
a = actualiseringspercentage  
n = duur

- Voorbeeld: Hoeveel geld moet u op een rekening plaatsen om € 100 te verdienen op 5 jaar indien de interest 5 % bedraagt?
  - ▶  $VA = 100 / (1 + 0,05)^5 = 100 / 1,2763 = € 78,35$



# Basisconcept: Levensduur van een project

- Technische levensduur
  - ▶ Periode waarna een uitrusting haar functie niet meer kan vervullen (te veel en te dure herstellingen, herstellingen onmogelijk, ...)
- Economische levensduur
  - ▶ Periode waarna het niet langer rendabel is om het project verder te zetten, omwille van de technische prestaties van de concurrentie.
- De rendabiliteit wordt berekend op basis van de economische levensduur.
  - ▶ Warmtekrachtkoppeling: groenestroomcertificaten gewaarborgd voor 10 jaar → economische levensduur = 10 jaar



# Basisconcept: Stijging van de energiekosten

- Ministerieel besluit tot vaststelling van de energetische hypothesen te gebruiken bij het uitvoeren van de haalbaarheidsstudies:

<b><u>Milieugegevens</u></b>	CO <sup>2</sup> emissie-coëfficiënt per geproduceerde MWh elektr, uitgedrukt in CO <sup>2</sup> -equivalent per MWh (op COW)	395 kg CO <sup>2</sup> /MWh
	CO <sup>2</sup> emissie-coëfficiënt per MWh gas, uitgedrukt in CO <sup>2</sup> -equivalent per MWh (op COW)	217 kg CO <sup>2</sup> /MWh
	CO <sup>2</sup> emissie-coëfficiënt per MWh stookolie, uitgedrukt in CO <sup>2</sup> -equivalent per MWh (op COW)	306 kg CO <sup>2</sup> /MWh
<b><u>Energiegegevens</u></b>	Jaarlijks elektriciteit prijsstijging zonder inflatie	5,87 %/jaar
	Jaarlijks gas prijsstijging zonder inflatie	5,87 %/jaar
	Jaarlijks stookolie prijsstijging zonder inflatie	3,26 %/jaar
<b><u>Economische gegevens</u></b>	Mogelijke variatie voor de actualisatievoet zonder inflatie	4,5-6,5 %/jaar
	Inflatie	2,00%/jaar
<b><u>Klimaatgegevens</u></b>	Gemiddeld klimaatjaar in graaddagen 15/15	1869,16 graaddagen 15/15
	Globaal gemiddeld jaarlijks straling op horizontaal vlak	965,5 kWh/(m <sup>2</sup> *an)





# Hoe berekent men de rendabiliteit van een investering?

- Er bestaan verschillende rendabiliteitscriteria
  - ▶ Eenvoudige terugverdientijd – ETV
  - ▶ Netto geactualiseerde waarde – NGW
  - ▶ Intern rendabiliteitspercentage – IRP
  - ▶ Uitgebreide terugverdientijd – UTV
  - ▶ Verlaagde brandstofkost - VBK



# Eenvoudige terugverdientijd

- ETV = tijd die nodig is om het geïnvesteerde bedrag te recupereren

$$\text{TRS} = \frac{I}{O_j}$$

- ▶ Waarbij:
  - ›  $I =$  aanvankelijke investering voor het project
  - ›  $O_j =$  jaarlijkse nettowinst van het project
- ▶ Het project is rendabel indien de ETV lager is dan de economische levensduur.



# Eenvoudige terugverdientijd

- ETV
  - ▶ +
    - › Eenvoudige en snelle berekening
  - ▶ -
    - › Houdt geen rekening met de evolutie van de geldwaarde noch met de levensduur van het project.
    - › Houdt geen rekening met de kasstromen na de terugverdientijd.
    - › Houdt geen rekening met het bedrag van de investering.
  - ▶ Te simplistisch criterium dat geen rekening houdt met de winsten die worden gegenereerd na de terugverdientijd.
    - › Alleen gebruikt kan dit criterium dus tot slechte keuzes leiden.



# Netto geactualiseerde waarde

- NGW = geactualiseerde kasstroom = verschil tussen de geactualiseerde jaarlijkse inkomsten en de geactualiseerde jaarlijkse uitgaven voor de levensduur van het project (inclusief aanvankelijke investering)

$$VAN = \sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+a)^j} = \sum_{j=0}^n \frac{O_j}{(1+a)^j} - \sum_{j=0}^n \frac{K_j}{(1+a)^j}$$

► Waarbij:

- › O = inkomsten
  - › K = kosten
  - › C = kasstroom
  - › a = actualiseringspercentage
- Het project is rendabel indien  $NGW > 0$ .
- De winsten en uitgaven worden geactualiseerd op het beginjaar van 12 de investering.



# Netto geactualiseerde waarde

- NGW

- ▶ +

- › Houdt rekening met de waarde van het geld op een bepaald ogenblik.
    - › Houdt rekening met de inkomsten gedurende de hele levensduur van het project.

- ▶ -

- › Ingewikkelde berekening, weinig intuïtief.
    - › Men gaat ervan uit dat men geld tegen dezelfde interestvoet kan uitzetten en lenen.



# Intern rendabiliteitspercentage

- IRP = actualiseringspercentage dat de NGW annuleert

$$VAN = \sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+i)^j} = \sum_{j=0}^n \frac{O_j}{(1+i)^j} - \sum_{j=0}^n \frac{K_j}{(1+i)^j} = 0$$

► Waarbij:

- › O = inkomsten
  - › K = kosten
  - › C = kasstroom
  - › **i = intern rendement van de investering**
- Het project is rendabel indien IRP > actualiseringspercentage.



# Intern rendabiliteitspercentage

- IRP

- ▶ +

- › Houdt rekening met de waarde van het geld op een bepaald ogenblik.
    - › Houdt rekening met de inkomsten gedurende de hele levensduur van het project.

- ▶ -

- › Ingewikkelde berekening, weinig intuïtief.
    - › Men gaat ervan uit dat de positieve kasstromen geïnvesteerd kunnen worden in IRP.



# Uitgebreide terugverdientijd

- UTV = duur die de NGW annuleert

$$VAN = \sum_{j=0}^n \frac{C_j}{(1+a)^j} = \sum_{j=0}^n \frac{O_j}{(1+a)^j} - \sum_{j=0}^n \frac{K_j}{(1+a)^j} = 0$$

► Waarbij:

- › O = inkomsten
  - › K = kosten
  - › C = kasstroom
  - › a = actualiseringspercentage
  - › **n = UTV**
- Het project is rendabel indien  $UTV < \text{levensduur van het project}$ .





# Uitgebreide terugverdientijd

- UTV

- ▶ +

- › Houdt rekening met de waarde van het geld op een bepaald ogenblik.
    - › Houdt rekening met de inkomsten voor de volledige levensduur van het project.

- ▶ -

- › Ingewikkelde berekening, weinig intuïtief, iteratief.
    - › Men gaat ervan uit dat men geld tegen dezelfde interestvoet kan uitzetten en lenen.



# Verlaagde brandstofkost

- VBK

$$CEE = \frac{\text{gemeten kosten (EUR/jaar)} - \text{vermeden kosten (EUR/jaar)}}{\text{energiebesparing (kWh/jaar)}}$$

- ▶ De exploitatiekost van de maatregel wordt getransponeerd in annuïteiten voor de levensduur van de investering.
- ▶ De maatregel is rendabel indien de VBK lager is dan de eenheidsprijs van de brandstof (EUR/kWh).



# Verlaagde brandstofkost

- VBK

- ▶ +

- › Eenvoudige berekening
    - › Houdt rekening met de waarde van het geld op een bepaald ogenblik.
    - › Houdt rekening met de volledige levensduur van de maatregel.

- ▶ -

- › Houdt geen rekening met het bedrag van de investering.



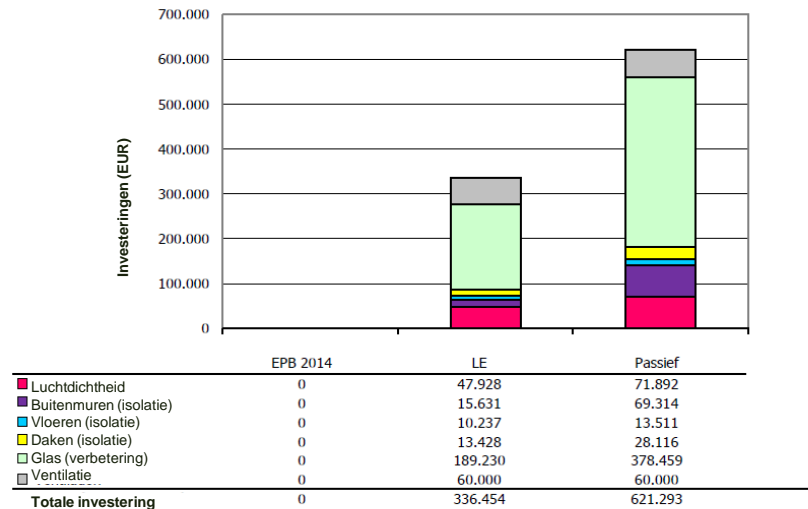
# Rendabiliteitscriteria – Een investering is rendabel indien...

- Eenvoudige terugverdientijd – ETV
  - ▶  $ETV < \text{economische levensduur}$
- Netto geactualiseerde waarde – NGW
  - ▶  $NGW > 0$
- Intern rendabiliteitspercentage – IRP
  - ▶  $IRP > \text{actualiseringspercentage}$
- Uitgebreide terugverdientijd – UTV
  - ▶  $UTV < \text{economische levensduur}$
- Verlaagde brandstofkost - VBK
  - ▶  $VBK < \text{brandstofkost}$



# Rendabiliteitscriteria – Concreet geval ...

Renovatie van een kantoorgebouw: EPB vs. lage energie vs. passief



Figuur 14: investeringen



	EPB	LE	Passief
Totale investering (EUR)	0	336.454	621.293
Meerinvestering t.o.v. van de referentie (EUR)	-	336.454	621.293
Investering per m <sup>2</sup>	0	63	117
Kosten van het energieverbruik (EUR)	105.950	86.511	81.128
Winsten groene elektriciteit (EUR/jaar)	0	0	0
Kosten winsten totaal (EUR/jaar)	105.950	86.511	81.128
Kasstroom in jaar (EUR)	-	19.439	24.822
Gecumuleerde kasstroom over 15 jaar (EUR)	-	38.637	-142.332
ETV eenvoudige terugverdientijd (jaar)	-	17,3	25,0
UTV uitgebreide terugverdientijd (jaar)	-	13,8	18,3
IRP intern rendabiliteitspercentage (%)	-	5%	3%
Restwaarde na 15 jaar (EUR)	-	199.303	389.196
NGW netto geactualiseerde waarde 15 j. (EUR)	-	105.906	36.572

Figuur 15: Rendabiliteit



# Vergelijking van de werken

- De rendabiliteit van de maatregelen hangt sterk af van de context
- Een haalbaarheidsstudie is aanbevolen om de verschillende scenario's en hun financiële impact te vergelijken
- De ETV blijft het criterium dat het makkelijkst te gebruiken is bij een eerste benadering



# Vergelijking van de werken

- Gebouwschil:

- ▶ 1) **Luchtdichtheid**

- › Plaatsing van deurdrangers, creatie van luchtsluizen, bewustmaking
    - › Afdichting van de aansluiting tussen vensters en ruwbouw
      - !! Ventilatie van de lokalen
      - Lage investering voor een onmiddellijke besparing



Bron: [www.assaabloy.be/](http://www.assaabloy.be/)



Verantwoording foto's en plannen: J. Kessler  
Project voorbeeldgebouw [216\_Luther]



# Vergelijking van de werken

- Gebouwschil

- ▶ 2) **Isolatie van het dak**

- › Isolatie van de kapconstructie

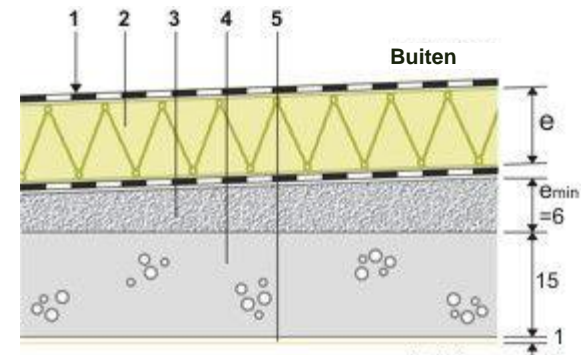
- Haalbaar indien de ruimte onder het dak niet bewoond is
- ETV: 3 tot 5 jaar



[029\_V\_Woestyn]  
Bron: Yvan GLAVIE

- › Isolatie van plat dak/zadeldak

- Rendabel vooral indien afdichting moet worden herdaan → combinatie van de werken
- ETV: 5 tot 10 jaar



- 1 : bitumenmembraan
- 2 : isolatie
- 3 : niet-gewapend hellingsbeton ( $\rho = 2200 \text{ kg/m}^3$ )
- 4 : gewapend beton ( $\rho = 2200 \text{ kg/m}^3$ )
- 5 : gipsbepleistering

Bron: energie plus





# Vergelijking van de werken

- Gebouwschil

- ▶ 3) **Gevelisolatie aan de binnenkant**

- › Opgelet voor koudebruggen: bronnen van verlies, risico van oppervlaktecondensatie
    - › ETV: 5 tot 25 jaar (mogelijkheid werken zelf uit te voeren)



Fotoverantwoording: J. Kessler

- ▶ 4) **Gevelisolatie aan de buitenkant**

- › Soms makkelijk (blinde puntgevels), soms moeilijk (terrassen, ...)
    - › ETV: 10 tot 25 jaar, afhankelijk van het geval



Fotoverantwoording: J. Kessler

Bron: Opleiding "Renovatie met hoge energie-efficiëntie: technische details" - Voorbeeldgebouwen: kernpunten en praktische oplossingen, visie van de architect- Julien KESSLER



# Vergelijking van de werken

- Gebouwschil

- ▶ 5) **Ramen en beglazing**

- › Weinig rendabele maatregel (IRP van 20 jaar)
    - › Vooral positieve impact op comfort



[077\_Ducpetiaux]  
Bron: Yvan GLAVIE

- ▶ 6) **Isolatie van de vloerplaat**

- › Rendabiliteit hangt af van de bereikbaarheid van de vloerplaat



[091\_Fineau]  
Bron: Yvan GLAVIE

- ▶ 7) **Zonnewering**

- › Bij oververhitting
    - › In de woning, vooral impact op comfort



# Vergelijking van de werken

- Technieken: Verwarming

- ▶ 1) **Regeling**

- › Uurregeling op basis van de bezetting (uitschakeling 's nachts, ...)
    - › Regeling van de verwarmingscurve
      - Werken kosten niet zo veel aan materiaal (voorzie wat tijd)
      - Besparing van 5% tot 30% volgens uitgangssituatie



- ▶ 2) **Isolatie van de leidingen**

- › Doorvoer van leidingen in de niet-verwarmde lokalen
    - › ETV: 1 tot 8 jaar



Bron: energie plus



# Vergelijking van de werken

- Technieken: Verwarming
  - ▶ 3) **Nieuwe verwarmingsketel**
    - › Verhoging van het rendement van de installatie
      - Besparing van ongeveer 5% tot ... 30%
      - Bijkomende besparing indien overschakeling van stookolie op aardgas, bijvoorbeeld
  - ▶ 4) **Thermostatische kranen, zonekranen**
    - › Zeer precieze regeling van temperaturen in de woning



[040\_Aéropolis]  
Bron: Cenergie



Bron: energie plus



# Vergelijking van de werken

- Technieken: SWW

- ▶ 1) **Isolatie**

- › Circulatiekring indien aanwezig
    - › Distributieleidingen
    - › Opslagvaten

- ▶ 2) **Overschakeling op decentrale productie**

- › Beperkte verliezen van de lus

- ▶ 3) **Waterbesparende kranen**

- › Debietbegrenzers,...

- ▶ 5) **Warmtepomp (thermodynamische boiler)**

- › Goede COP, opgelet voor elektrische weerstanden

- ▶ 4) **Zonneboiler**

Rendabiliteit grotendeels afhankelijk van het verbruik van SWW.



Bron: Atlantic



# Vergelijking van de werken

- Technieken: Hernieuwbare energie...

... de kers op de taart

- ▶ 1) **Fotovoltaïsche zonnepanelen**

- › Rendabiliteit in het BHG: 7-9 jaar (met GSC)

- ▶ 2) **Warmtepompen**

- › Zeer variabele rendabiliteit (type van warmtepomp, technische installaties: verwarmingselementen met lage temperatuur, combinatie verwarming + SWW, ...)

- ▶ 3) **Thermische zonnepanelen**

- › Rendabiliteit: zeer variabel, afhankelijk van verbruik.
- › ETV ten belope van 15 jaar ...
- › ... indien de installatie werkt zoals voorzien.



Bron: Cenergie



# Interessante tools, websites enz.:

- Excel:
  - ▶ functie NPV (rate;value1;[value2];...)
  - ▶ Functie IRR (values;[guess])



# Referenties Gids Duurzame Gebouwen en andere bronnen:

- Gids Duurzame Gebouwen:  
<http://gidsduurzamegebouwen.leefmilieubrussel.be>

Zoeken op **Thematieken** Zoeken op **Wanden en systemen** **(zeer) Lage energie en Passief** Woordenlijst Inhoudsopgave Links

## Inleiding

Leefmilieu Brussel heeft deze GIDS DUURZAME GEBOUWEN opgesteld als hulp bij het ontwerp en de realisatie van gebouwen met een hoge milieukwaliteit en met aandacht voor het comfort, de levenskwaliteit en de gezondheid van de bewoners, evenals voor de economische haalbaarheid. De gids reikt de concrete oplossingen aan die men in een metropool als Brussel kan toepassen voor duurzame nieuwbouw en renovatie. Als referentietool richt hij zich tot de ontwerpers en hun gesprekspartners, zowel bouwheren als aannemers.

[Lees verder](#)



bloc-video-homepage-nl

## Seminarie : Akoestiek, onlosmakelijk verbonden met energierenovatie

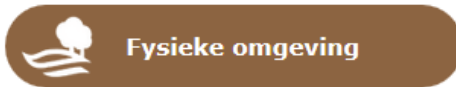
09 oktober 2015 van 8u30 tot 13u te Brussel. Gebruikmaken van renovatie om het akoestische comfort van woningen te verbe ...

## Programma van de opleidingen en seminaries duurzaam bouwen : september - december 2015

[Alle actualiteiten](#)



**Beheer van het project, de werf, het gebouw**



**Fysieke omgeving**



**Energie**



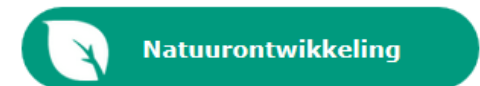
**Mobiliteit**



**Menselijke omgeving**



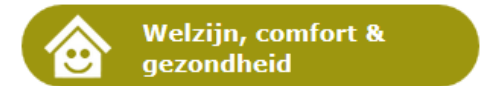
**Water**



**Natuurontwikkeling**



**Materiaal**



**Welzijn, comfort & gezondheid**





# Wat u moet onthouden van deze presentatie

- Er bestaan verschillende criteria voor de financiële analyse van investeringen
- De rendabiliteit van de getroffen maatregelen hangt sterk af van de context
- Een verbetering van het comfort kan niet in cijfers worden uitgedrukt, maar vormt eveneens een beslissingscriterium
- Een haalbaarheidsstudie/audit is aanbevolen om te bepalen welke maatregelen het meest aangewezen zijn
- De mogelijkheden om energiebesparende werken uit te voeren, moeten worden aangegrepen



# Contact

**Anne-Laure MAERCKX**

Adviseur duurzaam bouwen

Gegevens

 : 02 513 96 13

E-mail: [anne\\_laure.maerckx@cenergie.be](mailto:anne_laure.maerckx@cenergie.be)

