

2011
2012

BEDRIJFSECONOMISCHE WETENSCHAPPEN

*master in de toegepaste economische wetenschappen:
handelsingenieur: technologie-, innovatie- en
milieumanagement*

Masterproef

Worden passiefscholen adequaat gesubsidieerd?

Promotor :
Prof. dr. Theo THEWYS

Anne Snoeks

*Masterproef voorgedragen tot het bekomen van de graad van master in de toegepaste
economische wetenschappen: handelsingenieur , afstudeerrichting technologie-, innovatie-
en milieumanagement*

2011
2012

BEDRIJFSECONOMISCHE WETENSCHAPPEN

*master in de toegepaste economische wetenschappen:
handelsingenieur: technologie-, innovatie- en
milieumanagement*

Masterproef

Worden passiefscholen adequaat gesubsidieerd?

Promotor :
Prof. dr. Theo THEWYS

Anne Snoeks

*Masterproef voorgedragen tot het bekomen van de graad van master in de toegepaste
economische wetenschappen: handelsingenieur , afstudeerrichting technologie-, innovatie-
en milieumanagement*

Woord vooraf

Deze masterproef vormt het eindpunt van mijn opleiding Handelsingenieur, met afstudeerrichting Technologische Innovatie en Milieu, aan de Universiteit Hasselt. De vaardigheden en kennis die ik gedurende deze opleiding heb verworven, heb ik ten volle kunnen toepassen tijdens het schrijven van dit sluitstuk. Ik heb ervoor gekozen een masterproef te schrijven omtrent passiefscholen. Dit onderwerp sprak me enorm aan, mede omdat ik ermee in contact kwam doordat mijn vroegere lagere school zou overschakelen op een passiefschool. Daarenboven leveren deze projecten ook een bijdrage aan het milieu, wat vandaag de dag een belangrijk detail is.

De totstandkoming van deze masterproef ging gepaard met veel tijd en energie. De realisatie zou echter niet mogelijk geweest zijn zonder de medewerking van een aantal personen. Ik maak dan ook van de gelegenheid gebruik om mijn oprechte dank te betuigen aan allen die een bijdrage leverden.

De man die ongetwijfeld de grote bijdrage heeft geleverd bij de volbrenging van deze masterproef, is mijn promotor prof. dr. T. Thewys. Hij heeft me bijgestaan met zijn deskundige uitleg en begeleiding. Bijgevolg gaat een speciaal woord van dank uit naar hem.

Naast mijn promotor gaat mijn dank eveneens uit naar Dhr. J. Segers, voorzitter van de schoolraad van Lozen, van wie ik veel hulp heb mogen ontvangen. Hij heeft een grote bijdrage geleverd bij het verzamelen van de nodige informatie. Hij maakte vrijwillig tijd, ondanks zijn overvolle agenda, om mijn vragen te beantwoorden. Dankzij hem heb ik de juiste gegevens kunnen bekomen om mijn masterproef tot een goed einde te brengen.

Verder wil ik ook mijn ouders bedanken voor de mogelijkheden die ze mij gegeven hebben. Zij waren voor mij een continue steun en stonden altijd klaar met bemoedigende woorden gedurende mijn studies.

Tot slot dank ik mijn professoren, vrienden en vriendinnen die mijn jaren aan de Universiteit Hasselt onvergetelijk maakten.

Anne Snoeks

Mei 2012

Samenvatting

Om de klimaatverandering als huidige milieuproblematiek aan te pakken worden energiebesparende maatregelen ingezet om het energieverbruik en de hieruit voortvloeiende CO₂-emissies te reduceren. Inzake het laatste aspect spelen gebouwen een zeer grote rol. Daarom wordt door de overheid de aandacht gevestigd op duurzaam bouwen met de nadruk op duurzame bouwtechnieken en materialen.

Eén van deze duurzame bouwtechnieken is het principe van de 'passiefhuisstandaard'. De eerste toepassingen zijn reeds geïmplementeerd in woningen, maar de laatste jaren is deze bouwtechniek ook zijn opmars aan het maken bij openbare gebouwen en bedrijven. Momenteel is men bezig met de bouw van de eerste passiefscholen. Dit kadert in het pilootproject opgezet door de Vlaamse overheid. Het is namelijk zo dat scholen vaak zeer hoge energiefacturen hebben waardoor bijgevolg minder financiële middelen beschikbaar zijn voor educatieve toepassingen.

De passiefhuisstandaard bestaat uit een optimalisatieproces waarbij energie-efficiëntie centraal staat. Dit met het oog op de realisatie van een goed binnenklimaat in alle seizoenen zonder verlies van enig comfort. Om dit alles waar te maken wordt gebruik gemaakt van verschillende technische aspecten die verder omschreven worden in sectie 2.2. Eerst en vooral dient een goede luchtdichtheid voorzien te worden. Dit kan bekomen worden door gebruik te maken van gepaste bouwmaterialen. Een doorgedreven isolatie beperkt mede warmteverliezen. Verder dient toegezien te worden op het vermijden van koudebruggen in het gebouw. De luchtkwaliteit in het gebouw wordt met behulp van ventilatie en warmteterugwinning gewaarborgd. Nog een belangrijk aspect wat hierbij aan bod komt is het gebruik van passieve en duurzame energie.

Verder zijn er een aantal vooropgestelde vereisten aangaande energiestatistiek waaraan nieuwbouwprojecten volgens de passiefhuisstandaard moeten voldoen. Deze vereisten zijn opgesteld in het 'Decreet betreffende energiestatistiek in scholen'. Zo dient de netto energiebehoefte voor zowel verwarming als voor koeling lager te zijn dan 15 kWh per vierkante meter op jaarbasis. De luchtdichtheid wordt nagegaan door middel van de 'blowerdoor test', waarmee de n50-waarde bekomen wordt. Deze waarde staat voor de verhouding van het volume lucht dat per uur doorheen de gebouwschil gaat, gedeeld door het binnenvolume van het gebouw. Deze waarde mag de grens van 0,60 per uur niet overschrijden. Tot slot wordt vooropgesteld dat het E-peil, wat de energiezuinigheid van een gebouw omschrijft, niet hoger mag zijn dan E55.

Onder sectie 2.4 wordt nader ingegaan op de subsidies. Hierbij maakt de overheid gebruik van de 'Vlaamse strategie duurzame ontwikkeling' (VSDO) om duurzame projecten te promoten. Met behulp van subsidies wil de overheid de opstart van zulke projecten stimuleren en duurzame ontwikkeling meer op de voorgrond plaatsen. Duurzame ontwikkeling heeft als doel te voorzien in de huidige behoeften, zonder dat de voorzieningen voor toekomstige generaties geschaad wordt. Hiervoor is natuurlijk een goede samenwerking, aandacht en verantwoordelijkheid van alle partijen nodig om dit te kunnen verwezenlijken.

Het huidige operationeel project noemt 'duurzaam wonen en bouwen' en krijgt van de overheid de eerste prioriteit. Binnen het aspect duurzaamheid worden enkele doelstellingen nagestreefd zoals, grondstofbesparing, energiebesparing, de emissies van milieubelastende stoffen verminderen en het verminderen van afval en andere milieuhinder.

Scholen kunnen op verschillende manieren beroep doen op subsidies. Een eerste wijze door middel van REG-investeringen. Deze afkorting staat voor rationeel energiegebruik en is daarmee een onderdeel van het duurzaam ontwikkelingsbeleid. Enerzijds wordt een daling in energieverbruik nagestreefd en anderzijds wordt gekeken om de overschakeling naar hernieuwbare energiebronnen te maken. Voor dit soort investeringen heeft de toenmalige minister van Onderwijs en Vorming, dhr. Frank Vandenbroucke, extra middelen voorzien. REG-subsidies zijn enkel mogelijk wanneer minstens 80 procent van de bouw- of verbouwingskosten REG-investeringen zijn.

Naast deze bovenstaande wijze van subsidiëring kan er nog een onderscheid gemaakt worden tussen een alternatieve en een klassieke financieringswijze. De alternatieve financieringswijze is tot stand gekomen dankzij de inhaalbeweging voor schoolinfrastructuur die in 2006 vooropgesteld werd. Om dit te realiseren is de overheid een Publieke Private Samenwerking (PPS) aangegaan. Als publieke partner gaat het om een samenwerking tussen AGION en de Participatie Maatschappij Vlaanderen en wordt 'School Invest' genoemd. De private partner bestaat uit een samenwerking tussen AG Real Estate en BNP Paribas Fortis. Deze PPS-samenwerking leidde tot de oprichting van een vennootschap die 'DBFM scholen van morgen' genoemd wordt. De alternatieve financiering zorgt er voor dat het ontwerpen, bouwen, financieren en onderhouden van schoolgebouwen door een private partner uitgevoerd wordt. Bij de klassieke financieringswijze vloeit de subsidiëring en financiering voort uit de overheidskas.

Om in aanmerking te komen voor subsidies heeft AGION een paar selectiecriteria vooropgesteld. Hierbij werd gekeken waar het project zich bevindt in het stadium, met het oog op realisatie. Verder wordt gekeken naar de mate waarin de inrichtende macht bereid is de status inzake energieprestaties voor haar rekening te nemen. Ook de representativiteit van het bouwproject wordt beoordeeld. Vervolgens wordt gekeken in welke mate het bouwproject deel uitmaakt van een visie op duurzaamheid. Tot slot wordt gekeken in welke mate het bouwproject ressorteert in de totaalvisie van de inrichtende macht inzake duurzaamheid.

De hoogte van de subsidie die toegekend wordt is afhankelijk van het soort onderwijs. Zo kent AGION 70 procent van het investeringsbedrag toe als subsidie voor een basisschool. Voor het secundair onderwijs en andere bedraagt de subsidie slechts 60 procent van het investeringsbedrag. Er komt ook een heel proces bij de subsidiewerking kijken, dit omvat vier fasen. De fasen die achtereenvolgens doorlopen worden zijn 'aanvraag', 'gunning', 'uitvoering van de werken en uitbetaling van de subsidie' en 'voltooiing van de werken en eindafrekening'.

De uitbetaling van de subsidie betreft het gezamenlijk bedrag beperkt tot 95% van de totale subsidie. Het uiteindelijke subsidiebedrag wordt bepaald op basis van de periodiek ingediende facturen en kan bijgevolg verschillen van het bedrag dat vastgesteld was bij de gunning. Meeruitgaven die veroorzaakt worden door meer- of wijzigingswerken worden normaal niet gesubsidieerd behalve als het gaat om onvoorziene omstandigheden of wanneer een gemotiveerde aanvraag tot subsidiëring van die werken bij AGION is ingediend. Voor het deel dat niet gesubsidieerd wordt, kan aanspraak gemaakt worden op een lening. Mits goedkeuring van AGION over de duur en het bedrag van de lening kan een kredietovereenkomst aangegaan worden bij een financiële instelling met de waarborg van de Vlaamse Gemeenschap.

In het derde hoofdstuk van de masterproef wordt een korte beschrijving gegeven van de twee scholen die besproken worden in de praktijkstudie. Als eerste gaat het om de Vrije Gesubsidieerde Basisschool te Lozen en als tweede gaat het om de kleuterschool te Etterbeek. Deze laatste school behoort tot het gemeenschapsonderwijs.

Eerst wordt natuurlijk gekeken of de bouw van een passiefschool rendabel is vanuit financieel standpunt. Dit wordt toegelicht in hoofdstuk vier door middel van een kosten-baten analyse. Hierbij wordt een opdeling gemaakt tussen een afweging van de private kosten en baten en een tweede afweging waarbij eveneens de externe kosten en baten opgenomen worden. Uit deze analyse kan afgeleid worden dat de bouw van een passiefschool in beide gevallen een interessante investering is.

Het laatste hoofdstuk handelt over de subsidiëring van deze scholen. Hierbij worden de samenhangende milieuaspecten mee in rekening gebracht. Zo is geweten dat een passiefschool zorgt voor een besparing wat betreft de CO₂-emissies. Dit wordt gerealiseerd door de bekomen energiebesparing. Vervolgens kan de bekomen subsidie in deze termen uitgedrukt en vergeleken worden met de tarieven die voor deze aspecten gangbaar zijn.

Inhoudsopgave

Woord vooraf	II
Samenvatting.....	IV
Inhoudsopgave.....	VIII
Lijst van figuren.....	XII
Lijst van tabellen	XIII
Hoofdstuk 1 – Probleemstelling	2
1.1. <i>Praktijkprobleem</i>	2
1.2. <i>Onderzoeksvragen</i>	3
1.2.1. Centrale onderzoeksvraag	3
1.2.2. Deelvragen	3
1.3. <i>Definiëring en afbakening van belangrijke begrippen</i>	6
1.4. <i>Onderzoeksozet</i>	6
1.4.1. Literatuurstudie	7
1.4.2. Praktijkstudie	8
Hoofdstuk 2 – Literatuurstudie	10
2.1. <i>Beschrijving begrip 'Passiefschool'</i>	10
2.2. <i>Technische aspecten van een passiefschool</i>	11
2.2.1. Doorgedreven isolatie	11
2.2.1.1. Ψ -waarde: op niveau van een constructie	12
2.2.1.2. λ -waarde: op niveau van het materiaal.....	12
2.2.1.3. U-waarde: op niveau van een constructie.....	12
2.2.1.4. K-peil: op niveau van een gebouw	13
2.2.1.5. E-peil: op niveau van een gebouw	13
2.2.2. Luchtdichtheid	14
2.2.3. Comfortventilatie	14
2.2.4. Passieve warmtewinsten	16
2.2.5. Efficiënte apparaten	16
2.2.6. Hernieuwbare energie.....	16
2.3. <i>Passiefschool vs conventionele school</i>	17
2.4. <i>Duurzame ontwikkeling</i>	19
2.4.1. Vlaamse strategie duurzame ontwikkeling	19
2.4.2. Duurzaam wonen en bouwen	20
2.4.3. Beoordeling van subsidiëringssysteem	21
2.4.4. Subsidies vs milieuefficiëntie.....	23

2.5. Onderwijsnetten.....	25
2.5.1. Financiering en subsidiëring	26
2.5.1.1. Inhaalbeweging voor schoolinfrastructuur	26
2.5.1.1.1. Alternatieve versus klassieke financiering	28
2.5.1.2. Selectiecriteria volgens AGION	29
2.5.2. Bepaling van de hoogte van het subsidiebedrag	31
2.5.2.1. Procedure.....	31
2.5.2.2. Toekenning.....	33
Hoofdstuk 3 – Beschrijving van de casestudies.....	36
1.1. Beschrijving passiefschool te Lozen	36
1.1.1. Besluit bouw passiefschool.....	36
1.1.2. Indeling passiefschool te Lozen	37
1.2. Beschrijving passiefschool te Etterbeek	38
Hoofdstuk 4 – Financiële benadering	40
2.1. Hypothesen	41
2.2. Vergelijking tussen passiefschool en conventionele school	44
2.2.1. Private kosten	44
2.2.2. Private baten.....	45
2.2.3. Externe kosten	45
2.2.4. Externe baten.....	47
2.2.5. Afweging van de private kosten en baten	47
2.2.5.1. Passiefschool te Lozen	47
2.2.5.1.1. Passiefschool versus conventionele E70-school	48
2.2.5.1.2. Passiefschool versus oude school.....	52
2.2.5.2. Passiefschool te Etterbeek	55
2.2.5.2.1. Passiefschool versus conventionele E70-school	55
2.2.5.2.2. Passiefschool versus oude school.....	57
2.2.6. Afweging van private plus externe kosten en baten.....	59
2.2.6.1. Passiefschool te Lozen	59
2.2.6.1.1. Passiefschool versus conventionele E70-school	59
2.2.6.1.2. Passiefschool versus oude school.....	62
2.2.6.2. Passiefschool te Etterbeek	65
2.2.6.2.1. Passiefschool versus conventionele E70-school	65
2.2.6.2.2. Passiefschool versus oude school.....	67

2.2.7.	Netto contante waarde (NCW)	69
2.2.7.1.	Passiefschool te Lozen	70
2.2.7.2.	Passiefschool te Etterbeek	70
2.2.8.	Interne opbrengstvoet	71
2.2.8.1.	Passiefschool te Lozen	71
2.2.8.2.	Passiefschool te Etterbeek	72
2.2.9.	Overzicht financiële benadering Lozen en Etterbeek	73
2.2.10.	Sensitiviteitsanalyse	74
2.2.10.1.	Passiefschool te Lozen	75
2.2.10.2.	Passiefschool te Etterbeek	76
Hoofdstuk 5 – Subsidies		78
1.1.	<i>Subsidies gekoppeld aan milieuaspecten</i>	78
1.1.1.	Passiefschool te Lozen	79
1.1.2.	Passiefschool te Etterbeek	80
Hoofdstuk 6 – Conclusies		82
Bibliografie		86
Bijlagen		92
Bijlage 1 : Toekenning subsidiebedrag		92
Bijlage 1.1 : Subsidiebedrag passiefschool te Lozen		92
Bijlage 1.2 : Subsidiebedrag passiefschool te Etterbeek		92
Bijlage 2 : Beschrijving materialen passiefschool Lozen		93
Bijlage 2.1 : Beschrijving isolatiesoorten		93
Bijlage 2.2 : Beschrijving luchtdichtheid		94
Bijlage 2.2.1 : Beschrijving luchtdichte bouwelementen		95
Bijlage 2.2.2 : Luchtdichte aansluitingen		95
Bijlage 2.2.3 : Opleveringsproeven		96
Bijlage 2.3 : Buitenschrijnwerk		96
Bijlage 2.3.1 : Beschrijving beglazing, deuren en vliesgevel		97
Bijlage 3 : Berekening emissiefactoren aardgas, stookolie en elektriciteit		99
Bijlage 3.1 : Emissiefactoren voor de passiefschool te Lozen		99
Bijlage 3.2 : Emissiefactoren voor de oude school te Lozen		100

<i>Bijlage 4 : Energieverbruik oude school Lozen</i>	101
Bijlage 4.1 : Tabel energieverbruik stookolie	101
Bijlage 4.2 : Grafische voorstelling energieverbruik stookolie	102
Bijlage 4.3 : Tabel energieverbruik elektriciteit	103
Bijlage 4.4 : Grafische voorstelling energieverbruik elektriciteit	103
Bijlage 4.5 : Grafische voorstelling totaal energieverbruik.....	104
<i>Bijlage 5 : Energieverbruik oude school Etterbeek</i>	105
Bijlage 5.1 : Tabel energieverbruik aardgas	105
Bijlage 5.2 : Grafische voorstelling energieverbruik aardgas	105
Bijlage 5.3 : Tabel energieverbruik elektriciteit	106
Bijlage 5.4 : Grafische voorstelling energieverbruik elektriciteit	106
Bijlage 5.5 : Grafische voorstelling totaal energieverbruik.....	107
<i>Bijlage 6 : Cash-flow tabel E70-school vs. passiefschool Lozen</i>	108
Bijlage 6.1 : Private kosten & baten (<i>eigen berekening</i>)	108
Bijlage 6.2 : Private en externe kosten & baten (<i>eigen berekening</i>).....	109
<i>Bijlage 7 : Cash-flow tabel oude school vs. passiefschool Lozen</i>	110
Bijlage 7.1 : Private kosten & baten (<i>eigen berekening</i>)	110
Bijlage 7.2 : Private en externe kosten & baten (<i>eigen berekening</i>).....	111
<i>Bijlage 8 : Cash-flow tabel E70-school vs. passiefschool Etterbeek</i>	112
Bijlage 8.1 : Private kosten & baten (<i>eigen berekening</i>)	112
Bijlage 8.2 : Private en externe kosten & baten (<i>eigen berekening</i>).....	113
<i>Bijlage 9 : Cash-flow tabel oude school vs. passiefschool Etterbeek</i>	114
Bijlage 9.1 : Private kosten & baten (<i>eigen berekening</i>)	114
Bijlage 9.2 : Private en externe kosten & baten	115

Lijst van figuren

Figuur 1: Machtigingen van de Vlaamse overheid voor scholenbouw	28
Figuur 2: 3D voorstelling passiefschool Lozen	37
Figuur 3: voorstelling en indeling passiefschool Etterbeek	38
Figuur 4: Gemiddelde rente OLO 10 jaar op 6 februari 2012	41
Figuur 6: De prijs voor verhandelbaar europees emissierecht op februari 2012	46
Figuur 7: Meerkost gebruikte materialen passiefschool Lozen	48
Figuur 8: Terugverdiëntijd passiefschool Lozen t.o.v E70 o.b.v private baten.....	52
Figuur 9: Terugverdiëntijd passiefschool Lozen t.o.v oude school o.b.v private baten.....	54
Figuur 10: Meerkost gebruikte materialen passiefschool Etterbeek.....	55
Figuur 11: Terugverdiëntijd passiefschool Etterbeek t.o.v E70 o.b.v private baten	57
Figuur 12: Terugverdiëntijd passiefschool Etterbeek t.o.v oude school o.b.v private baten	58
Figuur 13: Terugverdiëntijd passiefschool Lozen t.o.v E70 o.b.v private en externe baten.....	62
Figuur 14: Terugverdiëntijd passiefschool Lozen o.b.v private en externe baten.....	64
Figuur 15: Terugverdiëntijd passiefschool Etterbeek t.o.v E70 o.b.v private en externe baten	66
Figuur 16: Terugverdiëntijd passiefschool Etterbeek t.o.v oude school o.b.v private en externe baten.....	68
Figuur 17: Grafische weergave sensitiviteitsanalyse verhandelbaar emissierecht Oude school t.o.v passiefschool Lozen	75
Figuur 18: Grafische weergave sensitiviteitsanalyse verhandelbaar emissierecht Oude school t.o.v passiefschool Etterbeek.....	76
Figuur 19: Stookolieverbruik (liter) - oude school Lozen	102
Figuur 20: Stookolieverbruik (kWh) - oude school Lozen.....	102
Figuur 21: Elektriciteitsverbruik (kWh) - oude school Lozen.....	103
Figuur 22: Totaal energieverbruik (kWh) - oude school Lozen	104
Figuur 23: Stookolieverbruik (kWh) - oude school Etterbeek.....	105
Figuur 24: Elektriciteitsverbruik (kWh) - oude school Etterbeek	106
Figuur 25: Totaal energieverbruik (kWh) - oude school Etterbeek.....	107

Lijst van tabellen

Tabel 1: De officiële brandstofprijs in België op 6 februari 2012	42
Tabel 2: Brandstofprijzen stookolie en aardgas (€/kWh)	42
Tabel 3: CO ₂ -uitstoot en prijs per brandstofsoort.....	46
Tabel 4: Totale meerkost passiefschool Lozen	49
Tabel 5: Minkost passiefschool Lozen.....	49
Tabel 6: Energiekost E70-school.....	50
Tabel 7: Energiekost passiefschool te Lozen.....	51
Tabel 8: Vergelijking energiekosten E70-school en passiefschool Lozen	51
Tabel 9: Energiekost oude school te Lozen	53
Tabel 10: Vergelijking energiekosten oude school en passiefschool Lozen	54
Tabel 11: Vergelijking energiekosten E70-school en passiefschool Etterbeek	56
Tabel 12: Vergelijking energiekosten oude school en passiefschool Etterbeek	58
Tabel 13: Totale externe kost per jaar m.b.t aardgasverbruik voor E70-school t.o.v passiefschool te Lozen.....	59
Tabel 14: Totale externe kost per jaar m.b.t elektriciteitsverbruik voor E70-school t.o.v passiefschool te Lozen	60
Tabel 15: Totale externe kost per jaar m.b.t energieverbruiken van beide nieuwbouw scholen Lozen.....	60
Tabel 16: Externe baat d.m.v vergelijking externe kosten E70-school en passiefschool Lozen.....	61
Tabel 17: Private en externe kosten en baten voor passiefschool Lozen t.o.v E70-school.....	61
Tabel 18: Totale externe kost per jaar m.b.t energieverbruik voor oude school Lozen	63
Tabel 19: Externe baat d.m.v vergelijking externe kosten oude school en passiefschool Lozen	63
Tabel 20: Private en externe kosten en baten voor passiefschool Lozen t.o.v oude school.....	64
Tabel 21: Totale externe kost per jaar m.b.t energieverbruiken van beide nieuwbouw scholen Etterbeek	65
Tabel 22: Externe baat d.m.v vergelijking externe kosten E70-school en passiefschool Etterbeek	65
Tabel 23: Private en externe kosten en baten voor passiefschool Etterbeek t.o.v E70-school.....	66
Tabel 24: Externe baat d.m.v vergelijking externe kosten oude school en passiefschool Etterbeek	67
Tabel 25: Private en externe kosten en baten voor passiefschool Etterbeek t.o.v oude school.....	67
Tabel 26: Overzicht financiële benadering Lozen.....	73
Tabel 27: Overzicht financiële benadering Etterbeek	73
Tabel 28: Sensitiviteitsanalyse verhandelbaar emissierecht oude school t.o.v passiefschool Lozen	75
Tabel 29: Sensitiviteitsanalyse verhandelbaar emissierecht oude school t.o.v passiefschool Etterbeek	76
Tabel 30: Beschrijving luchtdichte isolatie van passiefschool Lozen	93
Tabel 31: Beschrijving luchtdichtheid van passiefschool Lozen	94
Tabel 32: Beschrijving luchtdichte bouwelementen van passiefschool Lozen	95

Tabel 33: Beschrijving luchtdichte aansluitingen van passiefschool Lozen	95
Tabel 34: Beschrijving opleveringsproeven van passiefschool Lozen.....	96
Tabel 35: Beschrijving buitenschrijnwerk van passiefschool Lozen	96
Tabel 36: Beschrijving beglazing, deuren en vliesgevel van passiefschool Lozen.....	97
Tabel 37: Energieverbruik stookolie - oude school Lozen.....	101
Tabel 38: Energieverbruik elektriciteit - oude school Lozen.....	103
Tabel 39: Energieverbruik stookolie - oude school Etterbeek	105
Tabel 40: Energieverbruik elektriciteit - oude school Etterbeek	106

Hoofdstuk 1 – Probleemstelling

1.1. *Praktijkprobleem*

Door middel van de energiebesparende maatregelen, opgesteld in het 'Vlaams klimaat beleidsplan 2006-2012', zien we de laatste jaren een daling in het energieverbruik bij gebouwen. Dit brengt met zich mee dat ook de CO₂-emissies afnemen en op deze wijze inspeelt op de huidige milieuproblematiek (Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, 2006). Er zijn een aantal regelingen die dit beleid sturen. Zo is er een premie voorzien voor prioritaire energiebesparende investeringen aan personen die weinig of geen belastingen betalen (Peeters L. , 2008). Eveneens zijn er subsidies die toegekend worden voor het uitvoeren van energiebesparende investeringen in woningen, de vermindering van onroerende voorheffing voor energiezuinige nieuwbouw en de verstrengde eisen voor nieuwbouw en renovatie. Verder is er ook een extra premie voor dakisolatie (Subsidies en steunmaatregelen voor energiebesparende maatregelen in woningen, 2011).

We hebben al geruime tijd kennis kunnen maken met passiehuizen. De laatste jaren merken we ook een stijgende tendens in het bouwen van passiefscholen. Het doel is dat de gebouwen zowel ecologisch als economisch duurzaam zijn. Ruimtes krijgen een meervoudige functie, de energiekost dient beperkt te worden en er moet gezocht worden naar standaardisatie. In Vlaanderen zijn er heel wat schoolgebouwen die in een slechte staat verkeren. De meeste zijn niet aangepast aan de huidige noden en er wordt te weinig geïnvesteerd in schoolgebouwen. Het Vlaamse parlement heeft op 7 juli 2006 een decreet goedgekeurd voor de inhaalbeweging voor schoolinfrastructuur via publiekprivate financiering. De wijze van deze financiering wordt ook wel het DBFM-project genoemd. Dit staat voor Design-Build-Finance en Maintain, hierna verkort "DBFM" genoemd. Met Fortis als privé-partner heeft de overheid een vennootschap opgericht die zorgt voor het ontwerp, de bouw, de financiering en het onderhoud van schoolgebouwen. Men is dan ook van start gegaan met een pilootproject voor de bouw van passiefscholen (Vandenbroucke, 2009) (AGION, 2009).

De overheid promoot de projecten van passiefscholen, zoals hierboven reeds vermeld, door middel van het toekennen van subsidies. Hierbij kunnen we ons echter de vraag stellen of deze subsidies op een adequate wijze toegekend worden. Is er bijvoorbeeld geen sprake van een over- of ondersubsidiëring?

1.2. Onderzoeksvragen

1.2.1. Centrale onderzoeksvraag

Uit bovenstaand praktijkprobleem kunnen we afleiden dat de bouw van passiefscholen een groeiend fenomeen is in Vlaanderen. Voor de bouw van deze scholen worden subsidies uitgereikt door de overheid. In deze eindverhandeling wordt nagegaan of deze projecten op een adequate manier gesubsidieerd worden.

De volgende centrale onderzoeksvraag vormt daarom het uitgangspunt van deze eindverhandeling:

“Worden passiefscholen adequaat gesubsidieerd?”

1.2.2. Deelvragen

Door het formuleren van deelvragen wordt het beantwoorden van de centrale onderzoeksvraag vereenvoudigd. Deze deelvragen spelen in op enkele specifieke aspecten van de centrale onderzoeksvraag en helpen zo om deze op een structurele manier te onderzoeken.

Eerst en vooral is een inzicht in het begrip ‘passiefschool’ onontbeerlijk om het geheel van deze masterproef te begrijpen. Hier vloeien dan ook de eerste twee deelvragen uit voort:

1. Wat is een passiefschool?

Om deze deelvraag te beantwoorden, wordt vertrokken vanuit een literatuurstudie omtrent passiefhuizen. Er is namelijk nog niet veel wetenschappelijke documentatie omtrent passiefscholen voorhanden. Een eerste verkennende literatuurstudie zal meer relevante informatie naar voor brengen om een algemene kijk op passiefscholen weer te geven. Verder zal het ook een beter inzicht bieden in de speciale eigenschappen van een passiefschool. Hieruit kan afgeleid worden wat een passiefschool onderscheidt van een conventionele school. Het komt er dus op neer een sluitende definitie te kunnen vormen voor de term ‘passiefschool’.

Nadat we een algemeen beeld hebben bekomen over het begrip 'passiefschool' kunnen we dieper ingaan op de technologische aspecten die een passiefschool bevat. De tweede deelvraag zal ervoor zorgen dat we de passiefschool duidelijk kunnen onderscheiden van een conventionele school en de derde deelvraag zal de normen voor een passiefschool nader onderzoeken:

2. Wat is het verschil tussen een passiefschool en een conventionele school?

Om deze deelvraag te beantwoorden zal nagegaan moeten worden in welk opzicht de soorten technieken en gebruikte materialen verschillen van een conventionele school. Voor een passiefschool zijn er wat dit betreft tal van mogelijkheden. Als deze ten opzichte van elkaar vergeleken worden, kan nagegaan worden welke meerwaarde ze aan de bouw schenken. Hierbij is het belangrijk te kijken naar de luchtdichtheid van de materialen en de isolerende waarde ervan. Dankzij vergelijkende studies kan achterhaald worden welke technieken de beste verbruikskostenreductie opleveren. Verder zijn er ook technieken die gebruik zullen maken van hernieuwbare bronnen. Zo hebben we bijvoorbeeld zonneboilers of warmtekrachtpompen die gebruik maken van aardwarmte. Deze energie is namelijk zeer milieuvriendelijk en heeft geen CO₂-uitstoot (Qing, Ming, & Ming, 2010) (Badescu & Sicre, 2003). Nadat alle mogelijke technieken voor passiefscholen besproken zijn, is het de bedoeling deze te toetsen aan de praktijk. Er zal gekeken worden welke technieken in de passiefbouw van de gevalstudies, die ik binnen deze thesis zal bespreken, gebruikt zullen worden. Verder kan nagegaan worden of het gebruik van andere technieken de school een hogere kostenbesparing had kunnen opleveren.

3. Wat zijn de voorwaarden om tot een passiefschool te behoren?

Deze deelvraag zal beantwoord worden door te achterhalen welke de normen zijn om te voldoen aan passiefschool (Heudorf, 2007). Er moet nagegaan worden wat de netto energiebehoefte is voor verwarming, koeling en verluchting en wat de gewenste luchtdichtheid is. Nadat deze waarden bepaald zijn kan er nagegaan worden, aan de hand van een inschatting, of de gevalstudies in de praktijk aan deze normen zullen voldoen.

De volgende twee deelvragen trachten een inzicht te bieden hoe de subsidiering van passiefscholen in zijn werk gaat en welke voorwaarden voldaan moeten zijn om van zulke subsidies te kunnen genieten.

4. Wanneer komt een school in aanmerking voor subsidies?

Om deze deelvraag op te lossen zal contact opgenomen worden met het 'Agentschap voor Infrastructuur in het onderwijs', (AGION). Deze instantie staat namelijk in voor de toekenning van subsidies.

5. Hoe wordt de hoogte van de subsidie bepaald?

Deze deelvraag zal vooral beantwoord worden door uitvoering van het praktijkgedeelte en met behulp van AGION. Nadat al de voorgaande gegevens bekomen zijn, kan er overgegaan worden tot de bepaling van de meerkost van een passiefschool ten opzichte van een conventionele school. Dit is belangrijk om na te gaan of de school een correcte subsidie ontvangt voor de bouw van de passiefschool. Deze subsidie wordt namelijk op basis van de meerkost bepaald. Onder de meerkost worden de kosten voor rekening van de bouwheer opgenomen. Hierbij wordt echter geen rekening gehouden met de externe effecten. Bij een passiefschool zal de meerkost zich voornamelijk bevinden in de gebruikte materialen zoals de algemene installatie van de bouw, de beglazing, dak-, muur- en vloerisolatie en luchtdichtheid. Verder zijn er ook maatschappelijke kosten verbonden aan de CO₂-uitstoot. Hiervoor is het noodzakelijk de monetaire waardering te achterhalen. Dit kan achterhaald worden door na te gaan of de milieuvriendelijke doelstelling op de meest goedkope wijze bereikt is.

Het opnemen van variabelen in de subsidies zal beter zijn om de adequaatheid ervan te bepalen. Een suggestie zou kunnen zijn om te werken met efficiënte subsidies. Deze zullen een beter overeenkomst met de kosten vertonen. Door het inbrengen van intervallen voor de getalwaarden van onzekere variabelen kan een sensitiviteitsanalyse toegepast worden.

1.3. Definiëring en afbakening van belangrijke begrippen

Voor een duidelijk inzicht in deze eindverhandeling is het noodzakelijk dat er enkele afbakeningen gemaakt worden en dat we enige begrippen definiëren. Eerst en vooral dient opgemerkt te worden dat deze eindverhandeling handelt over 'Passiefscholen'. Dit begrip kan als volgt gedefinieerd worden:

"Een passiefschool is een gebouw dat gebruik maakt van een specifieke constructiestandaard om zowel in de zomer als in de winter een goed binnenklimaat te creëren en dus een optimalisatieproces naar energie efficiëntie nastreeft." (Marrecau, Flyer) (AGION)

In deze eindverhandeling zal de nadruk gelegd worden op de beoordeling van de subsidiëring die toegekend wordt aan nieuwe bouwprojecten in het perspectief van de milieuwinst die hierbij geboekt wordt.

Een tweede afbakening maken we op geografisch gebied. In deze eindverhandeling nemen we enkel Vlaanderen in beschouwing. De redenen hiervoor zijn de verschillende subsidieregelingen in België.

1.4. Onderzoeksopzet

Het eerste deel van deze eindverhandeling, '*Probleemstelling*', schetst een beeld over de huidige milieuproblematiek, de opkomende tendens van passiefbouw en de subsidiëring die hiervoor toegekend wordt. Er zal een toelichting volgen van de reden waarom dit in deze eindverhandeling onderzocht gaat worden en de wijze waarop dit zal gebeuren. Het praktijkprobleem mondt uit in de centrale onderzoeksvraag: "Worden passiefscholen adequaat gesubsidieerd?" Om tot deze onderzoeksvraag te komen, zal deze vooraf gegaan worden door een vijftal deelvragen. Deze deelvragen zullen vervolgens beantwoord worden met behulp van een literatuurstudie. Om ten slotte de centrale onderzoeksvraag juist te kunnen behandelen zal nog een studie uitgevoerd worden om het antwoord te kunnen staven met case studies uit de praktijk.

1.4.1. Literatuurstudie

Voor de uitvoering van de '*Literatuurstudie*' zal gebruik gemaakt worden van primaire, secundaire en tertiaire bronnen (Sekaran, 2003). De primaire bronnen zijn in dit geval vooral papers (al dan niet) gepubliceerd door relevante instanties en organisaties die studies voeren naar passiefscholen. Hier komen vooral Vlaamse instellingen aan bod. Het gaat hierbij om online beschikbare officiële bronnen. Hierbij heb ik vooral overheidsinstellingen geraadpleegd en een heel belangrijk orgaan is het 'Agentschap voor Infrastructuur in het Onderwijs', hierna genoemd "AGION". Dit orgaan staat namelijk in voor de toekenning van de subsidies voor de passiefscholen.

Naast het vergaren van kennis puur uit literatuur heb ik ook persconferenties van mijn case studies kunnen bijwonen. Verder heb ik een bezoek gebracht aan de 'Passive House'-beurs 2011, in Tour en Taxi te Brussel. Hier heb ik nog heel wat extra literatuur kunnen vergaren aan de verschillende standen, waaronder bijvoorbeeld het Passiefhuis-Platform.

De meeste literatuur heb ik digitaal vergaard. Zo had ik mij ook ingeschreven voor de maandelijkse nieuwsbrief van Passiefhuis-Platform. Op die wijze kon ik up to date blijven betreffende de laatste stand van zaken. De meeste informatie werd bekomen door middel van brochures en online publicaties. Hierbij had ik veel aan de websites van de Vlaamse overheid, Passiefhuis-Platform, Cenergie en AGION.

De secundaire bronnen die gehanteerd worden, zijn tal van professionele vaktijdschriften en verschillende hand- en leerboeken. Ook tertiaire bronnen, zoals literatuurlijsten en databanken, geven toegang tot nieuwe gegevens.

Gezien de materie en de mogelijke wijzigingen in de subsidieregeling, is het noodzakelijk dat we hiermee rekening houden bij de keuze van de literatuur. In deze eindverhandeling worden dan ook enkel recente bronnen gebruikt.

Verder zullen de deelvragen en de centrale onderzoeksvraag beantwoord worden aan de hand van interviews met bevoorrechte getuigen.

1.4.2. Praktijkstudie

Tenslotte biedt de '*Praktijkstudie*' een raakvlak met de realiteit. Het is de bedoeling een aantal Case Studies uit te voeren van verschillende passiefscholen die reeds een subsidie van AGION toegekend hebben gekregen. Hiervoor is het nodig dat ik inzage krijg in de gegevens van de verschillende scholen.

Er zal gekeken worden welke technieken in de passiefbouw van de scholen gebruikt zijn of zullen worden. Aan de hand van al deze info kan de kostenbesparing berekend worden. Deze berekeningen zullen, indien mogelijk, ex ante en ex post geëvalueerd worden. Aan het begin van het project zal een ex ante inschatting gemaakt worden van de kosten voor de bouw. Vervolgens kan tijdens en eventueel na de bouw geverifieerd worden of de gemaakte voorspellingen zijn uitgekomen. Na de verificatie kan vastgesteld worden welke afwijkingen er zijn tussen de werkelijke en de voorspelde kosten.

Verder zal een kosten-batenanalyse voor de verschillende 'case studies' opgesteld worden. Om dit op te stellen zal gebruik gemaakt worden van 'Excel'. Eerst en vooral worden de huidige verbruikskosten in rekening gebracht. Deze kunnen bekomen worden via de voorzitter van het schoolbestuur. Vervolgens zal er een inschatting gemaakt worden van de toekomstige kosten binnen de passiefschool. Dit zal gebeuren aan de hand van de gebruikte materialen. Hun isolerende waarden zullen weergeven hoeveel energie er verwacht wordt verloren te gaan. Met behulp van de op dat moment gangbare energieprijzen kan dan een inschatting gemaakt worden van de toekomstige verbruikskosten. Op basis van de huidige en toekomstige verbruikskosten kan men dan de baten gaan berekenen. Voor de passiefschool is de baat de besparing in energiekosten.

Met behulp van een sensitiviteitsanalyse zullen de onzekere parameters geïdentificeerd worden. Op deze wijze wordt onderzocht in welke mate het resultaat van het onderzoek beïnvloed wordt door een verandering in techniek of materiaal binnen de passiefschool. Door middel van de verschillende scenario's naast elkaar te leggen wordt getracht de variabelen, die de resultaten het meest beïnvloeden, te identificeren.

Natuurlijk gaat het hier ook om een investeringsproject, namelijk de bouw van een nieuwe school. Na het uitvoeren van een kosten-batenanalyse kan dus een cashflowtabel opgesteld worden waaruit de netto contante waarde (NCW) berekend kan worden.

Zoals eerder vermeld zal naast een gewone kosten-batenanalyse eveneens een maatschappelijke kosten-batenanalyse uitgevoerd worden. Op deze wijze kan nagegaan worden wat de verandering binnen de school is betreffende CO₂-concentraties (Mahdavi & Doppelbauer, 2010). Om deze masterproef verder te verhelderen zal gekeken worden hoeveel CO₂-uitstoot er vermeden wordt, in het bijzonder of de waarde van deze milieubaat de subsidies kan verantwoorden. Dit is dan ook een zeer belangrijke maatschappelijke baat.

Om te achterhalen of er sprake is van een over- of ondersubsidiëring dient nagegaan te worden wat de gebruikelijke tarifiering is voor het toekennen van subsidies. Aan de hand van deze gegevens is het de bedoeling te achterhalen wat de 'correcte subsidie' is die een school kan ontvangen voor de bouw. Subsidies worden namelijk berekend op basis van de meerkost die bij een passiefschool komt kijken. Daarvoor is het noodzakelijk om eerst al het voorgaande te bepalen. Vervolgens zullen deze bevindingen vergeleken worden met de subsidie die reeds toegekend zijn aan scholen. Op basis van deze analyse kan ik dan nagaan of er over- of ondersubsidiëring is.

Hoofdstuk 2 – Literatuurstudie

2.1. Beschrijving begrip 'Passiefschool'

Binnen passiefgebouwen wordt een optimalisatieproces naar energie efficiëntie nagestreefd. Er wordt gebruik gemaakt van een specifieke constructiestandaard. Op deze wijze wil men zowel in de zomer als in de winter een goed binnenklimaat creëren. In een passiefgebouw kan zonder een actief verwarmings- en aircosysteem een aangenaam leefklimaat bereikt worden. Natuurlijk is de constructiestandaard zo ontwikkeld dat er geen comfortverlies ontstaat (AGION) (Marrecau, Flyer).

Het principe waarop men zich hierbij baseert is het 'Trias Energetica'. Als eerste streeft men naar beperking van de energievraag. Dit door middel van maatregelen die voor een aantal jaren vastliggen en door warmte recuperatie. Vervolgens gaat men gebruik maken van duurzame energiebronnen. Hieronder kunnen passieve zonnewinsten en hernieuwbare energie verstaan worden. Ten slotte gaat men eindige energie efficiënt gebruiken. Hiervoor maakt men gebruik van zuinige ventilatoren en van huishoudstroom (Nieman, 2006) (Brink - Climate systems, 2010) (Hilderson, 2008).

Bij de passieve constructiestandaard ligt er dus een essentie op bepaalde aspecten. Zo streeft men naar zeer goede luchtdichtheid van het gebouw en het gebruik van zeer efficiënte isolatie waardoor warmteverliezen beperkt worden. Het is zeer belangrijk dat de constructies koudebrugvrij zijn. De luchtkwaliteit binnen in het gebouw dient gewaarborgd te worden door middel van ventilatie en warmteterugwinning. Een ander belangrijk aspect is het gebruik van passieve en duurzame energie (Xella BE nv/sa, 2007) (Peeters W. , 2011) (AGION, 2009).

Kortweg kan dus gezegd worden dat een passiefschool een schoolgebouw is waarbij energiebesparing nagestreefd wordt en waar het hoofdaccent gelegen is op energiebesparing en de aanwending van alternatieve energiebronnen (Kabinet Vlaams minister van Onderwijs en Vorming, 2008) (Hilderson, 2008).

2.2. Technische aspecten van een passiefschool

In bovenstaande sectie 2.1 werd reeds een toelichting gegeven betreffende de definitie van een passiefschool. Maar om te kunnen spreken van een passiefschool dienen enkele basisprincipes gerespecteerd te worden die hieronder verder besproken zullen worden. Het doel van een passiefschool is namelijk het opleveren van besparingen op energieverbruik. Deze besparing kan mogelijk gemaakt worden door het gebruik van een betere isolatie, een extreme luchtdichtheid en een mechanische balansventilatie. Een goede oriëntatie van beglazing, wat leidt tot passieve warmtewinsten, is eveneens van belang (Wienerberger & Recticel insulation). Verder zijn er ook interne warmtebronnen aanwezig. Zo bekomt een school eveneens warmte door de aanwezigheid van personen en elektrische apparaten (Marrecan & Meyers, Passiefscholen).

Betreffende de basisprincipes zullen hieronder technieken besproken worden die een reductie van het energieverbruik tot gevolg hebben. Zo zullen de doorgedreven isolatie, comfortventilatie, warmtewinsten, luchtdichtheid, efficiënte apparaten en hernieuwbare energie achtereenvolgens besproken worden.

2.2.1. Doorgedreven isolatie

Doordat een passiefschool over een hogere isolatiegraad beschikt zal dit tot gevolg hebben dat de transmissieverliezen van het gebouw beperkt worden. De dikte van isolatie is afhankelijk van de gebruikte constructie- en isolatiematerialen. Een doeltreffende isolatielaag is nodig om een traditioneel verwarmingssysteem achterwege te kunnen laten en toch een ideaal warmte comfort te blijven behouden. De isolatiediktes die gebruikelijk zijn voor muren, daken en vloeren zijn gelegen tussen 18 cm en 40 cm. De dikte is afhankelijk van het type isolatiemateriaal dat gebruikt wordt (TVH, 2011). Verder dient het vermijden van koudebruggen nagestreefd te worden. Dit is een plaats waar er onderbreking in de isolatie bestaat. Langs deze weg kan koude makkelijk het gebouw binnendringen. Dit kan leiden tot condensatie wanneer warme lucht in contact komt met een koud oppervlak. Condensatie heeft tot negatief gevolg dat het gebouwschade kan opleveren. Zo worden bijvoorbeeld, drempels, slecht geplaatste ramen en onderbroken isolatie gezien als koudebruggen (Vlaams Energieagentschap).

In de eerste plaats is dus een efficiënte gebouwschil noodzakelijk. Door gebruik te maken van een hoge graad van isolatie kunnen transmissieverliezen drastisch beperkt worden.

2.2.1.1. Ψ -waarde: op niveau van een constructie

De lineaire warmtedoorgangscoefficiënt wordt door de psi-waarde weergegeven en uitgedrukt in W/mk. Het biedt een weergave van hoeveel warmte verloren gaat door een lineaire koudebrug uitgedrukt per strekkende meter van het materiaal bij een temperatuurverschil van één graad. Door de psi-waarde te vermenigvuldigen met het aantal meter dat het materiaal in de constructie voorkomt, wordt het lineaire warmteverlies bekomen. Een materiaal of constructie wordt koudebrugvrij geacht wanneer de psi-waarde kleiner of gelijk is aan 0,01 W/mk. Dit wil echter niet zeggen dat een waarde die hoger gelegen is rechtstreeks tot koudebrug problemen zal leiden. Wel gaat een hogere waarde gepaard met hogere transmissieverliezen. Deze verliezen kunnen vereffend worden door de overige componenten te voorzien van een hogere isolatiewaarde (Boonstra, Clocquet, & Joosten, 2006).

2.2.1.2. λ -waarde: op niveau van het materiaal

Materialen zijn in het bezit van een warmtegeleidend vermogen. Een materiaal wordt geacht slechter te isoleren naar mate het beter warmte geleidt. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de lambdawaarde en geeft een cijfer aan de isolatiewaarde van een materiaal. Een goed isolatiemateriaal beschikt over een waarde die kleiner is dan 0,065 W/mK. Een materiaal heeft een betere isolerende waarde naar mate de lambdawaarde kleiner is, dan wordt het warmteverlies beter tegengehouden (Vlaams Energieagentschap).

2.2.1.3. U-waarde: op niveau van een constructie

Om de warmtetransmissie uit te drukken wordt er gebruik gemaakt van een U-waarde en wordt voluit de warmtedoorgangscoefficiënt genoemd. De U-waarde geeft weer hoeveel warmtetransmissie een wand of een andere scheidingsconstructie toelaat. Dit zijn de voormalige k-waarden. Deze waarde wordt uitgedrukt in de hoeveelheid doorgelaten warmte, Watt, per vierkante meter per graad temperatuurverschil tussen de twee zijden die de wand scheidt. Voor deze waarde geldt, hoe lager de U-waarde, hoe beter de wand isoleert en dus hoe minder warmte verloren gaat naar buiten toe (Vlaams Energieagentschap). Naast de U-waarde bestaat er ook een R-waarde wat een aanduiding geeft van warmteweerstanden van bouwmaterialen en constructiecomponenten. De minimale waarde die hierbij gehanteerd dient te worden bedraagt 3 m²K/W. Deze R-waarde wordt bepaald door de dikte van die isolatie uitgedrukt in meter te delen door de lambda waarde zoals verklaard in sectie 2.2.1.2 hierboven (Peeters L. , 2008).

Voor de passiefstandaard zijn er maximumwaarden toegekend voor deze U-waarde. Voor buitenschrijnwerk, zoals ramen en deuren bedraagt deze 0,85 W/m²K, voor beglazing geldt een maximum waarde van 0,80 W/m²K en voor wanden, vloeren, muren en daken is een maximum waarde van 0,15 W/m²K (Marrecau & Meyers, Passiefscholen). Dit alles komt neer op een netto energiebehoefte die op jaarbasis lager is dan 15 kWh/m² (Vlaamse overheid, 2007) (De bruyn, 2007).

2.2.1.4. K-peil: op niveau van een gebouw

Het K-peil wordt gehanteerd om het maximale peil van de globale warmte-isolatie van het gebouw weer te geven (EPC-platform, 2010). In het decreet is geen vaste waarde opgelegd voor dit peil. Hierbij wordt K15 als maximale richtwaarde aangenomen. Deze waarde houdt rekening met warmteverlies van de verschillende materialen verbonden met de compactheid van het gebouw. Het gebouw is beter geïsoleerd naar mate het k-peil lager is. Compactheid kan omschreven worden als de creatie van een zo groot mogelijk bewoonbaar volume met een zo klein mogelijke buitenoppervlakte. Onder buitenoppervlakte zijn wand, vloer, dak en glas opgenomen. Dit zijn ruimtes waarlangs warmte verloren kan gaan. Bijgevolg kan het buitenoppervlakte eveneens benoemd worden als het warmteverliesoppervlakte (Vlaams Energieagentschap). Kortweg kan de compactheid van een schoolgebouw dus berekend worden door het volume te delen door de oppervlakte (Hilderson, 2008). Deze compactheid wordt bepaald door de isolatie, luchtdichtheid, ventilatie, verwarmingsinstallatie, het systeem van warmwatervoorziening, oriëntatie van de bezonning, de koel- en de verlichtingsinstallatie (AGION, 2009).

2.2.1.5. E-peil: op niveau van een gebouw

Energiebesparing dient veel aandacht te krijgen in het geval van nieuwbouwprojecten. Hiervoor is het E-peil opgesteld om de energiezuinigheid uit te drukken. De waarde staat voor het peil van het primaire energieverbruik. Hoe lager de waarde van het peil hoe zuiniger het gebouw is betreffende energieverbruik (EPC-platform, 2010). Vroeger moest voldaan worden aan de E100-norm. Sinds 1 januari 2008 is deze verstrengd tot de E70-norm. De strenge richtlijn moet leiden tot ongeveer een besparing van 30 procent energie. De richtlijn is echter voor passiefscholen nog strenger. Het E-peil van een passiefschool mag namelijk niet hoger zijn dan de maximum waarde van E55 (Vlaamse overheid, 2007). Dankzij de besparing die deze richtlijn teweegbrengt zou de school dan ook meer budget vrij hebben voor extra pedagogische doeleinden. Het E-peil is eveneens als het K-peil afhankelijk van de compactheid zoals hierboven in sectie 2.2.1.4 reeds omschreven werd. Het geeft dus de best mogelijke combinatie tussen de extrakosten en de energiebesparing. De meerkost om deze norm te behalen wordt gesubsidieerd (Marrecau & Meyers, Passiefscholen).

2.2.2. Luchtdichtheid

Een ander belangrijk aspect is het beperken van de ventilatie- en warmteverliezen. Daarom is het noodzakelijk dat er gestreefd wordt naar een extreme luchtdichtheid. Hierbij is het belangrijk aandacht te schenken aan de volgorde van de werken om zo een extreme luchtdichtheid toe te laten. Op deze wijze worden spleten en kieren zoveel mogelijk geweerd en wordt de warmte binnen gehouden. Via een pressurisatieproef of 'blowerdoor test' kan de luchtdichtheid nagegaan worden. Voor deze test creëert men een drukverschil van 50 Pascal tussen de binnen- en buitenruimte. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de n50-waarde. Deze waarde staat voor de verhouding van het volume lucht dat per uur doorheen de schil gaat, gedeeld door het binnenvolume van het gebouw. Er wordt gesproken van overdruk als er binnen meer druk is dan buiten en van onderdruk in het omgekeerde geval. De n50-waarde mag volgens de passiefstandaard niet groter zijn dan 0,60 per uur (Marrecau & Meyers, Passiefscholen) (Vlaamse overheid, 2007) (De bruy, 2007).

2.2.3. Comfortventilatie

Ventilatie is van groot belang voor het creëren van een gezond binnenklimaat in scholen. De binnenlucht is namelijk ongeveer tweemaal meer vervuild dan buitenlucht. Mogelijke gevolgen van deze vervuilde lucht kunnen geur en ademhalingsproblemen zijn (Marrecau & Meyers, Passiefscholen). Het is dus van uiterst belang dat een goedgeïsoleerde en luchtdichte school voorzien is van een minimale en gecontroleerde ventilatie. Een goede basisventilatie is opgebouwd uit volgende elementen: de aanvoer van verse lucht, de doorstroming van lucht en de afvoer van vuile lucht. Dit wordt mechanische balansventilatie genoemd (Vlaams Energieagentschap).

Aangezien het balansventilatiesysteem steeds zorgt voor een aangenaam binnenklimaat, wordt extra verwarming door middel van verwarmingselementen in een passiefschool overbodig. Er dient echter wel een naverwarmingssysteem voorzien te zijn. Alzo kan gedurende koude dagen de aangevoerde luchtstroom op gewenste temperatuur gebracht worden (Passiefhuisplatform, 2009).

Bij dit ventilatiesysteem komt nog een ander aspect, namelijk de warmte recuperatie. Met behulp van een warmterecuperatieapparaat wordt, vooral in de winter, de aangevoerde koude buitenlucht verwarmd door de afgevoerde warme binnenlucht (Hilderson, 2008). Er dient echter wel benadrukt te worden dat beide luchtstromen niet met elkaar in contact komen. Dit zou de kwaliteit van de zuivere buitenlucht kunnen schaden. Het voordeel van dit systeem is dat ongeveer 90 procent van de warmte afkomstig van binnenlucht herbruikt wordt om de binnenkomende stroom te verwarmen. Deze wijze van ventilatie leidt tot 70 à 90 procent minder energieverlies. Het percentage is afhankelijk van het rendement van de warmtewisselaar (Vlaams Energieagentschap) (Marrecau & Meyers, Passiefscholen).

Om de binnenkomende stroom op een aanvullende manier te verwarmen, kan gebruik gemaakt worden van een bodem-lucht warmtewisselaar. Hierbij betreedt de buitenlucht de school door een buis die ingegraven zit in de grond. In de winter zorgt de warmere bodem ervoor dat de koude buitenlucht voorverwarmd wordt, vooraleer deze de school ingeblazen wordt. Tijdens de zomermaanden gebeurt echter het omgekeerde. Hierbij wordt de warme buitenlucht door de koele bodem afgekoeld (Marrecau & Meyers, Passiefscholen).

Verder kan een warmtepomp gebruikt worden om warmte uit bodem, lucht of water te halen. Enerzijds heeft dit een gunstige invloed op het milieu en anderzijds krijgt het gebouw een beter EPB-peil. Dit verhoogt bijgevolg de waarde van het gebouw. Het zijn elektrisch aangedreven pompsystemen die warmte uit een warmtebron winnen. Vervolgens wordt een compressie gebruikt om deze warmte aan het verwarmingssysteem af te staan. Er bestaan ook systemen die een omgekeerde werking hanteren, zij leveren passieve koeling. Het voordeel van een warmtepomp is dat tot 75 procent van de energie bekomen kan worden dankzij de natuur. Bijgevolg is dit een 'gratis' wijze van energievoorziening. Het is niet voor alle gebouwen rendabel een warmtepomp te installeren. Indien een gebouw niet goed geïsoleerd is, kan er weinig voordeel uit gehaald worden. Daarom is één van de basisprincipes voor de installatie van een warmtepomp het beschikken over een luchtdicht gebouw. Verder speelt het type ventilatiesysteem ook een rol. Het beste is een ventilatietype waarbij warmterecuperatie gehanteerd wordt. Eveneens moet de EPB-informatie gecombineerd worden met het K-peil om de juiste afmetingen van de warmtepomp vast te leggen. Hierbij geldt dat voor het bekomen van een hoger rendement, de 'Coefficient of Performance' (COP)¹ hoger moet zijn en de verwarmingstemperaturen lager (Wouters & Steenaerts, 2012).

¹ Deze prestatiecoëfficiënt is ontwikkeld als doel om de verschillende soorten warmtepompen te kunnen verifiëren. Het is een ratio van de warmte verandering bij de uitkomst, in dit geval het warmtereservoir, op het geleverde werk (WebFinance, Inc, 2012).

2.2.4. Passieve warmtewinsten

Het gebruik van zeer efficiënte ramen is dus noodzakelijk voor passiefgebouwen. De voorkeur gaat bijgevolg ook uit naar driedubbele beglazing boven dubbele beglazing. Onder efficiënte ramen worden ramen verstaan die in de winter de warmte van de zon binnen laten en tegelijkertijd goed isoleren. Deze kunnen functioneren als passieve zonnecollectoren. Ze leveren namelijk een totale energiewinst die groter is dan het verlies. Hoe dikker de beglazing hoe beter het warmteverlies geminimaliseerd wordt. Om ongeveer 40 procent van de warmteverliezen van een gebouw te herstellen moet de beglazing een zonnetoetredingsfactor van minimum 50 procent hebben (Marrecau & Meyers, Passiefscholen). Deze wordt uitgedrukt als de g-waarde voor beglazing. Deze waarde geeft aan wat de totale lichtdoorlatendheid van zonne-energie is. De zonnetoetreding wordt verwacht een g-waarde te hebben die hoger gelegen is dan 0,50. Eveneens biedt de zuidelijke oriëntatie van de ramen hierbij een grotere energiewinst. Hierbij dient erop gelet te worden dat deze niet beschaduwd worden. Deze toevoer van daglicht zorgt er eveneens voor dat het energiegebruik voor kunstverlichting verlaagd wordt (Passiefhuis-platform VZW). Een bepaalde mate van zonwering is echter belangrijk. De zonwering zorgt er namelijk ervoor dat oververhitting in de zomer voorkomen wordt (ArchitectuurGroep Oosthoven bvba, 2010). Verder wordt ook de warmtevraag in de winter en de koelvraag in de zomer gereduceerd (Hilderson, 2008). Eveneens de oppervlakte van de beglazing en de interne warmtewinsten leveren hun bijdrage bij de aanwending van passieve winsten (De bruyn, 2007).

2.2.5. Efficiënte apparaten

Het gebruik van efficiënte apparaten is ook een essentieel aspect. De voorziening van huishoudapparaten met een maximale efficiëntie reduceert de elektriciteitsconsumptie met 50 procent zonder comfortverlies. Daarenboven zijn deze energiezuinige apparaten over hun levensduur heen goedkoper dan conventionele apparaten. Energiezuinige toestellen betalen zichzelf, onder de vorm van energiebesparing, terug (Marrecau & Meyers, Passiefscholen). Het is belangrijk om gebruik te maken van toestellen die in het bezit zijn van een A+-label en dat men zoveel mogelijk probeert gebruik te maken van natuurlijk licht als verlichting in plaats van elektrische verlichting (ArchitectuurGroep Oosthoven bvba, 2010).

2.2.6. Hernieuwbare energie

Het verbruik van een passiefschool ligt 75 procent lager dan dat van een conventionele school (Marrecau & Meyers, Passiefscholen). Bijgevolg is het interessant om over te schakelen naar hernieuwbare energie. Tegenwoordig zijn er verschillende technieken die hier reeds gebruik van maken. Zo zijn er bijvoorbeeld zonnepanelen, warmtepompen en zonneboilers. Tot op heden wordt nog niet altijd van deze toepassingen gebruik gemaakt bij passiefscholen. Indien hiervan gebruik gemaakt wordt, gaat het in de meeste gevallen over zonnepanelen.

2.3. *Passiefschool vs conventionele school*

Daar waar voor een passiefschool een serieuze meerkost aangerekend wordt, heeft een conventionele school eerder een zo laag mogelijke bouwprijs. Dit brengt met zich mee dat er binnen een conventioneel schoolgebouw meer gekampt wordt met relatief hoge operationele kosten (Marrecau & Meyers, Passiefscholen).

Bij een passiefschool maakt men echter gebruik van meer duurzame bouwtechnieken wat vervolgens voor een omgekeerd effect zorgt. Er is een hogere investering vereist omdat de materialen een duurder prijskaartje hebben, maar de uiteindelijke operationele kosten worden hierdoor verlaagd (Marrecau & Meyers, Passiefscholen). De passieve constructiestandaard zorgt er namelijk voor dat warmteverliezen geminimaliseerd worden. Een verbeterde isolatie, luchtdichtheid en warmteterugwinning door middel van ventilatie veroorzaken namelijk een daling van de vraag naar verwarming ten opzichte van conventionele scholen. Hierbij gaat een passiefgebouw nog iets verder dan een 'laag-energie gebouw'. Binnen een passiefschool wordt eveneens voldaan aan de interne vraag door middel van passieve warmtebronnen. Hieronder wordt onder andere de lichaamswarmte van de aanwezige personen, apparatuur en de zonne-energie die bekomen wordt door de beglazing verstaan (Gustavsson & Joelsson, 2010). De techniek die voor deze passiefgebouwen gebruikt wordt, zorgt ervoor dat de energieverliezen drastisch beperkt worden en de warmtewinsten gemaximaliseerd worden. Een conventioneel verwarmingssysteem en een traditioneel koelsysteem zijn niet altijd van toepassing wanneer gebruik wordt gemaakt van de zogenaamde passiefhuistechnologie (Marrecau & Meyers, Passiefscholen).

De levenscyclus van een gebouw omvat de productie van bouwmaterialen, de bouwconstructie op zichzelf, de exploitatie, het onderhoud, de demontage en het afvalbeheer. Al deze fasen dienen beschouwd te worden om het primaire energiegebruik van de levenscyclus en de CO₂-emissies te verlagen. Het primaire energiegebruik en de CO₂-emissies zijn afhankelijk van de energievoorziening. Het is namelijk zo dat het gebruikte constructiemateriaal het energieverbruik in de productiefase beïnvloedt (Gustavsson & Joelsson, 2010). Zo is de interne verwarming een functie van technische kenmerken die betrekking hebben op het gebouw en het verwarmingssysteem dat gebruikt wordt (Monahan & Powell, 2011). Verder is het ook belangrijk welke soort energiebron gekozen wordt. Het is namelijk zo dat het soort brandstof fundamenteel is voor de CO₂-emissie (Gustavsson & Joelsson, 2010).

De gebruiksfase omvat energie voor interne verwarming, meer specifiek energie die nodig is voor het verwarmingssysteem en elektriciteit die nodig is om het ventilatiesysteem te laten werken. Dit wordt kortweg de primaire energie genoemd. Naast de aanwending van energie leveren elektrische apparaten ook een bijdrage aan de verwarming van de binnenlucht. Passieve gebouwen hebben een significant lager verbruik van totale primaire energie. De CO₂-emissie die veroorzaakt wordt door een gebouw is afhankelijk van het koolstofgehalte dat de gebruikte brandstof bevat. Zo zien we dat systemen die gebaseerd zijn op biomassa de minste uitstoot met zich meebrengen. Verder is ook een lagere uitstoot merkbaar wanneer elektriciteit afkomstig is van gas in plaats van steenkool als primaire energie. Er kan dus geconcludeerd worden dat de keuze van bouwmaterialen een invloed uitoefenen op de productie-energie. Vervolgens blijken warmtepompen ook zeer efficiënt te zijn (Gustavsson & Joelsson, 2010).

Zoals hierboven reeds vermeld, komt bij het bouwen van een passiefschool een meerkost naar boven. De specifieke extra kosten kunnen ingedeeld worden in zeven groepen. Er zijn namelijk kosten nodig voor verwarming, ventilatie, isolatie, luchtdichtheid, grondwerken, afwisseling in netto vloeroppervlak en overige diverse kosten. Onder deze laatste categorie zitten verschillen in kosten vervat die het gevolg zijn van de toegepaste bouwtechnieken. Zo verschilt ook de netto oppervlakte van deze van een conventionele school. Afhankelijk van de gekozen bouwmaterialen is een passiefschool meestal voorzien van dikkere muren. Bijgevolg wordt voor een passiefschool ook gesproken van een netto- en bruto-oppervlakte.

De netto-oppervlakte wordt bekomen door de bruto-oppervlakte te vermenigvuldigen met gemiddeld 0,8. Naast extra kosten die tot uiting komen in de bouwmaterialen geldt er ook een meerkost die veroorzaakt wordt door de extra kosten betreffende architecten en studie bureaus. Toekomst gericht dienen deze kosten drastisch te verminderen aangezien men dan over de nodige kennis beschikt. De hogere kost die de bouwheer hiervoor dient te betalen bedraagt ongeveer twee procent van de totale investeringskost (Segers, 2011/2012).

2.4. Duurzame ontwikkeling

2.4.1. Vlaamse strategie duurzame ontwikkeling

De Vlaamse overheid wilt steeds meer duurzame projecten promoten. Op 20 juli 2006 werd de eerste 'Vlaamse strategie duurzame ontwikkeling' (VSDO) goedgekeurd door de Vlaamse regering (Departement DAR - Vlaamse regering, 2011) (Stroobants, 2007).

Langs deze weg wil men in Vlaanderen duurzame ontwikkeling meer op de voorgrond plaatsen. Dit zowel voor milieuzorg als voor het aanhouden en uitwerken van economische activiteiten. Met behulp van subsidies willen ze de opstart van zulke projecten stimuleren. Hierbij hanteert men echter de voorwaarde dat het initiatief past binnen de Vlaamse strategie voor duurzame ontwikkeling. Subsidiëring die hieruit voortvloeit zal verbonden worden aan operationele projecten die in de Vlaamse strategie voor Duurzame ontwikkeling opgenomen zijn. Door het toekennen van financiële voordelen wil de overheid namelijk milieuvriendelijk gedrag en milieu-investeringen stimuleren. In de jaren 2009 en 2010 werd voornamelijk ingezet in duurzame bouwprojecten en materiaalbeheer (Kabinet van Minister-president van de Vlaamse Regering, 2009). Dit kan aangetoond worden door een tweede VSDO die door de Vlaamse regering goedgekeurd werd op 29 april 2011. De strategie heeft een coördinerende rol en geeft een visie en basisprincipes weer voor het beleid ervan. De nieuwe strategie focust op de lange termijn visie en de centraal stelling van transities². Op dit moment zijn er twee transities gebruiksklaar, namelijk de twee bovenvermelde: duurzaam bouwen en wonen en duurzaam materialenbeheer (Departement DAR - Vlaamse regering, 2011).

In de strategie zijn bepaalde zaken opgelegd waarmee de huidige generatie rekening dient te houden. Zo is ook het aspect milieu- en natuurkwaliteit opgenomen. Het doel dat hierbij vooropgesteld wordt, is het verzekeren van het milieu voor toekomstige generaties. Om dit doel te kunnen realiseren is het belangrijk dat men overschakelt naar een duurzame aanwending van grondstoffen en natuur. Verder dient ook het behoud van de natuur en de ontwikkeling van de biologische en landschappelijke diversiteit vooropgesteld te worden (Coördinatiecel Duurzame Ontwikkeling, 2009) (Peeters K. , 2011).

² Een structurele verandering als gevolg van op elkaar inwerkende en elkaar versterkende ontwikkelingen op het gebied van bijvoorbeeld economie, technologie, instituties, milieu en natuur. Kortweg gaat het om een overgang of een verandering (Encyclo, 2012).

Duurzame ontwikkeling kan gezien worden als een verloop van maatschappelijke verandering. Dit brengt met zich mee dat een samenwerking tussen maatschappelijke spelers van groot belang is. Hierbij wordt verwacht dat iedere partij vanuit zijn eigen verantwoordelijkheden zal handelen. Duurzame ontwikkeling handelt dus rond het voldoen aan huidige behoeften zonder voorzieningen voor de toekomstige generaties te schaden. Het wordt gekenmerkt door vier pijlers. De eerste drie pijlers zijn sociaal, economisch en ecologisch en deze worden verder versterkt door de procespijler. Het komt er dus op neer een evenwicht te vinden tussen economische groei, sociale progressie en ecologische balans met het oog op levenskwaliteit voor iedere generatie van de mensheid (Stroobants, 2007).

De vierde pijler, de procespijler, is van belang om een balans tussen de verschillende pijlers te waarborgen. Het is namelijk zo dat wanneer maatregelen genomen worden in één bepaalde pijler de mogelijke gevolgen van de twee overige pijlers ingeschat worden. De procespijler heeft een bepalend rol. Deze pijler staat voor de structuren, processen, instrumenten en capaciteiten die bedoeld zijn voor de realisatie van duurzame ontwikkeling. Het is de ondersteunende pijler voor de drie overige pijlers (Stroobants, 2007).

2.4.2. Duurzaam wonen en bouwen

Het verrichten van voorbeeldprojecten, zoals in dit geval het pilootproject voor passiefscholen, staat centraal in het Vlaams beleid voor duurzame ontwikkeling. Alles wat onder het aspect duurzame technologische ontwikkeling valt, wordt verwacht bij te dragen tot de verbetering van milieuefficiëntie. Om effectief tot deze klasse te behoren en een bijdrage te leveren is het noodzakelijk om gericht te zijn op één van volgende doelstellingen. De doelstellingen die hierbij nagestreefd worden zijn, grondstofbesparing, energiebesparing, de emissies van milieubelastende stoffen verminderen en het verminderen van afval en andere milieuhinder (Suijkerbuijk, 2009). Voor initiatieven die gunstig zijn voor duurzame ontwikkeling, verleent de Vlaamse overheid subsidies. Deze subsidies worden enkel toegestaan als binnen de initiatieven het vernieuwende karakter, de voorbeeldfunctie voor een brede doelgroep of draagvlakverwerving centraal staan (Peeters K. , 2011).

De toekenning van subsidies voor passiefscholen valt onder het operationele project 'duurzaam wonen en bouwen' van de Vlaamse overheid dat de eerste prioriteit geniet. Dit project heeft als doel specifieke verbeteringen na te streven tegen 2030. Zo dienen niet alleen de nieuwe woningen van een hoog kwalitatief niveau te zijn, maar daarnaast ook de leefomgeving. Dit vereist een zorgzame inplanting en planning van nieuwbouwprojecten. Verder dient overgeschakeld te worden op duurzame bouwconcepten, meer bepaald op materialen en producten die economisch en ecologisch verantwoord zijn gedurende de totale levenscyclus. Het uitgangspunt dat hierbij gehanteerd wordt voor materialen is Cradle to Cradle³ en daarnaast dient men gebruik te maken van duurzame grondstoffen. Dit zal bijdragen aan een koolstofarme en energiezuinige Vlaamse samenleving (Peeters K. , 2011).

2.4.3. Beoordeling van subsidiëringssysteem

Metingen om het succes en de efficiëntie van overheidssubsidies te bepalen, zijn afhankelijk van de gehanteerde evaluatiecriteria. Hierbij is het belangrijk om het doel van een subsidiesysteem te begrijpen, anders is het onmogelijk het succes ervan te evalueren. Er wordt onderzocht hoe effectief de veranderingen zijn die optreden. Mede omdat er weinig betrouwbare informatie beschikbaar is, is het moeilijk verbeteringen te evalueren en kan er bijgevolg niet met zekerheid zeggen of het nieuwe systeem superieur is aan het oude (Bauer, 2001).

In het regeerakkoord wordt duurzaamheid op de voorgrond geplaatst aangaande het bouwen. Verder wordt ook gesteld dat er gestreefd moet worden naar het opstellen van een Vlaamse maatstaf en dat er continue ondersteuning aangeboden dient te worden. De vraag naar een objectief evaluatie-instrument voor duurzaamheid op gebouwniveau neemt toe. Hierbij moet gestreefd worden naar een goede aanvulling bij en koppeling met de reeds bestaande instrumenten die gebruikt worden op zowel Vlaams als Europees niveau. Hierbij wordt de doelstelling nagestreefd om alle dimensies van duurzaamheid te beoordelen betreffende een gebouw en zijn omgeving. Als hierdoor een score toegekend kan worden aan een gebouw, wordt het voordeel bekomen dat gebouwen op een objectieve wijze vergeleken kunnen worden (Peeters K. , 2011).

³ Het idee van 'Cradle to Cradle' omvat dat alle gebruikte materialen na hun leven in het ene product, nuttig gebruikt kunnen worden in een ander product (OptimaVorm, 2011).

Betreffende de impact van materialen bestaat er nog geen goed instrument in Vlaanderen om een afweging te kunnen maken. Een meetinstrument dient inzicht te verwerven in de daadwerkelijk milieueffecten van de materiaalkeuze in het gebouw. Hierbij dient het meettoestel uit te gaan van de levenscyclusanalyse-methodologie⁴. De uitwerking van zulke objectieve meetinstrumenten is nog in ontwikkeling en nog niet vervolledigd (Peeters K. , 2011). Echter wordt momenteel ook al gewerkt met afwegingsinstrumenten. De duurzaamheid van een bouwproject bestaat namelijk uit zes fasen en deze worden fasematig geëvalueerd en opgevolgd. Telkens dient uitdrukkelijk vermeld te worden welk instrument gebruikt wordt in welke fase om een bepaalde maatregel te evalueren. Als eerste fase is er de bouwplaatsselectie die vervolgens opgevolgd wordt door de tweede fase, namelijk het schetsontwerp. De stedenbouwkundige vergunning omvat de derde fase.

Deze eerste drie fasen worden gehanteerd voor de auto-evaluatie gedurende de ontwerpprocedure. De thema's die binnen deze fasen behandeld worden zijn eerder adviserend. Dit heeft als gevolg dat deze minder strikt zijn op het gebied van bedrijfsvoering. Een vierde fase bestaat uit het uitvoeringsontwerp en het aanbestedingsdossier. Deze fase is het uitgangspunt voor de aflevering van het ontwerpcertificaat (Daidalos-Peutz bouwfysisch ingenieursbureau, Evr-architecten, SUM Research, 2011).

Vervolgens omvat de vijfde fase de werf, waarbij een beoordeling van de werf opgesteld wordt. De laatste fase handelt rond de oplevering en ingebruikname en is bijgevolg het uitgangspunt voor de toekenning van het definitieve certificaat. Binnen de vierde en zesde fase worden certificaten afgeleverd. Daarom is het noodzakelijk dat de maatregelen genomen in deze fasen best verwoord worden als globale resultaten (Daidalos-Peutz bouwfysisch ingenieursbureau, Evr-architecten, SUM Research, 2011).

⁴ Life Cycle Analysis (LCA) wordt gebruikt om de totale milieubelasting van een product gedurende de hele levenscyclus te bepalen. Meer bepaald: winning van de benodigde grondstoffen, productie, transport, gebruik en afvalverwerking. Hiermee kan zowel ecologische als sociale belasting aangetoond worden. (ISO 14040.2, 2009)

2.4.4. Subsidies vs milieuefficiëntie

Betreffende milieuefficiëntie wordt op dit moment enkel voorgeschreven dat deze nieuwbouwprojecten een E-peil van E70 dienen te behalen. Zoals eerder aangehaald staat het E-peil voor de mate van energieprestaties van een gebouw (De Smidt, 2011).

Verder bestaan er ook schoolgebouwen met een specifiek programma zoals turnzaal, ateliers, etc. Deze projecten vallen binnen de EPB-regelgeving niet onder de bestemming school maar onder andere bestemmingen. Vervolgens dienen deze projecten hierdoor niet te voldoen aan het E-peil (De Smidt, 2011). EPB staat voor EnergiePrestatie en Binnenklimaat. Hierin zitten alle aspecten vervat die in de energieprestatieregelgeving opgenomen zijn. Het isolatieniveau dat een woning moet hebben en de energiezuinigheid van warmte-opwekkings en -afgiftetoestellen zijn opgenomen in de Energieprestatie. Het binnenklimaat dient om de ventilatie-eisen in een woning en de beperking van het risico op oververhitting in de zomer aan te duiden (ENBI, 2007).

De EPB-regelgeving heeft tot doel de realisatie van energiezuinige en comfortabele gebouwen in Vlaanderen aan te moedigen. Op lange termijn zal dit gepaard gaan met een aanzienlijke energiebesparing, wat bijgevolg een positief effect heeft voor het leefmilieu enerzijds en de geldbeurs van de Vlamingen anderzijds (VEA, 2011). Aan de basis van deze regelgeving ligt de Richtlijn 2002/91/EG van het Europees Parlement en de Raad van 16 september 2002 inzake de energieprestatie van gebouwen. Hierin wordt vooropgesteld dat de Europese lidstaten minimumeisen dienen toe te passen betreffende energieprestaties van zowel nieuwe als bestaande woningen (EPC-platform, 2010).

Verder dient er toegezien te worden op de energiecertificatie van gebouwen en de verplichte keuring van de ketels van verwarmingsinstallaties en klimaatregelingsystemen op regelmatige basis. Hierbij moet dit alles gezien worden in het kader van maatregelen van de gemeenschap die betrekking hebben op enerzijds de klimaatverandering, meer specifiek de verplichtingen volgens het protocol van Kyoto en anderzijds de veiligheid van de energievoorziening. Over dit laatste staat meer uitgeschreven in het groenboek inzake de Europese strategie voor een continue energievoorziening (Europees Parlement en de raad van de Europese Unie, 2003).

Opmerkelijk is dat de gemeenschap steeds meer afhankelijk is van externe energiebronnen en dat de uitstoot van broeikasgassen nog steeds een stijgende tendens vertoont. De gemeenschap kan nauwelijks druk uitoefenen op de energiebevoorrading maar kan wel de vraag beïnvloeden. Zo zorgt een verbetering van de energieprestatie voor een daling van het energieverbruik en kan op deze wijze één van de mogelijk oplossingen zijn voor beide problemen. De EPB-eisen en -normen die in deze regelgeving opgenomen zijn worden fasematig in de tijd verstrengt. Dit is noodzakelijk daar er continu aanpassingen doorgevoerd worden aan de huidige economische, technische en technologische mogelijkheden. De meeste EPB-normen hebben betrekking tot de gebouwschil. Hierbij dient voldaan te worden aan bepaalde eisen betreffende thermische isolatie, energieprestatie en eisen op het gebied van het binnenklimaat. Voor nieuwbouwprojecten worden echter de technische installaties eveneens opgenomen (EPC-platform, 2010).

Naast dit alles kunnen scholen eveneens beroep doen op subsidies betreffende REG-investeringen. Hierbij staat REG voor, rationeel energiegebruik wat een onderdeel van het duurzaam ontwikkelingsbeleid vormt. Hierbij wordt enerzijds gestreefd naar een daling in het energieverbruik en anderzijds de overschakeling naar hernieuwbare energiebronnen. Het is namelijk zo dat economische groei op lange termijn slechts houdbaar is indien rekening gehouden wordt met de draagkracht van het milieu en de eindigheid van fossiele brandstoffen (VITO, 2009). Voor dit soort investeringen zijn extra middelen voorzien door minister van Onderwijs en Vorming. De aanvraag hiervan is afhankelijk van de hoogte van het te investeren bedrag. Meestal zijn REG-investeringen duurder dan standaard investeringen. Kenmerkend is echter dat ze doorgaans een lagere totale levensduurkosten hanteren wat er toe leidt dat ze globaal gezien goedkoper zijn. Echter dient wel voor ogen gehouden te worden dat een aanvraag voor REG-subsidies enkel mogelijk is in het geval dat minstens 80 procent van de bouwkosten of verbouwingskosten REG-investeringen zijn (Liekens, 2005).

2.5. Onderwijsnetten

De scholen in Vlaanderen kunnen opgedeeld worden in drie onderwijsnetten. Dit zijn representatieve verenigingen van inrichtende machten. In vele gevallen nemen deze bepaalde verantwoordelijkheden van de inrichtende macht over. Een deel van de autonomie van de inrichtende machten wordt dus afgestaan aan de netten (Departement Onderwijs en Vorming, AgODi, AHOVOS en AOC, 2008).

Een eerste schoolnet is het 'GO! Onderwijs van de Vlaamse gemeenschap'. Het gaat om een officiële onderwijsvorm die in opdracht van de Vlaamse gemeenschap georganiseerd wordt. Het GO! is verplicht tot neutraliteit door de grondwet. Er dient respect te zijn voor de religieuze, filosofische of ideologische overtuiging van de ouders en de leerlingen (Departement Onderwijs en Vorming, AgODi, AHOVOS en AOC, 2008).

Een tweede net omvat het officieel gesubsidieerd onderwijs (OGO). Hierbij gaat het om gemeentelijk onderwijs als het georganiseerd wordt door de gemeentebesturen en om provinciaal onderwijs als het georganiseerd wordt door provinciebesturen (Departement Onderwijs en Vorming, AgODi, AHOVOS en AOC, 2008).

Als laatste net is er het vrij gesubsidieerd onderwijs (VGO). Hierbij wordt het onderwijs opgericht door een privépersoon of –organisatie. Meestal gebeurt dit in de vorm van een VZW. Het vrij onderwijs omvat voornamelijk katholieke scholen. Andere scholen die onder dit net vallen zijn protestantse, orthodoxe, islamitische, ... scholen maar ook methodescholen zoals bijvoorbeeld Steiner⁵. Dit zijn scholen die specifieke pedagogische methodes toepassen (Departement Onderwijs en Vorming, AgODi, AHOVOS en AOC, 2008).

Bovenstaande netten kunnen verdeeld worden in twee categorieën. De eerste twee netten worden georganiseerd door de overheid en worden het officieel onderwijs genoemd. Het laatste net omvat erkend onderwijs wat uitgaat van privé initiatief en wordt het vrij onderwijs genoemd (Departement Onderwijs en Vorming, AgODi, AHOVOS en AOC, 2008).

⁵ Een school waar les gedoceerd wordt aan de hand van spirituele filosofische inzichten van Rudolf Steiner. Binnen deze onderwijsvorm staan het lichaam, de ziel en de geest centraal. Handvaardigheid-, kunst- en denkvakken zijn belangrijk zonder enige nadruk te leggen op intellectuele vermogens (De Jonghe, 2010).

2.5.1. Financiering en subsidiëring

Er bestaan zeer lange wachtlijsten en wachttijden wat betreft de investeringen in schoolgebouwen. Investerings in schoolgebouwen zijn voor scholen een zeer zware financiële last, daar zij zulke middelen niet voorhanden hebben. Om hen hierin bij te staan biedt de overheid een tussenkomst aan.

Het gesubsidieerd vrij en officieel onderwijs kan terecht bij AGION als zij wensen te investeren in hun infrastructuur. Hierbij kunnen basisscholen rekenen op een ondersteuning van 70 procent. Het is namelijk zo dat in tegenstelling tot het officieel onderwijs dat katholieke schoolbesturen slechts over een schaarse begroting beschikken waaruit geput kan worden. De voorwaarden waarbij hieraan voldaan moet worden om in aanmerking te komen voor subsidies via AGION worden verder besproken in sectie 2.5.1.2.

Het GO! Onderwijs van de Vlaamse Gemeenschap kan geen ondersteuning van het AGION verwachten. Betreffende scholenbouw bestaat er voor dit net geen echte subsidies. De infrastructuurwerken voor de scholen worden door de afdeling 'infrastructuur' van het GO! zelf uitgevoerd. Alle scholen binnen dit net dienen zich bijgevolg tot dit orgaan te richten. Al de projecten die binnen het GO! gerealiseerd worden, krijgen voor honderd procent ondersteuning dankzij de DBFM vennootschap (Vlaamse Overheid).

2.5.1.1. Inhaalbeweging voor schoolinfrastructuur

Bij de aankoop, de bouw en de verbouwing van schoolgebouwen voor leerplichtonderwijs en de hoge scholen zorgt AGION voor de subsidie via gewone financiering. Zo kunnen basisscholen rekenen op 70 procent subsidie, voor alle andere zoals secundair onderwijs en volwassenonderwijs bedraagt deze subsidies slechts 60 procent (AGION & Vlaams Bouwmeester, 2009).

De Vlaamse overheid heeft de nadruk gelegd op een inhaalbeweging aangaande de schoolinfrastructuur. Hierbij heeft AGION de verantwoordelijkheid deze inhaalbeweging te coördineren. Deze operatie ging van start in 2006. Als eerste werd een verhoging van de enveloppe voor klassieke scholenbouw geselecteerd. Vervolgens werd als tweede het ambitieus DBFM-project gelanceerd, dit voor een totaal budget van 1 miljard euro (De Meyer & Vandenbroucke, 2008).

De procedure die gehanteerd werd voor de inhaalbeweging voor schoolinfrastructuur omvatte een onderhandelingsprocedure met bekendmaking. De marktprocedure hierbij bestaat uit twee fasen. Binnen de eerste fase wordt de toelaatbaarheid, betrouwbaarheid en bekwaamheid van de kandidaten onderzocht. Vervolgens worden de meest valabele kandidaten onderzocht en dienen zij bijgevolg hun offerte te overhandigen. Gedurende deze eerste fase waren er vier private partners die door de Vlaamse overheid geselecteerd werden, en waaraan gevraagd werd hun offerte in te dienen voor een welbepaalde datum (De Meyer & Vandenbroucke, 2008).

Binnen de tweede fase worden de offertes, de onderhandelingen en de gunning inhoudelijk beoordeeld. Uit deze beoordeling volgde de kandidaat voor de oprichting van de DBFMvennootschap (De Meyer & Vandenbroucke, 2008). De private partner waarmee in zee gegaan is, is een samenwerking tussen AG Real Estate en BNP Paribas Fortis. AG Real Estate is een dochteronderneming van AG Insurance en een belangrijke speler op de vastgoedmarkt in België. Deze onderneming heeft reeds een ruime ervaring in het verwezenlijken en het beheer van grote bouwprojecten en BNP Paribas Fortis staat hen hier in bij met haar financiële analyse. De DBFMvennootschap wordt gevormd door de private en de publieke partner samen en kreeg de naam 'DBFM Scholen van Morgen nv'. Deze vennootschap staat in voor de concrete uitwerking van het programma. Voor haar publieke partner koos de Vlaamse overheid betrouwbare en solide partners. Deze publieke partner bestaat uit een samenwerking tussen AGION en de ParticipatieMaatschappij Vlaanderen (PMV) en werd 'School Invest' genoemd (Scholen van Morgen, 2010). De publieke private samenwerking zorgt ervoor dat projecten verwezenlijkt kunnen worden, die de overheid alleen niet zou kunnen. Op deze wijze kan gerealiseerd worden wat in het regeerakkoord neergeschreven is. Namelijk een goede schoolomgeving waar leerlingen in goede omstandigheden graag naar school kunnen gaan. Het doel is om met behulp van deze alternatieve financieringsoperatie de verbetering in infrastructuur van schoolgebouwen sneller te realiseren. DBFM Scholen van Morgen zal iets meer dan 200 bouwprojecten waarmaken in ongeveer een 6-tal jaren (Van den Bossche & De Ridder, 2010).

2.5.1.1.1. Alternatieve versus klassieke financiering

De oprichting van 'DBFM Scholen van Morgen' heeft als achtergrond een tweesporenbeleid. Zo wordt aan scholen de kans geboden te kiezen voor enerzijds een alternatieve financieringsoperatie met behulp van de DBFMvennootschap, en anderzijds kan ook nog altijd beroep gedaan worden op de klassieke subsidiëring en financiering afkomstig uit de overheidskas. Op deze wijze wil men de scholen zelf de keuze laten. Het enige wat de overheid wil is een zo goed mogelijke overheidsinvestering voor de noden in schoolinfrastructuur. Hierbij zorgt het bewandelen van een totaal nieuwe financieringsoperatie ervoor dat een grote inhaalbeweging mogelijk gemaakt wordt. Doorheen de jaren is het budget dat uitgetrokken wordt voor scholenbouw ook telkens verhoogd zoals te zien in onderstaande figuur 1. Alles bij elkaar geteld is tot en met 2008 al een toevoeging van 675 miljoen euro gedaan (De Meyer & Vandenbroucke, 2008).



Figuur 1: Machtigingen van de Vlaamse overheid voor scholenbouw

Bron: (De Meyer & Vandenbroucke, 2008)

Waarin verschilt deze alternatieve financieringsoperatie van de klassieke, dit is een vraag die snel naar boven zal komen. Bij de alternatieve financieringsoperatie wordt het ontwerpen, bouwen, financieren en onderhouden van schoolgebouwen overgelaten aan een private partner. De inrichtende macht voorziet in een periodieke betaling voor de kwaliteitsvolle huisvesting van haar onderwijsactiviteit en een prestatiegebonden "beschikbaarheidsvergoeding" en dit gedurende 30 jaar. Nadat deze periode overbrugd is, zal het gebouw volledig kosteloos overgedragen worden aan de inrichtende macht. Hier staat echter tegenover dat gedurende 20 jaar de bestemming voor onderwijs gewaarborgd blijft (Diko, 2011).

2.5.1.2. Selectiecriteria volgens AGION

Er zijn echter ook een aantal voorwaarden opgesteld om in aanmerking te komen voor de subsidiëring. Zo is er een rationalisatie- en programmatieplan opgesteld en de school moet aan de vooropgestelde criteria voldoen. Vervolgens moet er bewijs zijn van eigendom of zakelijk recht. Verder is het ook zeer belangrijk dat de werken nog niet gestart zijn. Indien de kostprijs minder dan € 5500, exclusief BTW en algemene onkosten, bedraagt dan komt de school niet in aanmerking voor subsidies. Tot slot moet er naast de financiële normen ook voldaan worden aan de oppervlaktenormen, ook wel fysische normen genoemd (AGION, 2009) (Vlaamse Overheid, 2007).

Onder de fysische norm wordt verstaan de maximale bruto-oppervlakte. De aspecten die hierin een bepalende rol hebben zijn: het onderwijsniveau, het aantal leerlingen en het aantal wekelijkse uren van de leraar en de vakken die gedoceerd worden. Zaken zoals stookvoorzieningen, klimaatregeling, machinekamer voor liften, hoogspanning en zuivering worden niet opgenomen in de maximale toegelaten bruto oppervlakten. Onder de financiële norm wordt de kostprijs per vierkante meter bruto-oppervlakte van de uit te voeren werken verstaan. De afbraakwerken, de kostprijs van de eerste uitrusting, de BTW, de algemene onkosten zoals onder andere erelonen en de contractuele prijsherzieningen zijn hierbij niet opgenomen. Het gaat dus om de meerkost die gedaan wordt om aan het E70-norm te voldoen ten opzichte van een E100-norm, die volledig gefinancierd wordt (AGION, 2009).

Inzake passiefscholen werden de scholen die toegang kregen tot het pilootproject door AGION geselecteerd. Hiervoor werden 5 selectiecriteria gehanteerd en werd eveneens de algemene motivatie nagegaan (De Smidt, 2011).

Betreffende de 5 selectiecriteria ging het ten eerste over de mate waarin het project zich in een stadium met zicht op een snelle realisatie bevindt. Bij de selectie van de scholen voor het pilootproject werd gekeken in welke mate de betrokken projecten zicht hadden op een snelle financiering van het bouwproject en de aansluitende snelle bouwrealisatie. Deze projecten hebben namelijk tot doel toekomstige scholenbouwprojecten te inspireren. Bijgevolg genieten projecten die op relatief korte termijn realiseerbaar zijn de voorkeur. Eveneens werd gekeken naar de positie van het subsidiëringdossier zowel op de wachtlijst van de reguliere subsidiëring, als de positie van het project op de lijst van geselecteerd projecten binnen het DBFM-programma. Bijgevolg scoorden de dossiers van de bouwprojecten die snel in aanmerking kwamen voor subsidiëring beter op dit criterium dan de andere dossiers (De Smidt, 2011).

Een tweede criteria omvat de mate waarin de inrichtende macht bereid is de status inzake de energieprestaties op zich te nemen. Hierbij is het openstellen van het project voor andere inrichtende machten en onderwijsactoren belangrijk. Dit kan bijvoorbeeld gebeuren door middel van rondleidingen. Wat betreft de scholen volgens de passiefhuisstandaard dient deze openstelling gezien te worden als de bereidheid om andere onderwijsinstellingen de kans te geven om de schoolgebouwen te bezoeken. Op die manier kunnen ze leren uit de ervaringen van deze pilootprojecten. Als de betrokken schoolprojecten een motor willen zijn voor toekomstige scholenbouwprojecten, is het een voordeel wanneer zij zelf daarvoor concrete en vaste engagementen aangaan (De Smidt, 2011).

Vervolgens wordt de representativiteit van het bouwproject gezien als een derde selectiecriteria. De pilootprojecten kennen namelijk een voortrekkersrol en voorbeeldfunctie. Bijgevolg dient het project voldoende representatief te zijn. Dit kan aangetoond worden aan de hand van de projectdefinitie, hiermee wordt bedoeld de basisomschrijving van wat, waarom, voor wie en waar de onderwijsinstelling wil bouwen volgens de passiefhuisstandaard. Hierbij genieten projecten die de realisatie van een complete school nastreven de voorkeur boven projecten die slechts welbepaalde delen van een schoolgebouw zouden betreffen. Naast het aspect omvang is eveneens het aspect van de juiste locatie en de ruimtelijke situering zoals stedelijk, landelijk of suburbaan⁶ van belang in de projectdefinitie. Tot slot vormen ook het onderwijsnet en het onderwijsniveau omkaderingselementen in de beoordeling van de representativiteit van het bouwproject (De Smidt, 2011).

Ten vierde is er een selectiecriteria omtrent de mate waarin de inrichtende macht de bereidheid en motivatie bewijst voor een permanente opvolging inzake de energieprestaties van het project. Indien de inrichtende macht deze opvolging liever niet zelf uitvoert, bestaat er de mogelijkheid de opvolging door de Vlaamse overheid te laten gebeuren (De Smidt, 2011).

Als laatste selectiecriteria geldt de mate waarin het bouwproject deel uitmaakt van een totaalvisie van de inrichtende macht betreffende duurzaamheid. Hierbij wordt namelijk de voorkeur verleend aan scholen die aantonen dat het bouwproject deel uitmaakt van een visie op duurzaamheid en die daarvan gebruik maken bij het uitwerken van hun milieu-educatiebeleid en op die wijze een participatieve dimensie geven aan het bouwproject (De Smidt, 2011).

⁶ Randstedelijk, het gebied dat behoort tot de rand van de stadskern (Encyclo, 2012).

2.5.2. Bepaling van de hoogte van het subsidiebedrag

2.5.2.1. Procedure

Er is een heel proces dat bij de subsidiewerking komt kijken. Eerst en vooral is er de standaardprocedure. Hierbij worden de subsidieaanvragen chronologisch volgens een wachtlijst afgewerkt. Deze chronologie wordt toegepast vanwege de beperkte financiële middelen. Natuurlijk zijn er zoals bij bijna ieder proces uitzonderingen mogelijk om van deze chronologische volgorde af te wijken (AGION, 2009). Op deze uitzonderingen wordt binnen deze masterproef niet verder ingegaan, aangezien deze niet relevant zijn voor de verdere uitwerking.

Een ingediend dossier dient 4 fasen, namelijk 'aanvraag', 'gunning', 'uitvoering van de werken en uitbetaling van de subsidie' en 'voltooing van de werken en eindafrekening', te doorlopen. De eerste fase is deze van de 'aanvraag'. Hierin is de aard en de beslissing van de inrichtende macht opgenomen. Verder ook alle administratieve gegevens, de motivering, het eigendoms- of zakelijk recht, het bouwprogramma en de kostenraming en de het ingevulde typeformulier (AGION, 2009).

Het aanvraagdossier bestaat uit drie onderdelen. Als eerste is het aanvraagformulier. Hierbij wordt gekeken of het gaat om renovatiewerken of om een nieuwbouw. De scholen die verder behandeld zullen worden zijn allemaal nieuwbouwwerken en hiervoor dient vervolgens het standaardformulier ingevuld te worden. Als tweede is er het bewijs van zakelijk recht en kadastrale⁷ gegevens. Als laatste is er het gunnings- of ontwerpdossier. Hierbij wordt verder een onderscheid gemaakt of de kostprijs van de werken hoger of lager dan € 67.000 exclusief btw bedraagt. De gunning van werken gebeurt via een aanbesteding of een offerteaanvraag. Het is verplicht om het ontwerpdossier eerst door AGION te laten goedkeuren. Zo'n ontwerpdossier bestaat uit verschillende onderdelen. Zo is er het inplantingplan waarin duidelijk de kadastrale gegevens vermeld staan. Eveneens zijn de uitvoeringsplannen hierin opgenomen. Verder is er het bijzonder bestek, dit bestaat uit administratieve voorwaarden en de technische beschrijving. Vervolgens is er een gedetailleerde meetstaat opgenomen, alsook het model van inschrijvingsformulier samen met de samenvattende opmetingstaat en een gedetailleerde raming van de kostprijs. Het stedenbouwkundig attest dient eveneens opgenomen te worden als ook de bemerking dat er voor deze werken geen advies van de brandweer vereist is. Als laatste moet er een numerieke lijst zijn van de lokalen samen met hun afmetingen, netto-oppervlakten, bestemmingen en de totale netto-vloeroppervlakte met daarbij een verklaring dat de werken voldoen aan de energieprestatienormen (AGION).

⁷ Gegevens omtrent de eigendomssituatie van onroerende goederen die opgenomen zijn in een openbaar register, genaamd het kadaster (Encyclo, 2012).

Eenmaal als AGION het aanvraagdossier ontvangen heeft, gaan ze over tot het onderzoeken van documenten die voor de gunningprocedure voorgesteld worden. Zij zoeken naar fouten en onregelmatigheden die aangepast dienen te worden en staan in voor de bepaling van het subsidiebedrag. De bevindingen en beslissingen van AGION worden schriftelijk gemeld aan de inrichtende macht of schoolbestuur. Na ontvangst van de notificatiebrief⁸ kan de gunningprocedure gestart worden. Deze brief is dus noodzakelijk om over te gaan naar de tweede fase (AGION).

De tweede fase handelt over het 'gunningdossier' en is enkel van toepassing op werken met een kostprijs die hoger is dan € 67.000. Na ontvangst van de notificatiebrief van AGION waarin de goedkeuring van het ontwerpdocument staat neergeschreven, kan de gunningprocedure gestart worden. Als eerste is er de publicatie van de opdracht in het 'Bulletin der Aanbestedingen'. Vervolgens wordt het bestek aan geïnteresseerde aannemers bezorgd. Vooraleer de werken toegewezen kunnen worden aan een aannemer moet aan AGION het gunningdossier doorgespeeld worden. Hierin zijn de bewijzen van de eerder uitgebrachte publicaties opgenomen en het bestek. Verder ook alle originele offertes en bijlagen die de verschillende aannemers hebben ingediend. Eveneens het proces-verbaal van de opening van de offertes en het verslag van nazicht van de offertes met voorstel van toewijzing zijn hierin opgenomen. Verder is de beraadslaging van de inrichtende macht of het schoolbestuur aan het dossier toegevoegd en als laatste de kostprijs van de werken op basis van de offerteprijs.

Het gunningdossier zal na ontvangst door AGION getoetst worden aan het ontwerpdocument en het aanvraagformulier. AGION gaat ook na of de wetgeving op overheidsopdrachten, bij deze procedure, gevolgd werd. Vervolgens zal AGION weer schriftelijk zijn akkoord te kennen geven. Pas na het ontvangen van dit schriftelijk akkoord mag de kennisgeving aan de inschrijver gebeuren. Als deze volgorde niet gerespecteerd wordt, gaat het recht op subsidie verloren (AGION).

Fase drie bestaat uit de uitvoering van de werken en de uitbetaling van de subsidie. De werken worden gestart nadat de bouwheer in kennis gesteld is van de goedkeuring van zijn offerte. Na ontvangst van de eerste factuur gaat AGION over tot de uitbetaling van de eerste subsidie. Er zijn twee soorten betalingen. Eerst is er de 'eerste betaling', hierbij worden de gebruikelijke betalingsdocumenten, de kennisgeving, het zakelijk recht, het bewijs van borgtocht en het aanvangsbevel gecontroleerd. De tweede betaling is de 'vervolgbetaling', hierbij volgt de controle van betalingsdocumenten op juistheid. Dit gebeurt door de vorderingsstaat te vergelijken met de goedgekeurde meetstaat in de gunningsfase. Deze controle gebeurt niet enkel bij vervolgbetaling maar eveneens bij eerste betaling en is noodzakelijk om eventueel gevorderde meerwerken uit de meetstaten te halen (AGION).

⁸ Een brief opgesteld volgens wettelijke vormvereisten waarin een kennisgeving of bekendmaking aan een belanghebbende gebeurt (Encyclo, 2012).

Wat de uitbetaling van de subsidie betreft wordt het gezamenlijk bedrag beperkt tot 95% van de totale subsidie. Het uiteindelijke subsidiebedrag zal bepaald worden op basis van ingediende facturen. Dit kan dus verschillen van het bedrag bij gunning. Normaal gesproken worden meeruitgaven afkomstig van meer- of wijzigingswerken niet gesubsidieerd. Van deze algemene regel kan echter in twee gevallen afgeweken worden. Een eerste geval als het gaat om onvoorzienbare omstandigheden waardoor meer- of wijzigingswerken nodig waren. In het andere geval is een gemotiveerde aanvraag tot subsidiëring van deze werken bij AGION noodzakelijk (AGION).

Voor het resterende deel wat niet gesubsidieerd wordt kan de inrichtende macht of het schoolbestuur aanspraak maken op een lening. Mits een goedkeuring van AGION over het bedrag en de duur van de lening kan er een kredietovereenkomst met waarborg van de Vlaamse Gemeenschap afgesloten worden met een financiële instelling. In dit laatste geval dient een waarborgbijdrage aan AGION betaald te worden (AGION).

De vierde en laatste fase draait rond de voltooiing van de werken en de eindafrekening. Na de afronding van de werken wordt een eindafrekening opgesteld. Hierbij wordt vertrokken van het gunningsbedrag. Bij de opstelling worden de uitgevoerde werken, meer- en minwerken en verrekening van vermoedelijke hoeveelheden in acht genomen. AGION bepaalt op basis van deze gegevens de definitieve kostprijs en vervolgens het definitieve subsidiebedrag (AGION).

AGION heeft een 'eindafrekeningdossier' waarop ze de eindafrekening maken. Alle bedragen die in de eindafrekening opgenomen worden dienen bewezen te worden. Dit gebeurt met behulp van een gedetailleerde staat van de eindafrekening, een kopie van nog niet ingediende facturen en creditnota's, een gemotiveerde aanvraag tot subsidiëring van de meeruitgaven en het proces-verbaal van voorlopige oplevering. Voorafgaand werd reeds een deel, maximaal 95 procent, uitbetaald en moet enkel het resterende saldo nog uitgekeerd worden (AGION).

2.5.2.2. Toekenning

In het geval dat selectiecriteria, zoals besproken in sectie 2.5.1.2, allemaal voldaan zijn krijgen deze projecten ten opzichte van een standaard bouwdoossier een specifieke subsidietoelage. De bouwprojecten die in het pilootproject opgenomen zijn genieten een extra subsidie van € 235 per vierkante meter die voor honderd procent gefinancierd wordt. Verder kan eveneens gesteld worden dat voor het behalen van een E70-norm ten opzichte van de E100-norm, uitgegaan kan worden van een meerkost van € 21 per vierkante meter. De standaard financiële norm voor een E100-norm werd bepaald op € 1.178,19 per vierkante meter. Bijgevolg komt de financiële norm voor gebouwen volgens de E70-norm neer op € 1.200 per vierkante meter. AGION heeft vastgesteld dat de bouwkost van een passiefschool overeenkomt met een financiële norm van € 1.410 per vierkante meter. In alle gevallen gaat het om de bruto-oppervlakte (De Smidt, 2011).

Inzake de basis subsidietoelage wordt slechts een gedeeltelijke financiering gehanteerd. Voor het basisonderwijs geldt een financiering van 70 procent terwijl voor andere onderwijsvormen een financiering van 60 procent gehanteerd wordt (De Smidt, 2011). Ook het net waartoe de onderwijsvormen behoren spelen een rol in de toekenning van de hoogte van het percentage dat de subsidies omvat. Deze netten werden reeds nader toegelicht in sectie 2.5. Bij de bouw van een passiefschool is er enerzijds een basis subsidietoelage. Dit verwijst naar het percentage dat AGION toekent. Anderzijds is er ook een bijkomende subsidie omdat een passiefschool gerealiseerd wordt. Deze verschillende subsidieregelingen worden duidelijk aangegeven in bijlage 1.

Hoofdstuk 3 – Beschrijving van de casestudies

3.1. Beschrijving passiefschool te Lozen

3.1.1. Besluit bouw passiefschool

Om tot het besluit te komen een passiefschool te bouwen in Lozen zijn er jarenlange besprekingen gevoerd. Dit met verschillende actoren van zowel binnen als buiten Bocholt.

De oude schoolgebouwen waren reeds verouderd en bijgevolg nam het schoolbestuur midden de jaren '90 contact op met de gemeente-eigenaar. Hierbij wilde men overgaan tot de bespreking van een noodzakelijke renovatie. De oude school lag verdeeld aan twee kanten langs de steeds drukker wordende gewestweg. Dus een eerste punt waarnaar gestreefd werd wat de creatie van een leeromgeving met een verkeersveilige toegang. Samen met het schepencollege werd overeengekomen dat enkel nieuwbouw een optie was en dat renovatie uitgesloten werd (Vanstappen, 2011). Hierbij stond ook de samensmelting van deze twee zones tot slecht één schoolzone centraal. Namelijk alles bundelen in de zone tussen de Leemskuilenstraat en de kerk (DuboLimburg, 2011). Echter was zonder steun van de Vlaamse Gemeenschap zo'n operatie niet haalbaar (Vanstappen, 2011).

Eerst werd te rade gegaan bij het 'Dienst voor Investerings van het Katholiek Onderwijs' DIKO (het toenmalige DIGO), dit gebeurde in 1999. De wachttijd die voorspeld werd door de administratie, zou zo'n 4 à 5 jaar in beslag nemen. Later, in 2006 werd dan de overstap gemaakt van DIGO naar AGION als subsidiëringsorgaan. In 2007 lanceerde minister Vandenbroucke de oproep voor het passiefschool pilootproject. Bijgevolg heeft het schoolbestuur deze oproep dan ook beantwoord. In mei 2008 volgde de selectie van de school van Lozen voor dit pilootproject. Ondertussen was het architectenbureau LAVA al aangesteld als ontwerpteam en werden de toenmalige plannen aangepast op het vlak van architectuur en technieken om te voldoen aan de randvoorwaarden van een passiefschool. De goedkeuring van AGION voor het nieuwbouwgedeelte volgde in oktober 2008 (Vanstappen, 2011).

3.1.2. Indeling passiefschool te Lozen



Figuur 2: 3D voorstelling passiefschool Lozen

Bron: (Lava architecten cvba, 2010)

Aangezien het gaat om een passiefschool dient de bouw te voldoen aan reglementaire normen en vereisten. Maar in de eerste plaats moet een schoolgebouw het pedagogisch project ervan ondersteunen (Vanstappen, 2011).

Er worden drie ruime kleuterklassen voorzien, die elk over een eigen afgesloten berging beschikken. Deze kleuterklassen worden geclusterd rond de inkomhal. Aangaande de lagere school worden telkens per niveau twee lokalen geclusterd. Deze lokalen worden gescheiden door een flexibele wand. In Lozen wordt namelijk nog gebruik gemaakt van graadklassen gedurende bepaalde lesuren. De toepassing van zo'n flexibele wand zorgt dat de leerlingen niet meer steeds moeten verhuizen in de namiddag (Vanstappen, 2011). Een uitgebreide beschrijving voor deze passiefschool inzake de toegepaste technische aspecten zoals besproken in hoofdstuk 2, is terug te vinden in bijlage 2.

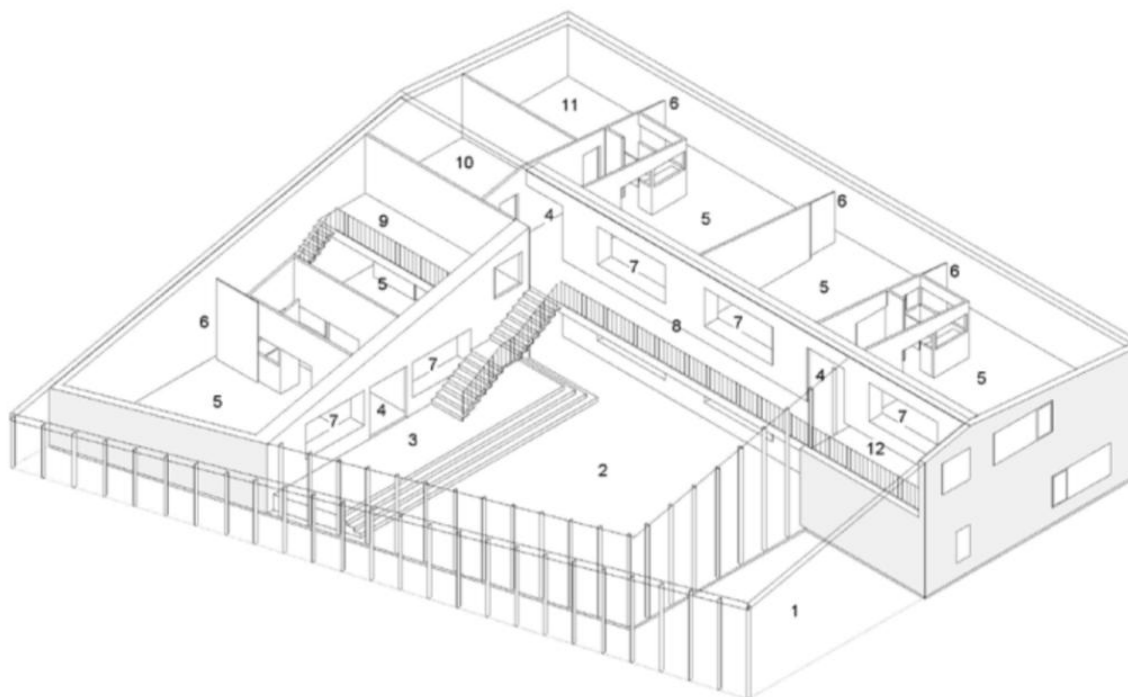
De totale bruto-oppervlakte van de passiefschool bedraagt 1508 vierkante meter. In de bruto-oppervlakte waarmee verder gerekend wordt, worden de technische lokalen achterwege gelaten. Dus de oppervlakte van de kleuterschool bedraagt 433 vierkante meter. De lagere school heeft een oppervlakte van 1075 vierkante meter (Segers, 2011/2012).

3.2. Beschrijving passiefschool te Etterbeek

Op 23 september 2010 is het startsignaal gegeven voor de passiefbouw te Etterbeek. Dit was mede de eerste school die van start ging binnen het pilootproject. Etterbeek is een verstedelijkte deelgemeente van Brussel. De school is gepositioneerd op de schoolsite van het Koninklijk Atheneum Etterbeek (KAE) (Evr-architecten, 2009).

De oude kleuterschool bestond uit prefabgebouwen⁹ die niet meer voldeden aan de hedendaagse noden en normen. Daarom werd gekeken om zich kandidaat te stellen voor het pilootproject. Uiteindelijk is het ontwerp van de Evr-architecten uit vijf visiepresentaties gekozen via de Open Oproep van de Vlaamse Bouwmeester (Evr-architecten, 2009).

De nieuwe kleuterschool omvat 9 klaslokalen die zich in een L-vorm langs een polyvalente ruimte groeperen. Van deze 9 klaslokalen bevinden zich er zes op het gelijkvloers en 3 op de eerste verdieping. De bruto-oppervlakte van deze nieuwbouw omvat 1.002 vierkante meter (Evr-architecten, 2009).



Figuur 3: voorstelling en indeling passiefschool Etterbeek

Bron: (Evr-architecten, 2009)

1: overdekte inkom/buitenklas – 2: polyvalente zaal – 3: podium – 4: toegang tot 2 klassen met vestiaire, sanitair en wastafel – 5: klas – 6: schuifdeur / verbinding tussen de klassen – 7: vitrine / zicht naar polyvalente zaal – 8: sanitair leerkrachten / douche – 9: berging turnmateriaal – 10: circulatie – 11: technische ruimte – 12: berging – 13: mezzanine – 14: terras – 15: lichtkoepels in polyvalente zaal – 16: groendak

⁹ Een bouwproces waarin de assemblage van delen van modules voor het gebouw op een externe locatie gebeurt. Na de assemblage worden deze naar de bouwplaats vervoerd (Woningbouwwijzer, 2009).

Hoofdstuk 4 – Financiële benadering

In dit hoofdstuk wordt het economische aspect van passiefscholen besproken. Hierbij zal een vergelijking gemaakt worden betreffende de passiefschool en een conventionele school die voldoet aan de E70-norm. Wat deze norm inhoudt werd reeds toegelicht in sectie 2.2.1.5.

Binnen deze thesis worden twee case studies behandeld. Als eerste is er de passiefschool te Lozen en als tweede de passiefschool te Etterbeek. Aangaande de vergelijking die hierboven reeds werd aangehaald wordt de nieuwbouw vergeleken met de alternatieve bouw van een conventionele E70-school. Dit aangezien er geen exacte gegevens beschikbaar zijn om een vergelijking te maken tussen de oorspronkelijke school en de passiefschool inzake de bouwkosten. Daarnaast zullen eveneens enkele aanpassingen gemaakt worden om eens de verschillen met de oude school na te gaan. Meer bepaald zal gekeken worden naar de daling in energieverbruik en CO₂-emissies.

Binnen de kosten-batenanalyse wordt telkens een afweging gemaakt van zowel private als externe kosten en baten. Eerst worden enkel de private kosten en baten opgenomen. Hierbij zullen verbruikskosten mee opgenomen worden. Betreffende de toekomstige verbruikskosten van de passiefschool zal een inschatting gemaakt moeten worden, daar deze nog niet gekend zijn. De inschatting wordt gemaakt met behulp van de informatie aangaande de gebruikte materialen. Verder dienen ook de op dit moment gangbare energieprijzen bepaald te worden. Zo kan vervolgens een inschatting gemaakt worden van de toekomstige verbruikskosten. Het is namelijk zo dat zowel de bouw prijs als de operationele kosten mee in rekening gebracht dienen te worden.

Na deze berekeningen, zal overgegaan worden tot de uitvoering van een maatschappelijke kosten-batenanalyse. Dit omvat de opnemings externe kosten en baten. Zulke analyse is interessant voor thema's waarbij de milieudoelstellingen nog niet zijn vastgelegd of voor projecten waarbij 'economisch rendabele' tegenover 'sociaal rendabele' toepassingen staan. Zo kan de verandering aangaande de CO₂-concentraties bepaald worden en kan nagegaan worden hoeveel CO₂-emissies vermeden zijn. De kosten en baten die binnen deze analyse bepaald worden, worden vanuit maatschappelijk standpunt berekend.

De bouw van een passiefschool is een investeringsproject. Bijgevolg wordt na de kosten-batenanalyse een cash-flowtabel¹⁰ opgesteld om vervolgens de netto contante waarde en de interne opbrengstvoet te bepalen.

¹⁰ Een cash flow tabel voorziet bij een investeringsanalyse een weergave van het geld dat, gedurende een bepaalde tijdsspanne, binnen en buiten gaat. Meer specifiek de investeringskost en de daaruit voortvloeiende besparingen. Deze tool wordt gebruikt om een voorspelling van uitbreidingsprojecten te maken en om te beoordelen hoeveel extra kapitaal nodig is voor de financiering van de projecten.

4.1. Hypothesen

Eerst dienen enkele veronderstellingen toegelicht te worden vooraleer overgegaan kan worden tot het uitvoeren van de kosten-batenanalyse. Hierbij moet gesteld worden dat deze veronderstellingen gedurende de volledige analyse in acht worden genomen.

De resultaten die in deze masterproef vertoond worden zijn afgeleid van zowel kwantitatieve als kwalitatieve gegevens die voorhanden waren. De kwalitatieve gegevens voorzien een beter inzicht in de bezettingspatronen van het gebouw en het energieverbruik. Deze zijn bekomen van de desbetreffende scholen die besproken zullen worden. De gegevens werden gebruikt om een patroon betreffende energieverbruik te modelleren.



Figuur 4: Gemiddelde rente OLO 10 jaar op 6 februari 2012

Bron: (De Tijd, 2012).

De intrestvoet op 6 februari, vastgelegd op niveau van de werkelijke ratio, bedraagt 3,55 procent (De Tijd, 2012). Dit is overeenkomstig met de werkelijke reële opbrengst op een risicoloze investering in overheidsobligaties. Er wordt verondersteld doorheen de berekeningen gebruik te maken van een gemiddelde waarde van 4 procent. Er kan echter gesteld worden dat een lage discontovoet gehanteerd wordt. Aangezien het gaat om een sociaal milieuproject is zo'n lage discontovoet aanvaardbaar en mag een reël percentage van 4 procent toegepast worden.

De berekeningen zijn gemaakt door gebruik te maken van nominale groei- en intrestvoeten. De groeivoet is bepaald als een jaarlijkse stijging van de energiekost, uitgedrukt in percentage, in termen van primaire energie.

De berekening zal gemaakt worden tot op 30 jaar na de realisatie van het project. Een tijdsperiode van 30 jaar wordt gehanteerd aangezien het betrekking heeft op de levensduur van een gebouw en omdat het gaat om een tijds kader vooraleer een belangrijke renovatie of vervanging van het gebouw of gebruikte installaties of technologieën vereist is.

Tabel 1: De officiële brandstofprijzen in België op 6 februari 2012

Verwarmingsbrandstoffen	06/02	07/02	08/02	09/02
Mazout – dan 2000 L	0,8938 € / L	→	↑	→
Mazout + dan 2000 L	0,8679 € / L	→	↑	→
propane – dan 2000 L	0,7979 € / L			
propane + dan 2000 L	0,7380 € / L			

Bron: (Coekaerts, 2012).

Niet alleen investeringskosten zijn hierbij relevant, zo dienen eveneens energiekosten mee in rekening gebracht te worden. De prijzen van verwarmingsbrandstoffen zien er als volgt uit, € 0,8679 per liter voor stookolie en € 0,7380 per liter voor gas, zoals hierboven weergegeven in tabel 1 (Coekaerts, 2012).

Meestal zijn de gebruikelijke eenheden voor gas kubieke meter en voor stookolie liter. Om een eenduidige vergelijking te kunnen maken worden deze best omgezet naar dezelfde fysische grootheid. Energiegegevens worden bijgevolg uitgedrukt in kWh (kilowattuur) primaire energie. De berekening van energiekosten is gebaseerd op de bepaling van de energiebehoefte van het gebouw. Voor het moment is in België gas de voornaamste energiebron voor verwarming (Audenaert, De Cleyn, & Vankerckhove, 2008). Voor stookolie komt één liter overeen met 10,7 kWh (Aanbieders, 2012), voor gas ligt de calorische waarde voor één kubieke meter tussen 9 à 12 kWh (Intelligent Energy - Europe). Hier zal verder gebruik gemaakt worden van een calorische waarde van 9,531 kWh per liter aardgas. Hieronder in tabel 2 zijn de brandstofprijzen en de calorische waarden voor stookolie en aardgas terug te vinden.

Tabel 2: Brandstofprijzen stookolie en aardgas (€/kWh)

	Stookolie	Aardgas
Calorische waarde (kWh/L)	10,7	9,531
Brandstofprijz (€/L)	0,8679	0,738
Brandstofprijz (€/kWh)	0,08111	0,07743

Eigen berekening o.b.v gegevens afkomstig van (Coekaerts, 2012)

Met behulp van de gegevens uit tabel 2 kan vervolgens de brandstofprijs uitgedrukt in euro per kWh berekend worden. De energiekosten die hierbij tot uiting komen zijn € 0,08111 per kWh voor stookolie en € 0,07743 per kWh voor aardgas. Als we deze prijzen vergelijken met de prijzen van 2011 die voorhanden zijn zien we dat voor stookolie een procentuele stijging van ongeveer 1,5 procent plaatsgevonden heeft. In 2011 was de kost voor stookolie namelijk € 0,07993 per kWh (GoLanTec, 2011).. De verandering in de aardgasprijs vertoont een hogere stijging, van € 0,048 per kWh (GoLanTec, 2011) naar € 0,07743 per kWh, wat neerkomt op een procentuele stijging van ongeveer 61 procent. Voor elektriciteit wordt een kost van € 0,25569 per kWh verondersteld (GoLanTec, 2011).

Er wordt echter verondersteld dat energiekost niet stagnerend is. Bijgevolg worden procentuele stijgingen verondersteld betreffende brandstofprijzen en energiekost. De veronderstelling dat de stijgende tendens in brandstofprijzen groter is dan deze in elektriciteitsprijzen vloeit voort uit het feit dat deze prijzen meer invloed ondervinden van de verschillende energiebronnen met de hierbij steeds schaarser wordende reserves. Er wordt aangenomen dat de gemiddelde nominale procentuele stijging voor brandstofprijzen 1,5 procent bedraagt en deze voor elektriciteit 1 procent.

Er zijn verschillende manieren waarop CO₂-uitstoot veroorzaakt wordt. Het gaat niet enkel om de uitstoot die afkomstig is van het energieverbruik, maar ook de uitstoot die voortkomt uit de productie, de installatie en het behoud van warmte, warmwater en andere warmte opwekkende technologieën die gebruikt worden. deze laatste oorzaken worden in de literatuur samengevat met de term 'embodied carbon' (Monahan & Powell, 2011). Hierbij is het belangrijk na te gaan welke technieken gebruikt worden om energie aan het gebouw te leveren.

De vastgestelde koolstof gegevens van de verwarmingssystemen werden afgeleid uit literatuur. De kostencalculatie van al de bouwmaterialen wordt bekomen van de architect die het gebouw ontworpen heeft. De hoeveelheden van het gebruikte materiaal werden verkregen van het schoolbestuur.

4.2. *Vergelijking tussen passiefschool en conventionele school*

De kosten-batenanalyse zal een vergelijking tussen een passiefschool en een conventionele school weergeven. Hierbij is het van belang dat het begrip conventionele school niet verkeerd opgevat wordt. Er kan dus gesteld worden dat het hierbij gaat om een school die voldoet aan de E70 norm. Deze school maakt gebruik van een standaard isolatiepeil met daarbovenop een natuurlijke ventilatie. Betreffende de passiefschool wordt de E55 norm vooropgesteld, zoals reeds aangegeven in sectie 2.2.1.5.

Op basis van het voorgaande kan gesteld worden dat het grootste verschil met conventionele scholen, die gebouwd zijn volgens de E70-norm, ligt in de luchtkwaliteit en het energieverbruik. Om de besparing in energieverbruik die passiefscholen opleveren te kunnen bepalen, dient gekeken te worden welke technieken in de passiefbouw van de scholen gebruikt zijn of zullen worden. Hierbij kan gekeken worden naar de voorwaarden die vooropgesteld zijn. De kosten die hierbij gemaakt worden, omvatten de meerkost die een passiefbouw veroorzaakt. Hierbij gaat het om de voornaamste additionele kosten van ieder type van schoolgebouw. Aan de hand van al deze info kan de kostenbesparing berekend worden.

Hieronder zal dus nagegaan worden welke meerkost verbonden is aan de bouw van een passiefschool. Om dit te kunnen verwezenlijken is het belangrijk om zowel naar de private als externe kosten en baten te kijken. De inschatting van deze vier termen gebeurt voornamelijk op basis van ramingen.

4.2.1. Private kosten

Dit zijn de kosten die volledig ten laste van de bouwheer vallen. Hierbij wordt gekeken hoeveel de bouw van een passiefschool kost in vergelijking met een conventionele school die een E70-norm hanteert. Binnen dit kader worden de maatschappelijke kosten, afkomstig van externe effecten, achterwege gelaten.

Er kan gesteld worden dat de bouw van een passiefschool gepaard gaat met enerzijds een meerkost. Dit fenomeen doet zich voor aangezien een extreme compactheid en betere oriëntatie nagestreefd wordt. Verder komen de extra kosten tot uiting in de doorgedreven isolatie, beglazing, luchtdichtheid en ventilatie. Bijgevolg kan de meerkost die bekomen wordt bij de bouw van een passiefschool verder uitgesplitst worden in een aparte kwantificering per materiaal. Anderzijds is er dan de vermeden kosten van een verwarmingsinstallatie en de daling aangaande energiefacturen.

Bynens Sabrina heeft reeds een studie gedaan naar deze meerkost die veroorzaakt wordt. Zij kwam tot de bevinding dat de gemiddelde bouwkost van een passiefschool € 1.426,81 per vierkante meter bedraagt. Verder is ze dan nagegaan dat de gemiddelde meerkost aangaande materialen die hierbij tot uiting komt € 203,41 per vierkante meter bedraagt (Bynens, 2010).

4.2.2. Private baten

Hierboven ging het om de kosten. Bijgevolg zijn private baten de baten die de bouwheer volledig ten goede komen. Eveneens zoals hierboven reeds aangehaald wordt hier geen rekening gehouden met de impact die deze baten leveren op de maatschappij.

De private baten die een passiefschool kent, worden vertaald in de besparingen die tot uiting komen in het verbruik en eventueel inzake de kosten van de verwarmings- en/of koelinstallatie. Hierbij dient bijgevolg de impact van een passiefschool op de verwarmings- en elektriciteitskosten nagegaan te worden. Verder kan er ook een minkost optreden in het geval dat een verwarmings- en/of koelinstallatie overbodig is. Deze minkost is vooral afhankelijk van de gebruikte bouwmaterialen. Om de besparing te bepalen, dient nagegaan te worden wat het energieverbruik van ieder type school is.

Niet enkel kan bespaard worden op aardgas- en/of stookolieverbruik maar eveneens op elektriciteitsverbruik. Hierbij is het belangrijk dat efficiënte apparaten gebruikt worden in het gebouw en dat er gebruik gemaakt kan worden van natuurlijk licht.

Uit de studie die Bynens Sabrina reeds uitgevoerd heeft kwamen volgende bevindingen naar voren. De gemiddelde energiebehoefte van verwarming bedraagt 98,79 kWh per vierkante meter voor een conventionele school en 12,91 kWh per vierkante meter voor een passiefschool. Hierbij kunnen de gehanteerde oppervlakte en de op dat moment gangbare energieprijzen mee in rekening gebracht worden. Dit zorgt ervoor dat bij toepassing van een passiefschool een gemiddelde daling van 87 procent veroorzaakt wordt wat de energiekost betreft. Aangaande het elektriciteitsverbruik gaat het om een verbruik van 28.220 kWh per jaar. De besparing op de installatie telt een gemiddelde waarde van € 0,11 per kWh voor de minkost door een passiefschool te bouwen. (Bynens, 2010).

4.2.3. Externe kosten

Hierbij gaat het om kosten die gemaakt worden ter voorkoming van een negatieve invloed die het gebouw kan hebben op het milieu. Hieronder kunnen CO₂-emissies opgenomen worden. Deze uitstoot kan namelijk schade berokken aan het milieu, maar eveneens aan de gezondheid van de mensen. Deze kosten kunnen bestempeld worden als verborgen milieukosten. Deze dienen mee in rekening gebracht te worden omdat hiermee verder gekeken wordt dan enkel de algemene milieukosten. Dit zijn kosten die gepaard gaan met investeringen in milieubeschermende maatregelen die verder gaan dan dat wat wettelijk voorgeschreven wordt. De verborgen milieukosten, en dus kosten van preventie moeten opgenomen worden, aangezien anders de bouw als 'te duur' kan beschouwd worden.

PRODUCT	EXCHANGE	MONTH	PRICE (€)	SETTLE (€)	% CHANGE
ECX CER	Europe	Feb12	4.20	4.28	-1.91
ECX CER Daily	Europe	-	0	4.17	0
ECX ERU	Europe	Feb12	0	4.12	0
ECX EUA	Europe	Feb12	8.32	8.53	-2.52
ECX EUA Daily	Europe	-	0	8.24	0

All prices have a 10 minute delay

Figuur 5: De prijs voor verhandelbaar europees emissierecht op februari 2012

Bron: (Ice, 2012).

Voor bepaling van deze kosten wordt gekeken naar de prijs die geldt voor emissierechten. Momenteel geldt een prijs van € 8,32 voor een verhandelbaar europees emissierecht (Ice, 2012).

Tabel 3: CO₂-uitstoot en prijs per brandstofsoort

Energiedrager	Energie-inhoud	CO ₂ -emissiefactor kg/MJ
1 m³ aardgas	9,531 kWh	0,0509 kg/MJ
1 L stookolie	10,70 kWh	0,7343 kg/MJ
1 kWh elektriciteit	2,6 kWh bij prod.	0,2112 kg/MJ

Bronnen: (Aanbieders, 2012) , (Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, 2011) & (Vreg, 2012)

Verder dient achterhaald te worden hoeveel CO₂ door het gebouw uitgestoten wordt. Het is nuttig hierbij emissiefactoren te hanteren. Deze factoren voorzien een weergave per brandstofgroep, en tonen aan hoeveel kilogram uitgestoten wordt per 1 megajoule primair energieverbruik. Dit laatste duidt op het totale energieverbruik per jaar afkomstig van fossiele brandstoffen (Müller, Brown, & Ölz, 2011). De berekening om tot de emissiefactor te komen zoals weergegeven is in tabel 3 hierboven, is terug te vinden in bijlage 3. Deze emissiefactor dient vermenigvuldigd te worden met het energieverbruik om de totale CO₂-emissie te bekomen.

Bynens Sabrina toonde reeds met haar studie aan dat een conventionele school een jaarlijkse CO₂-emissie van 39,83 ton veroorzaakt. Dit komt overeen met een externe kost van € 574,38 per jaar. De passiefschool kan deze uitstoot herleiden tot 5,21 ton, wat overeenkomt met een jaarlijkse externe kost van € 75,06 (Bynens, 2010).

4.2.4. Externe baten

Onder deze term kunnen de baten opgenomen worden die gelden voor de maatschappij. Dit kan meer specifiek omschreven worden als de daling in CO₂-emissies die een passiefschool veroorzaakt ten opzichte van een conventionele school. Hierbij zien we dat deze dalingen verschillend zijn voor het aardgas-, stookolie- en elektriciteitsverbruik. Dus er kan gesteld worden dat deze baat afhankelijk is van zowel het energie- als elektriciteitsverbruik. De totale externe baten voor een schoolgebouw vormen dus de som van de daling in de kost voor CO₂-emissie afkomstig van aardgas of stookolie en elektriciteit. Door het gebruik van ecologische bouwmaterialen in passiefscholen wordt eveneens een daling in de energieproductie veroorzaakt. Ook hierbij is de emissiefactor die in voorgaande sectie 4.2.3 aangehaald werd van belang voor bepaling van de externe baten.

Uit de studie die uitgevoerd werd door Sabrina Bynens kwam naar voren dat voor een passiefschool die gebruik maakt van aardgas een jaarlijkse externe baat van € 549,93 bekomen wordt. Indien gebruik gemaakt wordt van stookolie bedraagt de externe baat € 701,39 (Bynens, 2010).

4.2.5. Afweging van de private kosten en baten

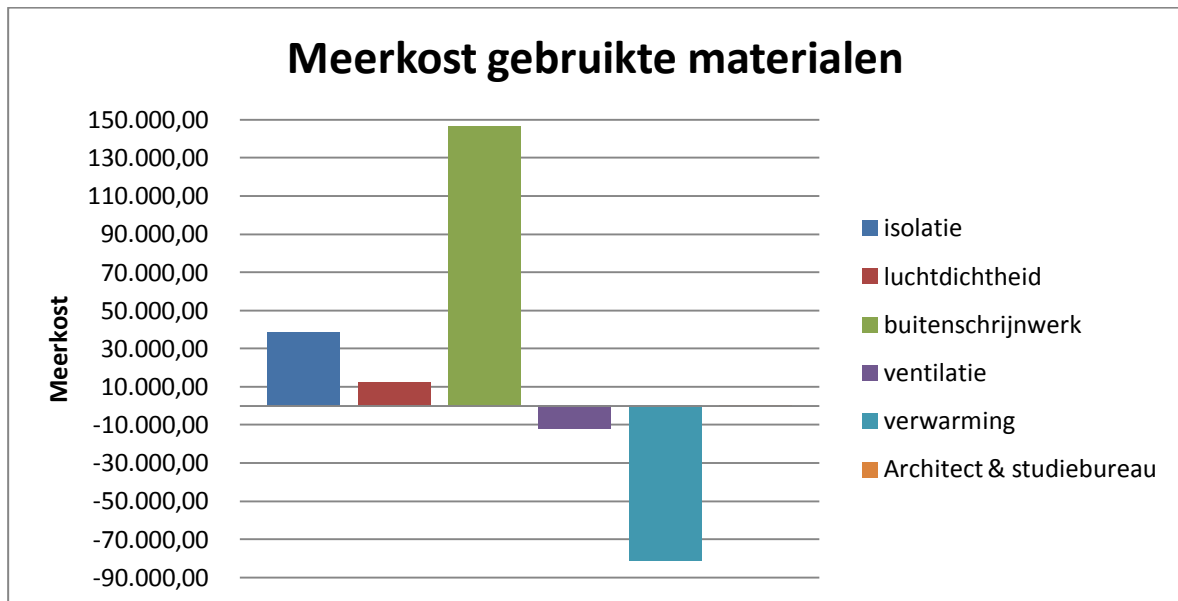
De kosten en baten dienen tegenover elkaar geplaatst te worden om te kunnen achterhalen of de bouw van een passiefschool een rendabele en interessante investering is. Als dit gebeurd is, dient onderzocht te worden of de baten tegen de kosten opwegen.

4.2.5.1. Passiefschool te Lozen

De realisatie van de passiefschool in Lozen bedraagt € 2.283.678,03. Deze prijs omvat eveneens de afbraakwerken en de eerste uitrusting. De school omvat een totale oppervlakte van 1.508 vierkante meter. Bijgevolg kent de bouw van deze school een kost van € 1.514,38 per vierkante meter (Lava architecten cvba, 2010). Als we terugblikken op de studie die Bynens Sabrina uitgevoerd heeft, zien we dat dit ongeveer overeenkomt met de gemiddelde kost die zij bekwam. Deze kost bedroeg namelijk €1.426,81 per vierkante meter (Bynens, 2010).

4.2.5.1.1. Passiefschool versus conventionele E70-school

Om een afweging te maken wat de private kosten en baten betreft zal eerst gekeken worden naar de bouw van een passiefschool in vergelijking met de bouw van een conventionele E70-school. Om de meerkost van de passiefschool ten opzichte van een conventionele E70-school te bepalen moet gekeken worden naar de gebruikte materialen. Maar ook de meerkost aangaande de kosten voor architecten en studiebureaus dienen mee in rekening genomen te worden. In sectie 2.3 werd reeds vermeld dat deze meerkost overeenkomt met twee procent van de investeringskost (Segers, 2011/2012). Een weergave van de meerkosten van gebruikte materialen is terug te vinden in figuur 7.



Figuur 6: Meerkost gebruikte materialen passiefschool Lozen

Grafische weergave o.b.v. eigen berekening m.b.v. gegevens afkomstig van offerte

Uit de studie van Bynens Sabrina kwam naar voren dat ongeveer 15 procent van de totale kosten overeenkomt met het bedrag dat de meerkost omschrijft. Als we bijgevolg 15 procent nemen van onze bouwkost bekomen we een meerkost van € 227,16 per vierkante meter. Dit is een geringe afwijking ten opzichte van de gemiddelde meerkost die in deze studie berekend werd, namelijk € 203,41 per vierkante meter (Bynens, 2010).

Zoals reeds aangehaald in het inleidende deel van hoofdstuk 4 wordt een kosten-batenanalyse uitgevoerd waarbij een passiefschool vergeleken wordt met een conventionele E70-school. Private kosten omvatten de meerkost wat de bouwkost betreft, bijgevolg zou het niet relevant zijn hierbij een vergelijking te maken met de oude school. De bouwtechnieken zijn namelijk zo veranderd en ook de prijzen zijn niet constant gebleven doorheen de jaren. Om de private kosten te bekomen zal gekeken worden naar de meerkost ten opzichte van een conventioneel gebouw volgens de E70-norm. In tabel 4 wordt de werkelijke meerkost weergegeven. We zien dat deze meerkost € 211,44 per vierkante meter bedraagt en wijkt bijgevolg niet ver af van de naar schatting bepaalde meerkost van € 227,16 per vierkante meter zoals in bovenstaande alinea werd aangegeven.

Tabel 4: Totale meerkost passiefschool Lozen

	Passief (€/m ²)	Conventioneel E70 (€/m ²)	Meerkost (€/m ²)
Per netto oppervlakte	1.878,02	1.621,54	256,49
Architect & studiebureau	37,56	32,43	5,13
Totaal	1.915,59	1.653,97	261,62
per bruto-oppervlakte	1.514,38	1.307,08	207,29
Architect & studiebureau	30,29	26,14	4,15
Totaal	1.544,66	1.333,22	211,44

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van offerte

Zoals reeds aangehaald in sectie 4.2.2 omvatten de private baten de besparingen aangaande het energieverbruik en het al dan niet omvatten van een verwarmings- en of koelinstallatie. In sommige gevallen is het niet nodig een passiefbouw te voorzien van een verwarmingsinstallatie. Dit brengt met zich mee dat er een minkost gerealiseerd kan worden. In het geval van de passiefschool van Lozen is er wel een verwarmingsinstallatie aanwezig. Echter als dit vergeleken wordt met de installaties die nodig zijn voor de realisatie van een gebouw met de E70-norm, treedt er evenzeer een minkost op. Dit werd reeds duidelijk bij het zien van figuur 7. Deze minkost van € 93.545,64, zoals hieronder aangegeven in tabel 5, werd reeds opgenomen in de private kosten, zodat de private kosten een weergave vormen van de netto meerkost die neerkomt op € 225.305,74.

Tabel 5: Minkost per vierkante meter passiefschool Lozen

	Passief (€/m ²)	E70-school (€/m ²)	minkost (€/m ²)
ventilatie	117,78	125,81	-8,04
verwarming	73,93	127,93	-54,00
Totaal	191,71	253,74	-62,03

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van offerte

Een E70-school kent een energiekost van € 11,26 per vierkante meter. Dit kan verder opgedeeld worden. Voor aardgas is de kost per vierkante meter € 7,65 terwijl deze voor elektriciteit neerkomt op € 3,61 per vierkante meter, zoals hieronder weergegeven in tabel 6.

Tabel 6: Energiekost E70-school

	Aardgas	Elektriciteit
Verbruik (kWh)	148.975,32 kWh	21.277,88 kWh
Kostprijs (€/kWh)	0,07743 €/kWh	0,25569 €/kWh
Totale energiekost (€)	11.535,82 €	5.440,54 €
Oppervlakte (m²)	1.508 m ²	1.508 m ²
Totale energiekost per m² (€/m²)	7,65 €/m ²	3,61 €/m ²

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010)

Voor een passiefschool bedraagt de gemiddelde waarde van energiebehoefte aangaande aardgas 12,91 kWh per vierkante meter (Bynens, 2010). De passiefschool zal voor verwarming gebruik maken van een gecondenseerde gasketel. De Passieffhuis-Platvorm VZW heeft berekeningen gemaakt aangaande de toekomstige verbruiken. Hierbij is er een opdeling gemaakt tussen de kleuterschool en de lagere school. De kleuterschool heeft een oppervlakte van 433 vierkante meter. Het verbruik wordt geschat op 16,8 kWh per vierkante meter wat dus neerkomt op een verbruik van 7.274,4 kWh per jaar. De lagere school zal naar schatting een verbruik van 13,4 kWh hanteren. Met een oppervlakte van 1075 vierkante meter komt dit neer op een verbruik van 14.405 kWh per jaar. Er kan dus gesteld worden dat aangaande aardgas de passiefschool een jaarlijks verbruik van 21.679,4 kWh zal hebben voor verwarming (Van Loon, 2012).

In een passiefschool wordt geacht dat het elektriciteitsverbruik de helft bedraagt van het verbruik dat een conventionele school hanteert. Bijgevolg bedraagt het jaarlijkse elektriciteitsverbruik voor een passiefschool 7,055 kWh per vierkante meter (Bynens, 2010). Als we dit vermenigvuldigen met de oppervlakte, namelijk 1.508 vierkante meter, wordt een totaal jaarlijks elektriciteitsverbruik van 10.638,94 kWh voor de passiefschool van Lozen in acht genomen. In tabel 7 is de berekening voor de totale energiekost van de passiefschool weergegeven. Deze komt afgerond neer op € 2,91 per vierkante meter ofwel op € 4.399 op jaarbasis.

Tabel 7: Energiekost passiefschool te Lozen

	Aardgas	Elektriciteit
Verbruik (kWh)	21.679,4 kWh	10.638,94 kWh
Kostprijs (€/kWh)	0,07743 €/kWh	0,25569 €/kWh
Totale energiekost (€)	1.678,73 €	2.720,27 €
Oppervlakte (m ²)	1.508 m ²	1.508 m ²
Totale energiekost per m ² (€/m ²)	1,11 €/m ²	1,80 €/m ²

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Segers, 2012), (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)

De private baat die voortvloeit uit de energiekosten door een passiefschool te bouwen in plaats van een conventionele E70-school, bedraagt € 8,34 per vierkante meter. Als we dit vermenigvuldigen met de oppervlakte van de passiefschool, namelijk 1.508 vierkante meter, bekomen we de totale private baat betreffende de energiekost. De bouw van de passiefschool gaat gepaard met een totale private baat aangaande energiekosten van € 12.577,36 per jaar.

Tabel 8: Vergelijking energiekosten E70-school en passiefschool Lozen

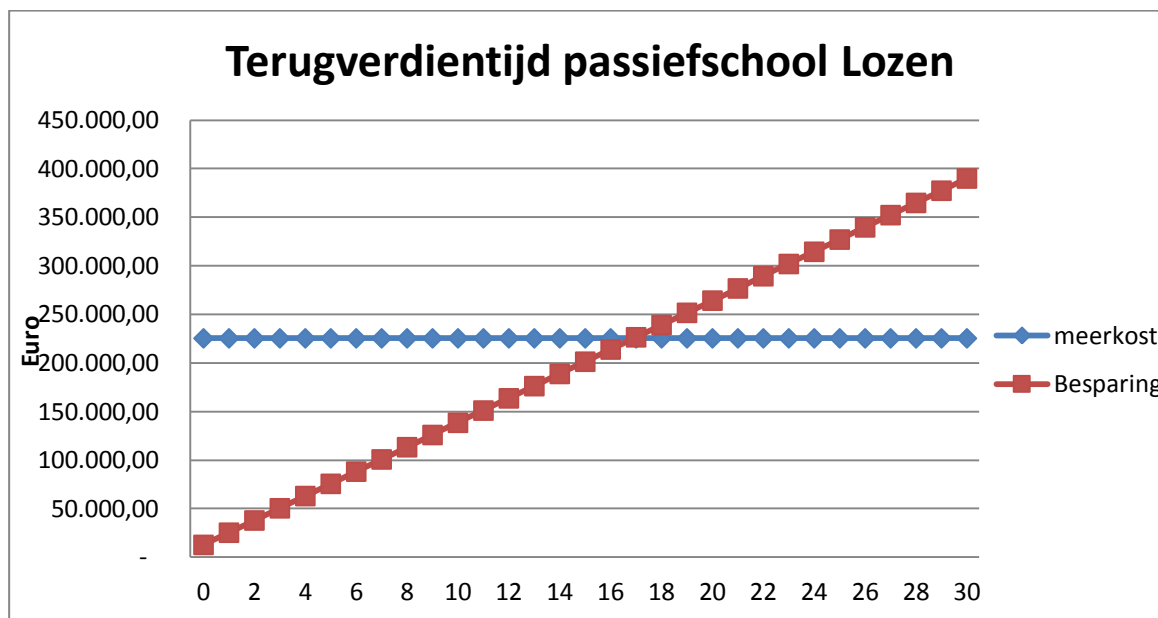
(1.508 m ²)	E70 School	Passiefschool	verschil
Brandstofverbruik (kWh)	148.975,32	21.679,40	127.295,92
€/kWh	0,07743	0,07743	
Totaal brandstof (€)	11.535,82	1.678,73	9.857,09
Elektriciteitsverbruik (kWh)	21.277,88	10.638,94	10.638,94
€/kWh	0,25569	0,25569	
Totaal elektriciteit (€)	5.440,54	2.720,27	2.720,27
Totaal	16.976,37	4.399,00	12.577,36

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)

Hierboven zijn de private kosten en baten berekend voor de vergelijking van een passiefschool een conventionele E70-school. Vervolgens dienen deze bedragen vergeleken te worden om het investeringsproject te evalueren. Een eerste manier om dit tot uiting te laten komen is het berekenen van de terugverdientijd. Dit wijst op de tijd die de oorspronkelijk investering nodig heeft om zich terug te verdienen, dit door middel van de inkomende kasstromen die het project met zich meebrengt. In deze case zal niet gewerkt worden met inkomende kasstromen maar met besparingen die het investeringsproject realiseert. Hoe lager de terugverdientijd, des te beter. Dit duidt er namelijk op dat de geleverde kosten voor het project sneller terugverdiend worden.

$$\text{terugverdientijd} = \frac{\text{extra investering}}{\text{jaarlijkse besparing}}$$

Als we bovenstaande formule toepassen voor deze case en de extra investering van € 225.305,74 delen door de jaarlijkse besparing, die een passiefschool ten opzichte van E70-school met zich meebrengt, namelijk € 12.577,36, bekommen we een terugverdientijd van 17,91 jaar. Er kan bijgevolg gesteld worden dat de private baten opwegen tegen de private kosten aangezien de terugverdientijd kleiner is dan 30 jaar.



Figuur 7: Terugverdientijd passiefschool Lozen t.o.v E70 o.b.v private baten

Grafische weergave o.b.v. eigen berekening m.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)

4.2.5.1.2. Passiefschool versus oude school

Vervolgens zal verder gewerkt worden met de kosten-batenanalyse uit sectie 4.2.5.1.1. Het enige verschil hierbij is dat gekeken zal worden naar de energiegegevens van de oude school. Deze zullen de gegevens van de conventionele E70-school vervangen.

In de oude school werd gebruik gemaakt van stookolie. Voor deze berekening zijn zowel de verbruiken van elektriciteit en stookolie opgenomen, namelijk 149.868,67 kWh per jaar. Als we dit opsplitsen, wat nodig is om de kosten te bepalen, zien we dat het gemiddeld verbruik van stookolie 139.807,27 kWh per jaar bedraagt en het gemiddeld verbruik van elektriciteit bedraagt 10.061,4 kWh per jaar (Segers, Energieboekhouding, 2012). Aangezien de brandstofprijs voor stookolie € 0,08111 per kWh bedraagt, komt het energieverbruik aangaande stookolie van de oude school neer op € 11.339,77 per jaar. De prijs aangaande elektriciteit bedraagt € 0,25569 per kWh (GoLanTec, 2011) en bijgevolg zal het energieverbruik voor elektriciteit neerkomen op € 2.572,60 per jaar. De totale energiekost van de oude school komt neer op € 13.912,37 per jaar. Bijlage 4 vormt een weergave van het energieverbruik van de oude school.

Deze berekening dient echter omgezet te worden naar een kost per vierkante meter om het energieverbruik van de twee soorten scholen met elkaar te kunnen vergelijken. De oude school kende in het totaal een oppervlakte van 960 vierkante meter. Bijgevolg komt de totale energiekost neer op € 14,49 per vierkante meter.

Tabel 9: Energiekost oude school te Lozen

	Stookolie	Elektriciteit
Verbruik (kWh)	139.807,27 kWh	10.061,4 kWh
Kostprijs (€/kWh)	0,08111 €/kWh	0,25569 €/kWh
Totale energiekost (€)	11.339,77 €	2.572,60 €
Oppervlakte (m²)	960 m ²	960 m ²
Totale energiekost per m² (€/m²)	11,81 €/m ²	2,68 €/m ²

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Segers, 2012), (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)

Als vervolgens de energiebehoefte voor de oude school bepaald wordt, bekomen we een waarde van 145,63 kWh per vierkante meter (Segers, Energieboekhouding, 2012). Deze berekening is terug te vinden in bijlage 4.1. Deze behoefte omvat enkel het verbruik van stookolie en hierbij is geen elektriciteit opgenomen. De energiebehoefte van een conventionele school bedraagt 98,79 kWh zoals Bynens Sabrina uit haar studie aantoonde. De energiebehoefte van de oude school ligt beduidend boven deze waarde. Aangaande het elektriciteitsverbruik wordt verondersteld dat een basisschool een jaarlijks verbruik van 14,11 kWh per vierkante meter kent (Bynens, 2010). De oude school kent een jaarlijks elektriciteitsverbruik van 10,48 kWh per vierkante meter, zoals berekend in bijlage 4.3 (Segers, 2012). Dit ligt onder de gemiddelde waarde die uit studies naar boven komt.

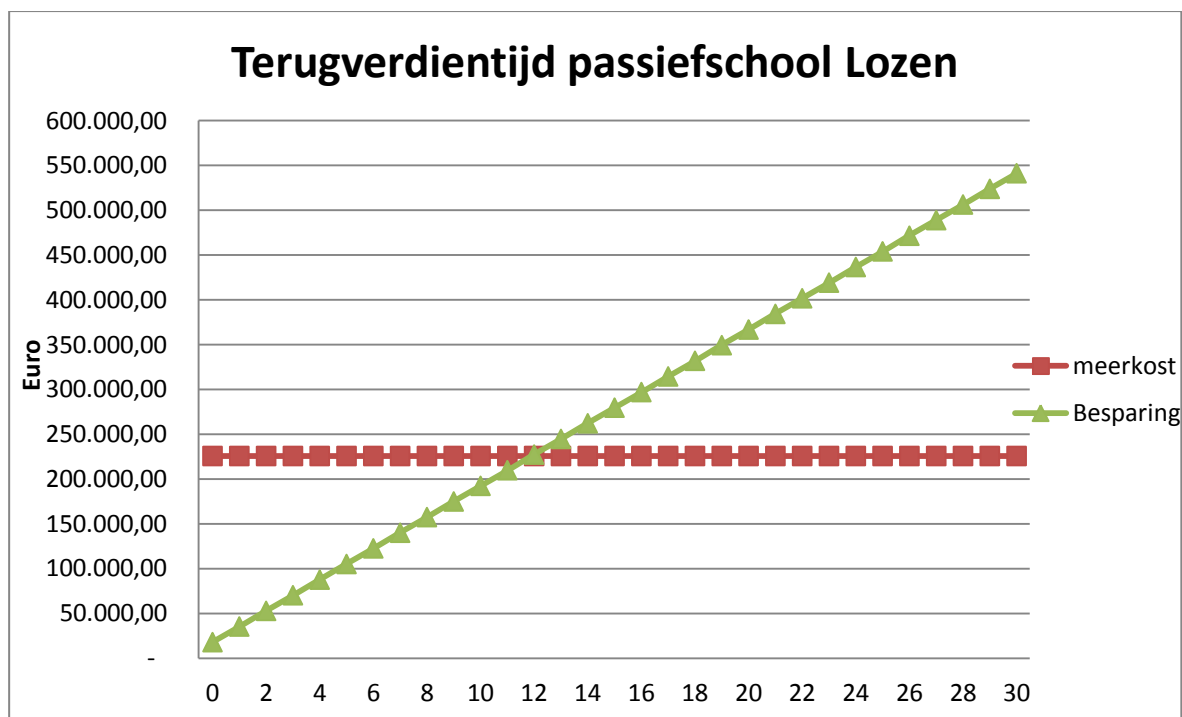
De energiekosten van de passiefschool werden in sectie 4.2.5.1.1 reeds berekend en uitgeschreven. Het verbruik voor aardgas kwam neer op 21.679,4 kWh op jaarbasis. Voor elektriciteit wordt het jaarlijkse verbruik geschat op 10.638,94 kWh voor een oppervlakte van 1.508 vierkante meter. Als deze energiekosten vergeleken worden met de verbruiken van de oude school brengt de bouw van een passiefschool een private baat van € 11,58 per vierkante meter met zich mee. Wanneer gekeken wordt naar de totale oppervlakte die de passiefschool omvat, namelijk 1.508 vierkante meter, bedraagt de totale private baat € 17.455,48 per jaar wat de energiekosten betreft. Deze berekening is terug te vinden in tabel 10. In vergelijking met het voorgaande zien we dat de jaarlijks gerealiseerde besparing beduidend hoger ligt wanneer gekeken wordt naar de oude school.

Tabel 10: Vergelijking energiekosten oude school en passiefschool Lozen

(1.508 m ²)	Oude school	Passiefschool	verschil
Brandstofverbruik (kWh)	219.613,92	21.679,40	197.934,52
€/kWh	0,08111	0,07743	
Totaal brandstof (€)	17.813,36	1.678,73	16.134,62
Elektriciteitsverbruik (kWh)	15.804,78	10.638,94	5.165,84
€/kWh	0,25569	0,25569	
Totaal elektriciteit (€)	4.041,12	2.720,27	1.320,85
Totaal	21.854,48	4.399,00	17.455,48

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Segers, 2012), (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)

Met behulp van de gegevens die hierboven berekend zijn, kan opnieuw de terugverdientijd bepaald worden. De extra investering van € 225.305,74 dient gedeeld te worden door de jaarlijkse besparing van € 17.455,48. Dit zorgt voor een terugverdientijd die neerkomt op 12,91 jaar. Deze waarde ligt lager dan de vooropgestelde 30 jaar, die toepasbaar zijn op gebouwen. De private baten wegen dus op tegen de private kosten.



Figuur 8: Terugverdientijd passiefschool Lozen t.o.v oude school o.b.v private baten

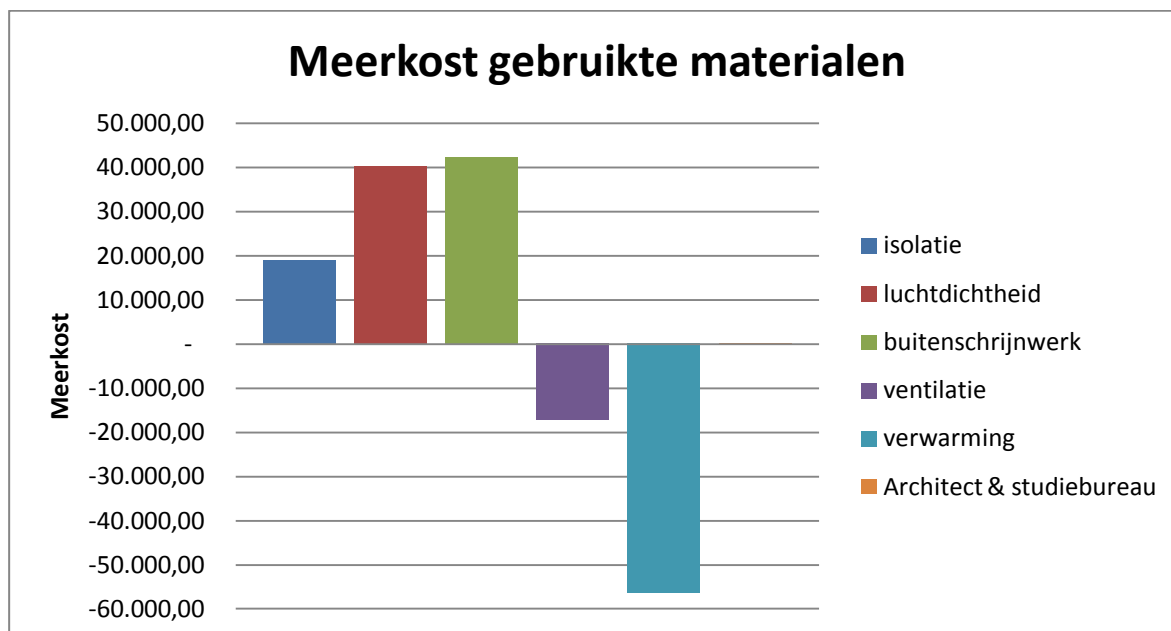
Grafische weergave o.b.v. eigen berekening m.b.v. gegevens afkomstig van (Segers, 2012), (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)

4.2.5.2. Passiefschool te Etterbeek

De twee meetstaten bij gunnen, van zowel de passiefschool van Lozen als deze van Etterbeek zijn met elkaar vergeleken en gelijkwaardig behandeld. In vergelijking met alle opgenomen zaken in Lozen heeft de school in Etterbeek een kost van €1.516,79 per vierkante meter en telt de school 1.002 vierkante meter. Dit ligt eveneens weer in de buurt van de gemiddelde kost van € 1.426,81 per vierkante meter die Bynens Sabrina uitkwam in haar studie (Bynens, 2010).

4.2.5.2.1. Passiefschool versus conventionele E70-school

Hieronder is een weergave van de meerkost voor de gebruikte materialen terug te vinden. De verdeling aangaande materialen is helemaal anders dan bij de passiefschool te Lozen. Buitenschrijnwerk kent hier duidelijk een lagere meerkost, wat te wijten is aan het feit dat in Etterbeek meer nadruk gelegd is op de betonstructuur van het gebouw.



Figuur 9: Meerkost gebruikte materialen passiefschool Etterbeek

Grafische weergave o.b.v. eigen berekening m.b.v. gegevens afkomstig van offerte

De private kosten omvatten de totale netto meerkost die verbonden is aan de bouw van een passiefschool, dit in vergelijking met de bouw van een E70-school. Voor de passiefschool van Etterbeek bedraagt deze meerkost € 213,90 per vierkante meter. De totale meerkost, in overeenstemming met de totale oppervlakte van 1.002 vierkante meter, bedraagt € 214.330,19. Echter dienen hierbij nog de minkosten mee in rekening gebracht te worden. Betreffende verwarming wordt een minkost van € 56.426,53 gerealiseerd en inzake verwarming een minkost van € 17.196,52. Dit komt neer op een totale minkost van € 73.623,05. Door de minkosten af te trekken van de meerkost, wordt een netto meerkost van € 140.707,14 bekomen.

De gerealiseerde besparing inzake het energieverbruik wordt uitgedrukt als de private baat. De minkost wordt hier niet meer bij opgenomen. Deze zitten reeds vervat in de berekening van de private kosten zoals vermeld werd in sectie 4.2.2.

Net zoals bij de afweging die gemaakt werd voor de passiefschool van Lozen gelden ook hier dezelfde energiekosten wat betreft de E70-school. Deze waren € 7,65 per vierkante meter voor aardgas en € 3,61 per vierkante meter voor elektriciteit. Samen komt dit neer op een totale energiekost van € 11,26 per vierkante meter.

Wat de passiefschool van Etterbeek betreft wordt het verbruik geschat op zo'n 13 kWh per vierkante meter. Voor een school van 1.002 vierkante meter komt dit bijgevolg neer op een jaarlijks verbruik van 13.026 kWh (Alderweireldt, 2012). Voor het elektriciteitsverbruik wordt een verbruik van 7.055 kWh per vierkante meter verwacht (Bynens, 2010). Als we dit vermenigvuldigen met de oppervlakte, namelijk 1.002 vierkante meter, wordt een totaal jaarlijks elektriciteitsverbruik van 7.069,11 kWh voor de passiefschool van Etterbeek.

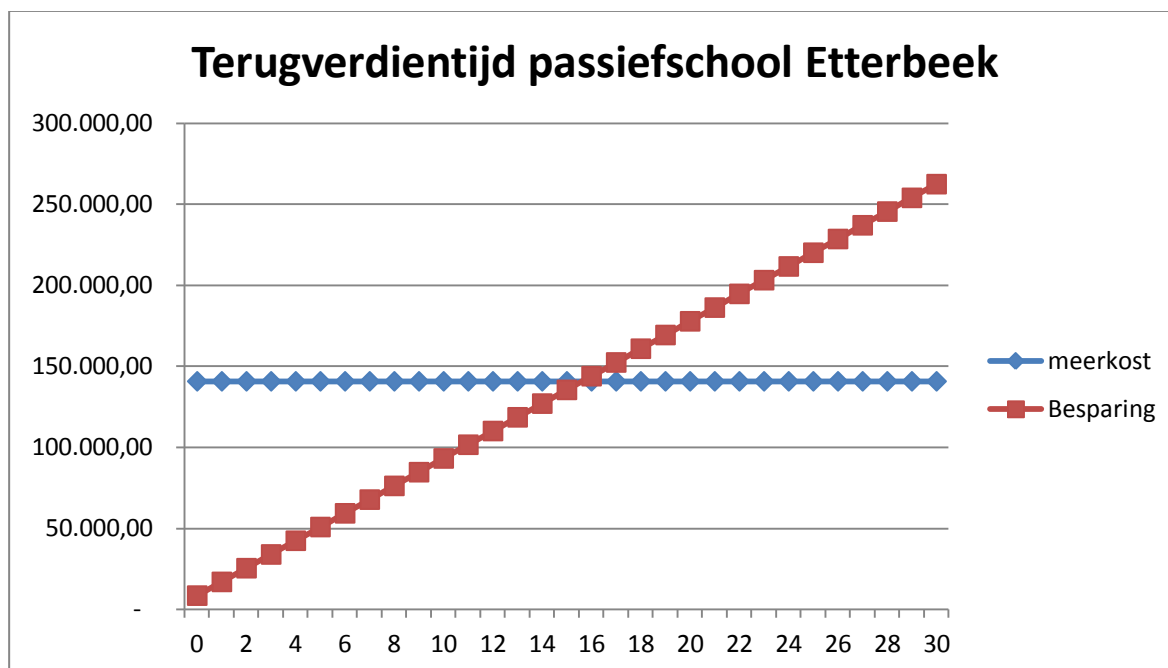
Vervolgens kunnen deze verbruiken met elkaar vergeleken worden om de private baat te berekenen zoals hieronder weergegeven in tabel 11. Het verschil, en dus de private baat, bedraagt € 8.463,89 op jaarbasis. In dit geval gaat het om een passiefschool van 1.002 vierkante meter, met als gevolg een private baat van € 8,45 per vierkante meter.

Tabel 11: Vergelijking energiekosten E70-school en passiefschool Etterbeek

(1.002 m ²)	E70 School	Passiefschool	verschil
Brandstofverbruik (kWh)	98.987,58	13.026,00	85.961,58
€/kWh	0,07743	0,07743	
Totaal brandstof (€)	7.665,05	1.008,66	6.656,39
Elektriciteitsverbruik (kWh)	14.138,22	7.069,11	7.069,11
€/kWh	0,25569	0,25569	
Totaal elektriciteit (€)	3.615,00	1.807,50	1.807,50
Totaal	11.280,05	2.816,16	8.463,89

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en (Alderweireldt, 2012)

De private kosten en baten dienen gekend zijn om het investeringsproject te kunnen evalueren. De evaluatie die hier toegepast wordt, is het principe van de terugverdientijd. Hiervoor moet de private kost, of de investeringskost van € 140.707,14 gedeeld worden door de jaarlijkse besparing, wat de private baat is, van € 8.463,89. Vervolgens wordt een terugverdientijd van 16,62 jaar bekomen. De vooropgestelde periode die geldig is voor gebouwen bedraagt 30 jaar en de terugverdientijd is in dit geval kleiner. Dit betekent dat de private baten opwegen tegen de private kosten.



Figuur 10: Terugverdiëntijd passiefschool Etterbeek t.o.v E70 o.b.v private baten

Grafische weergave o.b.v. eigen berekening m.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en (Alderweireldt, 2012)

4.2.5.2.2. Passiefschool versus oude school

Verder zal ook gekeken worden welke verschillen worden veroorzaakt wanneer de gegevens van de oude school gebruikt worden binnen de analyse uit voorgaande sectie 4.2.5.2.1. Hierbij zullen de verbruikskosten van de oude school, deze van de conventionele E70-school vervangen.

Anders dan bij de oude school van Lozen werd in de oude school van Etterbeek reeds gebruik gemaakt van aardgas. Uit de energieboekhouding is een gemiddeld jaarlijks verbruik berekend, dat uitgedrukt wordt in kWh. In deze case bedraagt het gemiddeld jaarlijks aardgasverbruik van de oude school 136.556,28 kWh voor een school van 877,5 vierkante meter. Voor elektriciteit komt het gemiddelde jaarlijks verbruik neer op 9.626,30 kWh. Uitgedrukt in monetaire eenheden komt dit neer op jaarlijks € 10.574,16 inzake aardgas en € 2.461,35 op jaarbasis wat elektriciteit betreft. Bijgevolg bedraagt de totale energiekost voor de oude school € 13.035,51 per jaar. Omgerekend komt dit neer op jaarlijks € 14,86 per vierkante meter. De oude school had namelijk een oppervlakte van 877,5 vierkante meter. Een uitgebreide weergave van het energieverbruik van de oude school is terug te vinden in bijlage 5.

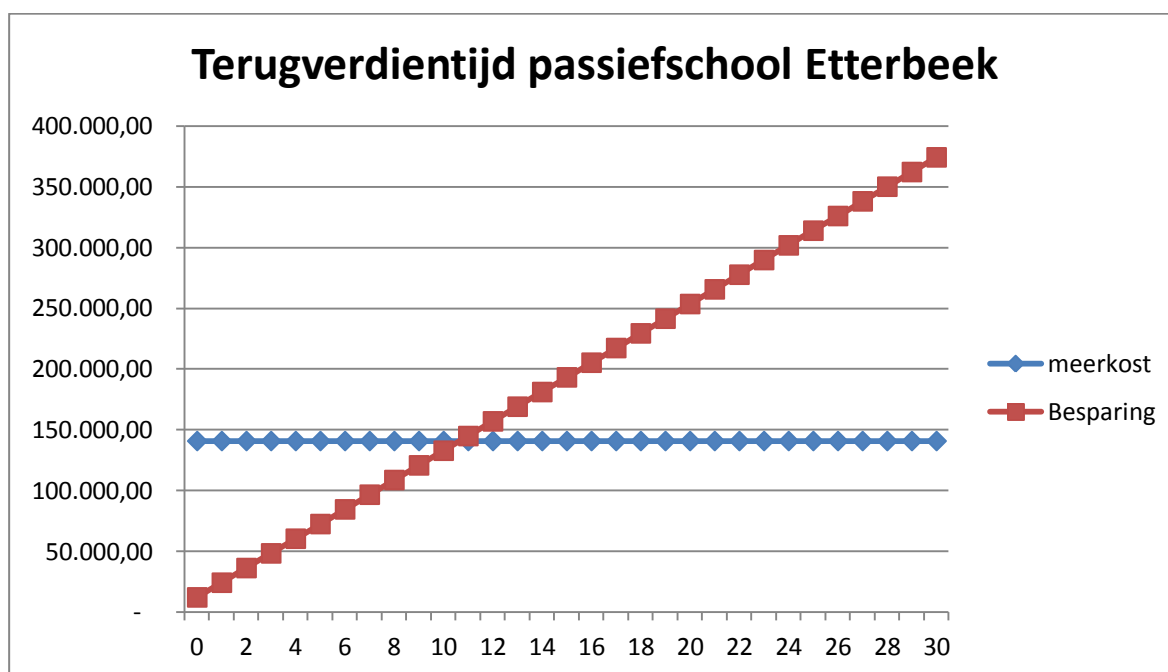
De private baat die de bouw van een passiefschool met zich meebrengt, bedraagt € 12.068,83 per jaar. Deze waarde wordt bekomen door de energiekosten van de oude school te vergelijken met deze van de passiefschool. De passiefschool heeft een oppervlakte van 1.002 vierkante meter, bijgevolg komt de private baat jaarlijks neer op € 12,04 per vierkante meter.

Tabel 12: Vergelijking energiekosten oude school en passiefschool Etterbeek

	oude School	Passiefschool	verschil
Brandstofverbruik (kWh)	155.930,93	13.026,00	142.904,93
€/kWh	0,07743	0,07743	
Totaal brandstof (€)	12.074,43	1.008,66	11.065,77
Elektriciteitsverbruik (kWh)	10.992,08	7.069,11	3.922,97
€/kWh	0,25569	0,25569	
Totaal elektriciteit (€)	2.810,57	1.807,50	1.003,06
Totaal	14.884,99	2.816,16	12.068,83

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en energieboekhouding Etterbeek

Als de verbruiken van de E70-school vervangen worden door de gegevens afkomstig van de oude school, levert dit een jaarlijkse besparing van € 12.068,83 op. Dit in tegenstelling tot de besparing van € 8.463,89 die in het voorgaande scenario onder [sectie 4.2.5.2.1](#) gevonden werd. Door de extra investering van € 140.707,14 te delen door deze jaarlijkse besparing van € 12.068,83, wordt een terugverdientijd van 11,66 jaar bekomen. Het gaat om een aantrekkelijke investering aangezien de terugverdientijd kleiner is dan de vooropgestelde 30 jaar.



Figuur 11: Terugverdientijd passiefschool Etterbeek t.o.v oude school o.b.v private baten

Grafische weergave o.b.v. eigen berekening m.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en energieboekhouding Etterbeek

4.2.6. Afweging van private plus externe kosten en baten

4.2.6.1. Passiefschool te Lozen

Niet alleen zijn er private kosten en baten verbonden aan een investering, maar ook externe baten en kosten. Externe kosten komen tot uiting in de CO₂-uitstoot. Aangezien de emissiefactor uitgedrukt wordt in megajoule (MJ), dient het verbruik omgezet te worden van kWh naar MJ. Aangezien één kWh overeenkomt met 3,6 MJ kan dit op een eenvoudige wijze gebeuren. Aansluitend kan hieruit de kost berekend worden door het verbruik te vermenigvuldigen met de kost die gegeven werd voor een verhandelbaar emissierecht. Om na de algemene kosten-baten analyse iets verder te kijken en de oude school mee in rekening te brengen, dient alles omgezet te worden naar het verbruik per vierkante meter om zo een juiste afweging te bekomen. De oppervlaktes van de oude school en deze van de nieuwe passiefschool zijn namelijk niet dezelfde. Als gebruik gemaakt wordt van de totale verbruiken kan dit een vertekend beeld geven.

4.2.6.1.1. Passiefschool versus conventionele E70-school

Tabel 13: Totale externe kost per jaar m.b.t aardgasverbruik voor E70-school t.o.v passiefschool te Lozen

Aardgas	E70-school (1.508 m ²)	Passiefschool (1.508 m ²)
verbruik (kWh/jaar)	148.975,32	21.679,40
verbruik (MJ/jaar)	536.311,15	78.045,84
Emissiefactor (kg/MJ)	0,0509	0,0509
CO ₂ -uitstoot per jaar (kg)	27.311,12	3.974,41
CO ₂ -uitstoot per jaar (ton)	27,3111	3,9744
Kost CO ₂ (€/ton)	8,32	8,32
Totale externe kost per jaar (€)	227,23	33,07

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)

Hierboven in tabel 13 is de berekening gemaakt inzake de externe kosten die tot uiting komt bij het aardgasverbruik. Hierbij is een vergelijking gemaakt tussen de externe kosten bij een passiefschool en deze bij een conventionele school volgens de E70-norm. De externe kost voor een E70-school komt neer op € 227,23 en voor een passiefschool ligt deze kost beduidend lager op een waarde van € 33,07.

Vervolgens dient ook het elektriciteitsverbruik mee in rekening gebracht te worden. Om hierbij een vergelijking te kunnen maken voor beide scholen, namelijk de E70-school en de passiefschool, kan gekeken worden naar onderstaande tabel 14 voor de berekening van de externe kosten wat het elektriciteitsverbruik betreft. In sectie 4.2.5.1 zijn de verbruiken voor zowel de oude school, de E70-school als voor de nieuwe passiefschool reeds aangehaald. We zien dus dat de externe kost voor een conventionele E70-school neerkomt op € 134,60 per jaar en deze voor een passiefschool op € 67,30 per jaar.

Tabel 14: Totale externe kost per jaar m.b.t elektriciteitsverbruik voor E70-school t.o.v passiefschool te Lozen

Elektriciteit	E70-school (1.508 m²)	Passiefschool (1.508 m²)
verbruik (kWh/jaar)	21.277,88	10.638,94
verbruik (MJ/jaar)	76.600,37	38.300,18
Emissiefactor (kg/MJ)	0,2112	0,2112
CO₂-uitstoot per jaar (kg)	16.177,41	8.088,70
CO₂-uitstoot per jaar (ton)	16,1774	8,0887
Kost CO₂ (€/ton)	8,32	8,32
Totale externe kost per jaar (€)	134,60	67,30

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)

In onderstaande tabel 15 worden alle externe kosten nog even kort samengevat. Bijgevolg kan gesteld worden dat de externe kost die de bouw van de passiefschool met zich meebrengt € 100,37 bedraagt.

Tabel 15: Totale externe kost per jaar m.b.t energieverbruiken van beide nieuwbouw scholen Lozen

Externe kosten	E70 school (1.508 m²)	Passiefschool (1.508 m²)
aardgas	227,23	33,07
elektriciteit	134,60	67,30
Totaal	361,82	100,37

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)

Vervolgens dient over gegaan te worden tot de bepaling van de externe baat. Deze komt voort uit de daling CO₂-uitstoot die gerealiseerd kan worden. Om deze baat te bekomen, dienen de externe kosten van de twee soorten scholen met elkaar vergeleken te worden. Deze vergelijking is terug te vinden in tabel 16. Bijgevolg zien we dat de bouw van de passiefschool een externe baat van € 261,46 met zich meebrengt.

Tabel 16: Externe baat d.m.v vergelijking externe kosten E70-school en passiefschool Lozen

Externe Baten	E70 school (1.508 m ²)	Passiefschool (1.508 m ²)	Vershil (1.508 m ²)
Brandstof	227,23	33,07	194,16
Elektriciteit	134,60	67,30	67,30
Totaal	361,82	100,37	261,46

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)

Nu zijn zowel de private als de externe kosten en baten gekend voor de kosten-batenanalyse waarbij twee nieuwbouwprojecten vergeleken worden, namelijk een passiefschool en een conventionele school volgens de E70-norm. Aansluitend zal opnieuw de terugverdientijd berekend worden zoals eerder in sectie 4.2.5.1 meermaals werd voorgedaan. Het enige verschil met het voorgaande is dat de externe kosten en baten mee in rekening gebracht worden. Hieronder in tabel 17 zijn zowel de private als externe kosten en de totalen die hieruit voortvloeien nog even kort samengevat.

Tabel 17: Private en externe kosten en baten voor passiefschool Lozen t.o.v E70-school

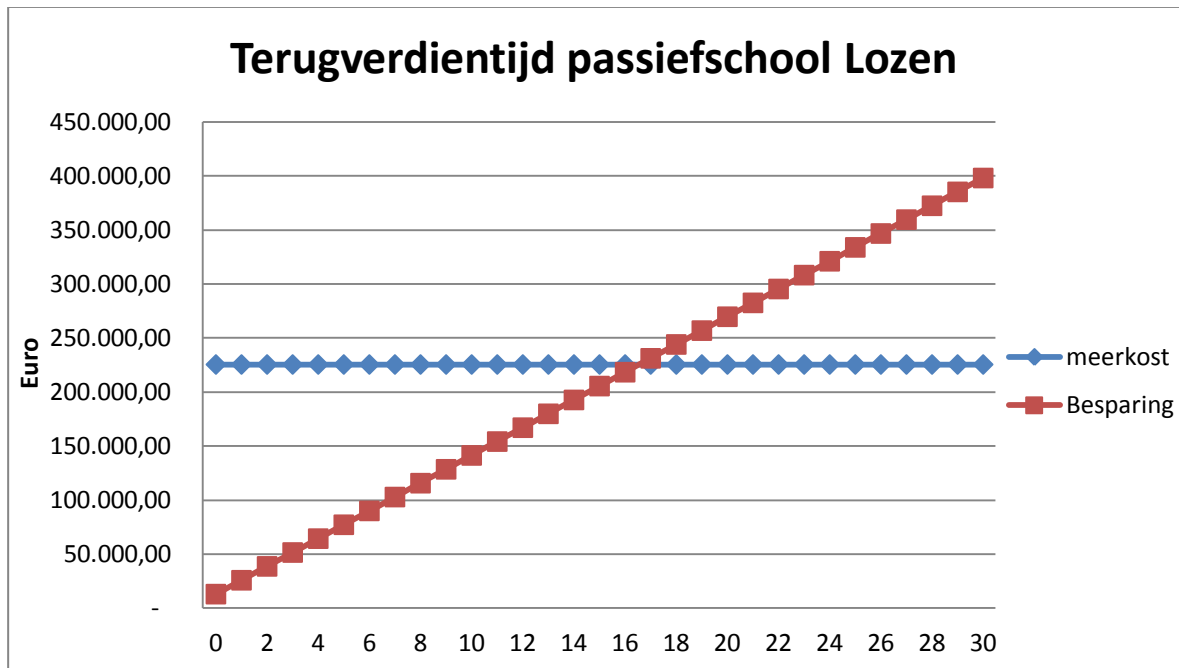
	Kosten	Baten
Privaat	225.305,74	12.577,36
Extern	100,37	261,46
Totaal	225.406,11	12.838,82

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)

Zoals reeds eerder vermeld zal in deze case niet gewerkt worden met inkomende kasstromen maar met besparingen die het investeringsproject realiseert.

$$\text{terugverdientijd} = \frac{\text{extra investering}}{\text{jaarlijkse besparing}}$$

Als we bovenstaande formule toepassen voor deze case en de extra investering van € 225.406,11 delen door de jaarlijkse besparing van € 12.838,82, bekomen we een terugverdientijd van 17,56 jaar. Voor bouwprojecten worden tijdspanne van 30 jaar vooropgesteld. De terugverdientijd van 17,56 jaar ligt duidelijk onder deze vooropgestelde waarde. Er kan dus gesteld worden dat het gaat om een rendabele en interessante investering en dat het de moeite waard is om een passiefschool te bouwen.



Figuur 12: Terugverdientijd passiefschool Lozen t.o.v E70 o.b.v private en externe baten

Grafische weergave o.b.v. eigen berekening m.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)

4.2.6.1.2. Passiefschool versus oude school

Naast een vergelijking met een conventionele school die de E70-norm hanteert, kan ook eens gekeken worden welke impact gegevens van de oude school hebben op de kosten-batenanalyse. Daarom zal het energieverbruik van een conventionele E70-school vervangen worden door het verbruik dat in de oude school gangbaar was. Hierbij is er nog een bijkomend verschil. De oude school maakte gebruik van stookolie terwijl de nieuwe passiefschool gebruik zal maken van aardgas.

In tabel 18 is de werkwijze te zien om het energieverbruik van de oude school voor zowel stookolie als elektriciteit, om te rekenen tot de externe kosten die hieraan verbonden zijn. Hiervoor zijn de verbruiken omgerekend naar een gebouw dat dezelfde oppervlakte als de passiefschool hanteert, namelijk 1.508 vierkante meter. De oude school heeft inzake het stookolieverbruik een externe kost van €4.830,18 per jaar. Wat het elektriciteitsverbruik betreft bedraagt de externe kost € 99,98 per jaar. De totale externe kost van de oude school komt bijgevolg neer op € 4.930,15 per jaar.

Tabel 18: Totale externe kost per jaar m.b.t energieverbruik voor oude school Lozen

(1.508 m ²)	Stookolie Oude school	Elektriciteit Oude school
verbruik (kWh/jaar)	219.613,92	15.804,78
verbruik (MJ/jaar)	790.610,11	56.897,22
Emissiefactor (kg/MJ)	0,7343	0,2112
CO ₂ -uitstoot per jaar (kg)	580.549,88	12.016,25
CO ₂ -uitstoot per jaar (ton)	580,5499	12,0163
Kost CO ₂ (€/ton)	8,32	8,32
Totale externe kost per jaar (€)	4.830,18	99,98

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Segers, 2012)

In tabel 15, die terug te vinden is onder sectie 4.2.6.1.1, is de externe kost van een passiefschool terug te vinden. Deze bedroeg € 100,37. De toepassing van de verbruiksgegevens van de oude school hebben geen impact op de externe kost van de passiefschool. Er is enkel een verschil merkbaar wanneer wordt overgegaan tot de berekening van de externe baten. De externe baten omvatten namelijk de verschillen tussen de externe kosten van de oude school en deze van de passiefschool. Nu de externe kosten voor zowel de oude school als de passiefschool gekend zijn, kan overgegaan worden tot de berekening van de externe baten die hieruit resulteren. De berekening hiervan is terug te vinden in tabel 19. De totale baat die de bouw van een passiefschool met zich meebrengt in vergelijking met de oude school, komt neer op € 4.829,79 per jaar.

Tabel 19: Externe baat d.m.v vergelijking externe kosten oude school en passiefschool Lozen

Externe Baten	oude school	passiefschool	verschil
Brandstof	4.830,18	33,07	4.797,11
Elektriciteit	99,98	67,30	32,68
Totaal	4.930,15	100,37	4.829,79

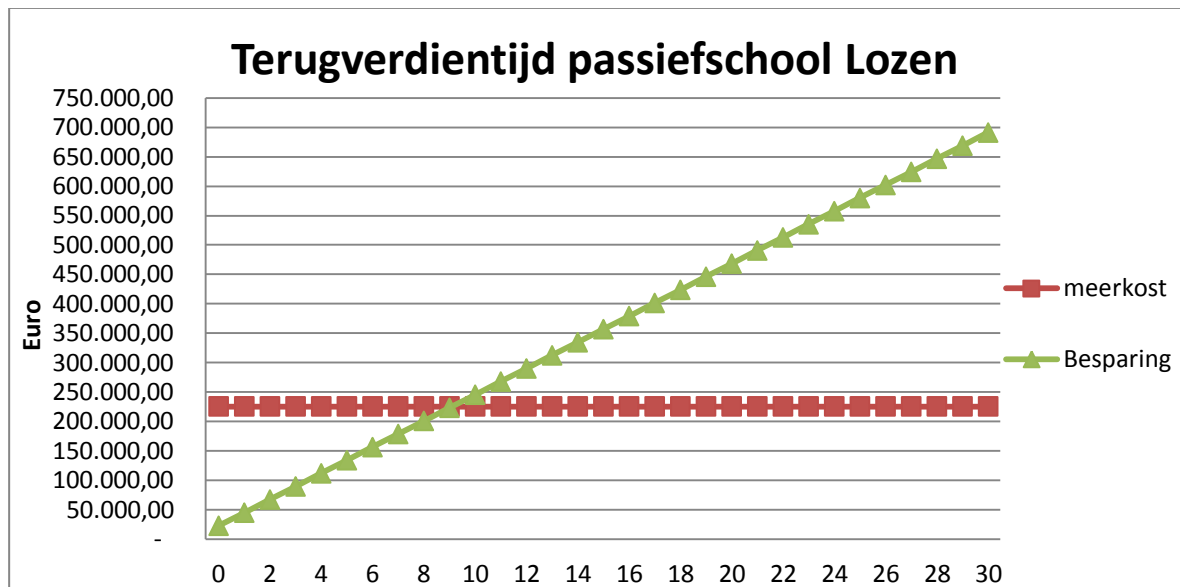
Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Segers, 2012), (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)

Door de gegevens van de oude school op te nemen in plaats van deze afkomstig van een conventionele E70-school wordt een hogere besparing bekomen. In dit geval is de jaarlijkse besparing opgelopen tot € 22.285,26, zoals af te lezen is in tabel 20. De terugverdientijd die hieruit voortvloeit, door de extra investering van € 225.406,11 te delen door deze jaarlijkse besparing, bedraagt 10,12 jaar. Deze waarde ligt wederom lager dan de vooropgestelde 30 jaar. Bijgevolg kan gesteld worden dat de baten opwegen tegen de kosten. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de bouw van een passiefschool een rendabele en aantrekkelijk investering is.

Tabel 20: Private en externe kosten en baten voor passiefschool Lozen t.o.v oude school

	Kosten	Baten
Privaat	225.305,74	17.455,48
Extern	100,37	4.829,79
Totaal	225.406,11	22.285,26

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Segers, 2012), (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)



Figuur 13: Terugverdiëntijd passiefschool Lozen o.b.v private en externe baten

Grafische weergave o.b.v. eigen berekening m.b.v. gegevens afkomstig van (Segers, 2012), (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)

4.2.6.2. Passiefschool te Etterbeek

4.2.6.2.1. Passiefschool versus conventionele E70-school

Uit sectie 4.2.6.1.1 weten we reeds dat de externe kost voor een E70-school € 361,82 bedraagt. Voor de passiefschool van Lozen bedroeg deze kost slechts € 100,37. Als we nu de externe kost van Etterbeek erlangs leggen, blijkt deze lager te zijn, namelijk € 64,58. Dit is te wijten aan het feit dat het ook om een kleinere oppervlakte gaat. Deze totale externe kost kan verder opgedeeld worden in € 19,87 voor aardgas en de resterende € 44,72 kan toegeschreven worden aan elektriciteit zoals hieronder weergegeven in [tabel 21](#).

Tabel 21: Totale externe kost per jaar m.b.t energieverbruiken van beide nieuwbouw scholen Etterbeek

Externe kosten	E70 school	passiefschool
aardgas	150,98	19,87
elektriciteit	89,43	44,72
Totaal	240,42	64,58

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en (Alderweireldt, 2012)

Om de externe baat te berekenen zal gekeken worden naar de gerealiseerde daling in CO₂-uitstoot die gerealiseerd kan worden. Hiervoor dienen de externe kosten van de twee soorten scholen met elkaar vergeleken te worden. Bijgevolg kan gesteld worden dat de bouw van een passiefschool een externe baat van € 175,83 veroorzaakt. De uitgebreide vergelijking hiervan is weergegeven in tabel 22 hieronder.

Tabel 22: Externe baat d.m.v vergelijking externe kosten E70-school en passiefschool Etterbeek

Externe Baten	E70 school	passiefschool	verschil
Brandstof	150,98	19,87	131,12
Elektriciteit	89,43	44,72	44,72
Totaal	240,42	64,58	175,83

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en (Alderweireldt, 2012)

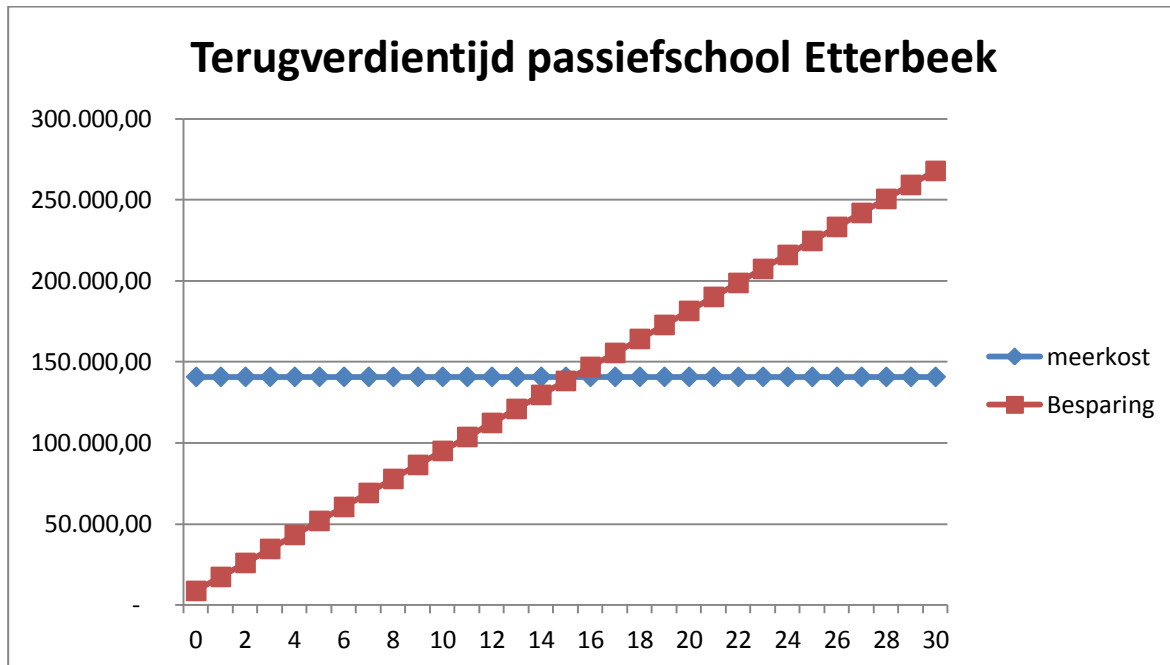
De private en externe kosten en baten die berekend zijn, verschaffen genoeg kennis om de terugverdientijd te kunnen berekenen. In tabel 23 is een overzicht van al deze cijfergegevens beschikbaar. Hierbij worden de twee nieuwbouwprojecten met elkaar vergeleken, namelijk een E70-school en de passiefschool.

Tabel 23: Private en externe kosten en baten voor passiefschool Etterbeek t.o.v E70-school

	Kosten	Baten
Privaat	140.707,14	8.463,89
Extern	64,58	175,83
Totaal	140.771,72	8.639,72

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en (Alderweireldt, 2012)

Als we vervolgens de formule van de terugverdientijd toepassen, dient de extra investering van € 140.771,72 gedeeld te worden door de jaarlijkse besparing die € 8.639,72 bedraagt. Uitwerking van deze formule geeft een uitkomst van 16,29 jaar. Wederom is de vooropgestelde 30 jaar hoger dan de bekomen terugverdientijd. Aangezien hieruit afgeleid kan worden dat de baten opwegen tegen de kosten, kan gesteld worden dat het loont over te gaan tot de bouw van een passiefschool.



Figuur 14: Terugverdientijd passiefschool Etterbeek t.o.v E70 o.b.v private en externe baten

Grafische weergave o.b.v. eigen berekening m.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en (Alderweireldt, 2012)

4.2.6.2.2. Passiefschool versus oude school

Nu kunnen de verbruiken van de oude school mee in rekening gebracht worden. Deze zullen de verbruiken van de conventionele E70-school vervangen. Op deze wijze kan nagegaan worden wat de impact is van een groter verschil in energieverbruik. Hiervoor dienen wel de verbruiken van de oude school omgerekend te worden naar een oppervlakte van 1.002 vierkante meter. Dit is de oppervlakte waarover de passiefschool zal beschikken. Het gemiddelde jaarlijkse verbruik van de oude school, omgerekend naar een oppervlakte van 1.002 vierkante meter, komt dan neer op 10.992,08 kWh wat elektriciteit betreft. Wat aardgas betreft komt het verbruik van de oude school neer op gemiddeld 155.930,93 kWh per jaar.

De totale externe kost voor de oude school komt neer op € 307,37 op jaarbasis. Hiervan heeft € 237,84 betrekking op het aardgasverbruik. Het elektriciteitsverbruik omvat de resterende € 69,53. Met behulp van deze gegevens kan overgegaan worden tot de berekening van de externe baten.

Uit de berekeningen die gemaakt zijn in sectie 4.2.6.2.1 kan de externe kost voor de passiefschool gehaald worden. Deze komt neer op € 64,58 per jaar. Het verschil tussen de externe kosten van beide soorten scholen komt overeen met de externe baat van dit project. In dit geval komt dat neer op € 242,78 op jaarbasis.

Tabel 24: Externe baat d.m.v vergelijking externe kosten oude school en passiefschool Etterbeek

Externe Baten	oude school	passiefschool	verschil
Brandstof	237,84	19,87	217,97
Elektriciteit	69,53	44,72	24,82
Totaal	307,37	64,58	242,78

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en energieboekhouding Etterbeek

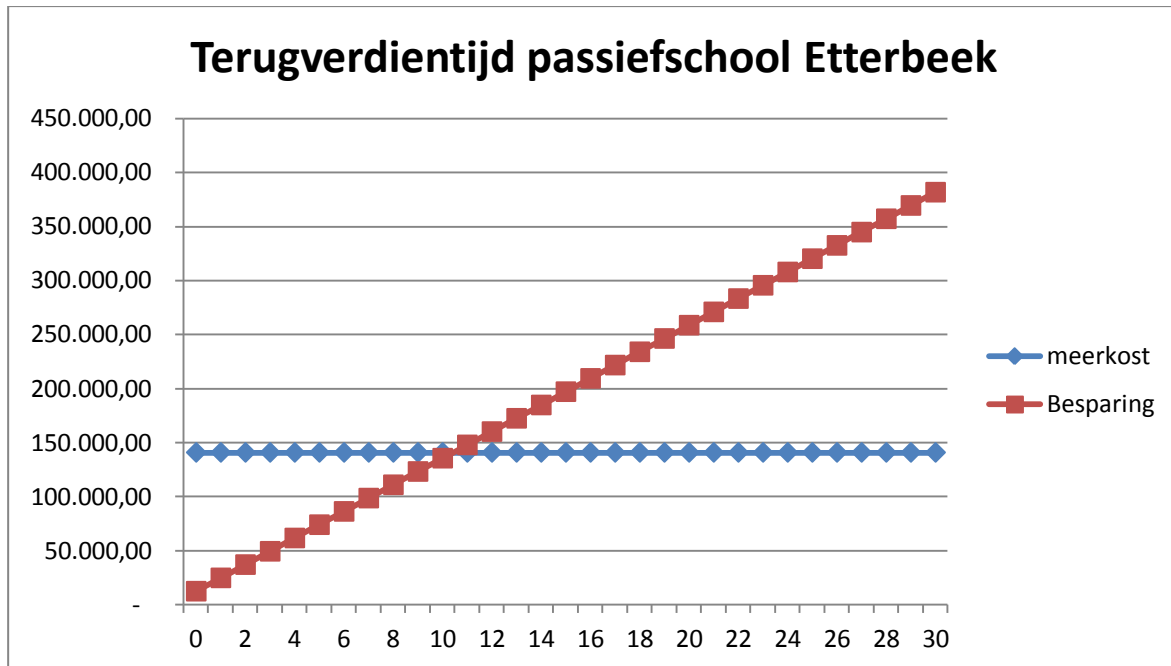
Als vervolgens eens nagegaan wordt wat het effect is wanneer gewerkt wordt met de gegevens van de oude school in plaats deze van een E70-school, kan gesteld worden dat dit een hogere jaarlijkse besparing zal opleveren. Een overzicht van de kosten-batenanalyse is in onderstaande tabel 25 terug te vinden.

Tabel 25: Private en externe kosten en baten voor passiefschool Etterbeek t.o.v oude school

	Kosten	Baten
Privaat	140.707,14	12.068,83
Extern	64,58	242,78
Totaal	140.771,72	12.311,62

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en energieboekhouding Etterbeek

Ook hier wordt het investeringsproject geëvalueerd door de terugverdientijd te berekenen. De jaarlijkse besparing komt neer op € 12.311,62. Vervolgens kan de extra investering van € 140.771,72 gedeeld worden door deze besparing om de terugverdientijd te berekenen. In dit geval bedraagt deze 11,43 jaar. De baten wegen bijgevolg op tegen de kosten daar het aantal jaar ook hier weer kleiner is dan de vooropgestelde 30 jaar. Het gaat hier om een aantrekkelijke investering en bijgevolg is het de moeite waard om over te gaan tot de bouw van een passiefschool.



Figuur 15: Terugverdientijd passiefschool Etterbeek t.o.v oude school o.b.v private en externe baten

Grafische weergave o.b.v. eigen berekening m.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en energieboekhouding Etterbeek

4.2.7. Netto contante waarde (NCW)

Naast de toepassing van de terugverdientijd als rendabiliteitscriterium, kan ook gebruik gemaakt worden van de netto contante waarde om het investeringsproject te evalueren. De terugverdientijd biedt inzicht in de verhouding van de investering aangaande de energiebesparende maatregelen en de jaarlijkse besparing die deze investering met zich meebrengt.

De NCW-methode is echter nauwkeuriger, aangezien hier rekening gehouden wordt met de tijdswaarde van geld. De tijdswaarde van geld wordt door middel van de verdiscontering van de toekomstige kasstromen opgenomen. Het geeft een beter inzicht betreffende de rendabiliteit van een investering. Gaat het echter om constante cashflows dan zijn beide methoden equivalent. De netto contante waarde becijfert het verschil tussen de contante waarden van de in- en uitstromende kasstromen. Meer specifiek het verschil tussen alle investeringsgerelateerde inkomsten en alle hieraan gerelateerde uitgaven. Hierbij wordt gesteld dat een investering enkel zinvol geacht wordt, wanneer de netto contante waarde een positieve waarde aanneemt. Een negatieve waarde wijst erop dat het project een lager rendement heeft dan de rendementsnorm die op voorhand vastgelegd werd, en vervolgens zal het investeringsproject dan ook verworpen worden. De formule die hiervoor gehanteerd wordt, ziet er als volgt uit (Mercken, 2004):

$$NCW = \sum_{t=0}^n K_t * A_{t-r} - I_0$$

Waarbij, $NCW = \text{Netto Contante Waarde}$

$K_t = \text{Kasstromen}$

$A_{t-r} = \frac{1}{(1+0,04)^t}$

$I_0 = \text{Investeringskosten}$

Uit de formule kan afgeleid worden dat de gerealiseerde kosten en baten verdisconteerd worden naar het jaar van de investeringskosten.

De intrestvoet op 6 februari, vastgelegd op niveau van de werkelijke ratio, bedraagt 3,55 procent (De Tijd, 2012). Dit is overeenkomstig met de werkelijke reële opbrengst op een risicoloze investering in overheidsobligaties. Er wordt verondersteld doorheen de berekeningen gebruik te maken van een gemiddelde waarde van 4 procent. Verder zal er een onderscheid gemaakt worden door eerst enkel de private baten mee in rekening te brengen en vervolgens zowel de private als externe baten.

De procentuele stijging van energieprijzen werd eerder vermeld in sectie 4.1. Voor brandstofprijzen bedraagt deze 1,5 procent en voor elektriciteitsprijzen geldt een procentuele stijging van 1 procent. Het verhandelbaar emissierecht zal over de hele tijdsspanne constant gehouden worden. Doorheen de jaren heeft dit reeds heel wat fluctuaties meegemaakt, bijgevolg is het voorspellen van een toekomstige evolutie moeilijker. De onzekerheid van deze prijs zal later zeker mee opgenomen worden in de sensitiviteitsanalyse.

4.2.7.1. *Passiefschool te Lozen*

Met behulp van de opstelling van een cashflowtabel, zoals weergegeven in bijlage 6 en 7, kan op een eenvoudige en overzichtelijke manier een berekening gemaakt worden om de netto contante waarden te bekomen. In jaar nul vindt de investering plaats en alle daaropvolgende jaren realiseren een besparing. Deze besparing is door de procentuele prijsstijging van brandstof- en elektriciteitsprijzen ieder jaar verschillend. Vervolgens worden al deze besparingen verdisconteerd en als laatste wordt dan de NCW berekend.

Eerst wordt gekeken naar de NCW wanneer een passiefschool vergeleken wordt met een conventionele E70-school. Hierbij zijn er twee verschillende scenario's. Een eerste wanneer enkel de private kosten en baten opgenomen zijn. In dit geval wordt een NCW van € 30.726,84 bekomen. Wanneer gekeken wordt naar de NCW, met inbegrip van de externe kosten en baten, bedraagt deze € 34.977,61.

Door te kijken naar de verbruiken van de oude school in de plaats van deze die tot uiting komen in een E70-school worden andere waarden voor de NCW bekomen. In het eerste geval wanneer enkel de private baten mee in rekening gebracht zijn, bedraagt de NCW € 129.598,66. In het tweede geval, loopt de NCW op tot € 209.806,77, door eveneens de externe kosten en baten op te nemen in de berekening. Bijgevolg zien we dat door opneming van de externe baten de investering nog interessanter wordt.

4.2.7.2. *Passiefschool te Etterbeek*

Hierboven is reeds uitgelegd hoe het principe van een cashflow tabel in zijn werk gaat. In bijlage 8 en 9 zijn de cashflow tabellen terug te vinden voor de passiefschool van Etterbeek. Vervolgens kunnen ook voor deze case alle netto contante waardes berekenen worden.

Eerst wordt weer gekeken naar een vergelijking tussen de passiefschool en een conventionele school volgens de E70-norm. Voor de situatie waarin enkel private kosten en baten opgenomen zijn, wordt een NCW van € 31.196,95 bekomen. Als niet enkel naar de private kosten en baten gekeken worden maar als ook de externe kosten en baten mee in rekening gebracht worden, wordt een NCW van € 34.058,40 bekomen.

Vervolgens kan gekeken worden wat de opnemings van het energieverbruik van de oude school als impact heeft op de NCW. Dit verbruik zal het verbruik van een conventionele E70-school vervangen. Eerst worden enkel private kosten en baten opgenomen, wat leidt tot een NCW van € 103.989,19. Vervolgens worden eveneens de externe kosten en baten mee opgenomen in de analyse. Dit brengt met zich mee dat de waarde van de NCW hoger ligt in dit geval, namelijk € 107.963,86. Er kan dus gesteld worden dat de investering aantrekkelijker wordt wanneer de externe baten mee in rekening gebracht worden.

4.2.8. Interne opbrengstvoet

Naast de NCW is er nog een andere maatstaf die eveneens rekening houdt met de tijdswaarde van geld. Dit is de interne opbrengstvoet (IR), ook wel gebruikt als de internal rate of return (IRR). Deze biedt een mogelijkheid tot het berekenen van het relatieve rendement van het investeringsproject. Hierbij gaat het om de discontovoet die bekomen wordt wanneer de netto contante waarde gelijkgesteld wordt aan nul. Een investeringsproject is aantrekkelijk wanneer een hoge IR bekomen wordt (Mercken, 2004).

4.2.8.1. Passiefschool te Lozen

De interne opbrengstvoet is berekend door gebruik te maken van de eerder toegepaste kasstroomanalyse.

Voor de vergelijking van de passiefschool met een conventionele E70-school worden twee interne opbrengstvoeten bekomen. Een eerste interne opbrengstvoet heeft een waarde van 5,05 procent. Dit is wanneer enkel de private kosten en baten mee in rekening gebracht worden. Als vervolgens de externe kosten en baten hier bijgevoegd worden, toont de interne opbrengstvoet een lichte verhoging tot 5,19 procent.

Door de gegevens van het oude schoolgebouw mee op te nemen in de berekening in plaats van deze van de E70-school, bedraagt de IR 8,03 procent wanneer enkel gekeken wordt naar de private kosten en baten. Vervolgens wordt eveneens een berekening gemaakt waarin zowel de private als de externe kosten en baten opgenomen zijn en de IR die uit deze berekening volgt bedraagt 10,32 procent.

In alle gevallen zien we dat de interne opbrengstvoet hoger ligt dan de gebruikte intrestvoet van 4 procent. Derhalve kan gesteld worden dat het gaat om een aantrekkelijk investeringsproject.

4.2.8.2. *Passiefschool te Etterbeek*

Zoals hierboven reeds vermeld wordt de kasstroomanalyse toegepast om de interne opbrengstvoet te bepalen.

In het eerste geval wordt gekeken naar de vergelijking van de passiefschool met een conventionele school volgens de E70-norm. Als eerste worden enkel de private kosten en baten mee in rekening genomen. In dit geval wordt een interne opbrengstvoet bekomen van 5,67 procent. Daarnaast kan ook eens gekeken worden welke waarde de interne opbrengstvoet aanneemt wanneer eveneens de externe kosten en baten mee opgenomen worden in de analyse. Dit zorgt ervoor dat de interne opbrengst voet 5,81 procent, wat niet veel hoger ligt als de eerste waarde die bekomen was.

Vervolgens kunnen de gegevens van de oude school opgenomen worden. Deze vervangen de gegevens afkomstig van de conventionele E70-school. Dit brengt met zich mee dat een IR van 9,05 procent bekomen wordt, wanneer enkel de private kosten en baten opgenomen worden in de analyse. In een tweede geval wordt eveneens gekeken wat de impact is wanneer zowel de private als de externe baten mee in rekening gebracht worden. Hierdoor wordt een IR van 9,23 procent bekomen.

Al de berekende interne opbrengstvoeten zijn hoger dan de vooropgestelde intrestvoet van 4 procent. Wederom gaat het ook hier om een interessant investeringsproject.

4.2.9. Overzicht financiële benadering Lozen en Etterbeek

Hieronder worden alle bevindingen van de bovenstaande financiële analyse kort samengevat voor zowel de passiefschool van Lozen als deze voor de passiefschool van Etterbeek. Dit om een kort en duidelijk overzicht te bieden.

Tabel 26: Overzicht financiële benadering Lozen

		E70 vs. Passief	Oud vs. Passief
Privaat	Kosten	€ 225.305,74	€ 225.305,74
	Baten	€ 12.577,36	€ 17.445,48
	TVT	17,91 jaar	12,91 jaar
	NCW	€ 30.726,84	€ 129.598,66
	IR	5,05 %	8,03 %
Privaat & extern	Kosten	€ 225.406,11	€ 225.406,11
	Baten	€ 12.838,82	€ 22.285,26
	TVT	17,56 jaar	10,12 jaar
	NCW	€ 34.977,61	€ 209.806,77
	IR	5,19 %	10,32 %

Tabel 27: Overzicht financiële benadering Etterbeek

		E70 vs. Passief	Oud vs. Passief
Privaat	Kosten	€ 140.707,14	€ 140.707,14
	Baten	€ 8.463,89	€ 12.068,83
	TVT	16,62 jaar	11,66 jaar
	NCW	€ 31.196,95	€ 103.989,19
	IR	5,67 %	9,05 %
Privaat & extern	Kosten	€ 140.771,72	€ 140.771,72
	Baten	€ 8.639,72	€ 12.311,62
	TVT	16,26 jaar	11,43 jaar
	NCW	€ 34.058,40	€ 107.963,86
	IR	5,81 %	9,23 %

4.2.10. Sensitiviteitsanalyse

Voorgaande financiële analyse gebeurt op basis van veronderstellingen en er wordt gewerkt met schattingen. In zekere zin zorgt dit voor een zwak punt. Om dit aan te pakken, worden in de economie sensitiviteitsanalyses toegepast. Hiermee kan nagegaan worden hoe het resultaat beïnvloed zal worden door een verandering in de geschatte waarden van één van de parameters. De gevoeligheid van de parameters kan met deze methode bepaald worden. Het is een hulpmiddel om na te gaan welke parameters de grootste impact op het resultaat hebben (Start Your Business , 2012). Dankzij deze methode kan rekening gehouden worden met onzekerheid (Ochelen & Putzeijs, 2008). Weinig sensitieve parameters mogen in relatief grote mate afwijken om een significante wijziging in het model te creëren. Daarentegen moeten sensitieve parameters met grote nauwkeurigheid geschat worden, grote afwijkingen kunnen namelijk een onbetrouwbaarheid van het model te weeg brengen (Start Your Business , 2012).

Meestal wordt gebruik gemaakt van een Monte Carlo simulatie om de belangrijkste inputparameters te bepalen en mede hun impact op de spreiding van de NCW. Hier zal enkel een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd worden voor de kostprijs van het verhandelbaar emissierecht. Bijgevolg zal hier niet eerst een Monte Carlo simulatie toegepast worden. Er wordt enkel naar de kostprijs van het verhandelbaar emissierecht gekeken daar dit gekoppeld is aan de milieuaspecten van een gebouw. Dit hangt samen met de veroorzaakte emissies. Voor de beoordeling van de subsidies zal ook naar deze milieuaspecten gekeken worden.

Door de waarde van deze input parameter te laten variëren worden de baten en de NCW cijfermatig weergegeven. De uitvoering hiervan gebeurt volledig in Excel. Het doel is grafieken te bekomen over het volledige interval van waarden. De minimum waarde van het interval is 0,01. Dit is de minimum toegelaten prijs per ton voor een verhandelbaar emissierecht. De maximaal toegelaten prijs is onbeperkt (Ice, 2012). In deze masterproef zal deze maximale prijs vastgelegd worden op € 50,01 per ton. De variatie hiervan zal gebeuren met tussenstappen van € 5.

Er zal enkel gekeken worden naar de impact op de situatie waarbij de passiefschool vergeleken wordt met de oude school. Dit omdat bij de bespreking van de subsidies ook enkel naar deze situatie gekeken zal worden aangezien de passiefschool de oude school vervangt.

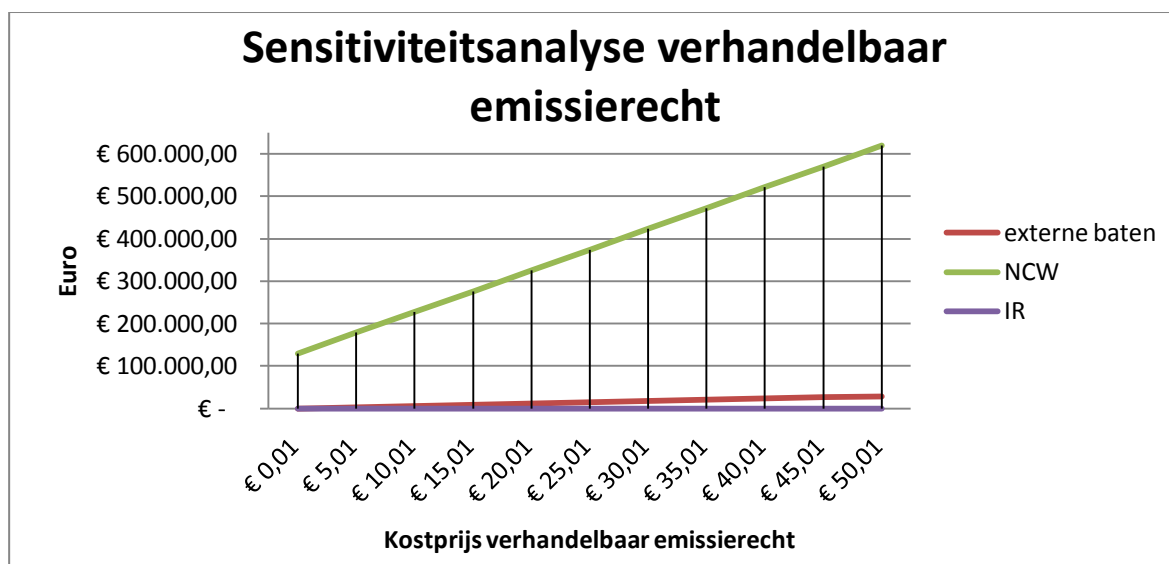
4.2.10.1. Passiefschool te Lozen

De kostprijs van een verhandelbaar emissierecht hebben we laten variëren van € 0,01 per ton CO₂-emissie tot en met € 50,01 per ton CO₂-emissie. Hierbij werd gekeken hoe de externe baten, de NCW en de interne opbrengstvoet beïnvloed werden. Er kan gesteld worden dat deze parameter 'kostprijs van het verhandelbaar emissierecht' een positief effect heeft. De externe kosten, de NCW en de interne opbrengstvoet worden namelijk groter naar mate de kostprijs van het verhandelbaar emissierecht toeneemt. Deze parameter zorgt er mede voor dat het verschil inzake de externe kosten van een passiefschool en een conventionele E70-school vergroot wordt wanneer de kostprijs stijgt. Hieronder in tabel 28 en figuur 17 is de impact van deze variatie weergegeven voor de vergelijking van de oude school en de passiefschool.

Tabel 28: Sensitiviteitsanalyse verhandelbaar emissierecht oude school t.o.v passiefschool Lozen

kost verhandelbaar emissierecht	externe baten	NCW	IR
€ 0,01	€ 5,81	€ 129.599,99	8,03%
€ 5,01	€ 2.908,32	€ 178.520,80	9,44%
€ 10,01	€ 5.810,84	€ 227.441,61	10,81%
€ 15,01	€ 8.713,35	€ 276.362,42	12,16%
€ 20,01	€ 11.615,87	€ 325.283,24	13,49%
€ 25,01	€ 14.518,38	€ 374.204,05	14,81%
€ 30,01	€ 17.420,90	€ 423.124,86	16,11%
€ 35,01	€ 20.323,41	€ 472.045,67	17,41%
€ 40,01	€ 23.225,93	€ 520.966,48	18,71%
€ 45,01	€ 26.128,44	€ 569.887,30	20,00%
€ 50,01	€ 29.030,96	€ 618.808,11	21,29%

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Segers, 2012), (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)



Figuur 16: Grafische weergave sensitiviteitsanalyse verhandelbaar emissierecht Oude school t.o.v passiefschool Lozen

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Segers, 2012), (Bynens, 2010) en (Van Loon, 2012)

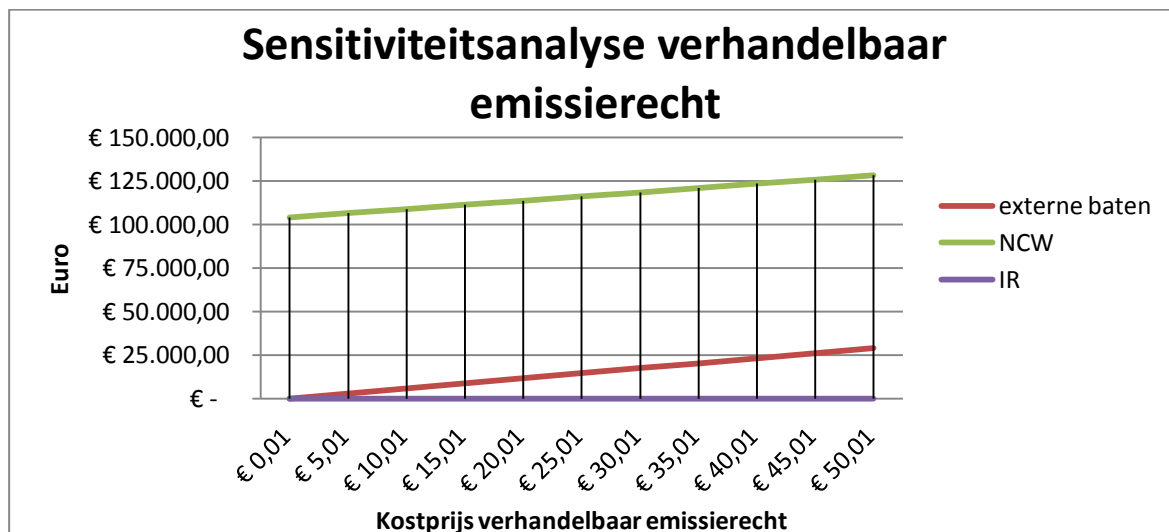
4.2.10.2. Passiefschool te Etterbeek

Voor de passiefschool van Etterbeek kan op dezelfde wijze een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd worden voor de kostprijs van het handelbaar emissierecht. Het interval dat gehanteerd wordt blijft hetzelfde, namelijk van € 0,01 per ton CO₂-emissie tot € 50,01 per ton CO₂-emissie. Voor deze passiefschool kan eveneens gesteld worden dat de parameter een positieve impact heeft. Wederom worden de externe kosten, de NCW en de interne opbrengstvoet groter naar mate de kostprijs van het handelbaar emissierecht stijgt. De verhoging is wel beduidend lager dan voor de passiefschool van Lozen. Dit is te wijten aan het feit dat de oude school van Etterbeek reeds gebruik maakte van aardgas waardoor de daling in CO₂-emissies reeds kleiner was dan wanneer nog gebruik gemaakt werd van stookolie zoals in Lozen het geval was. Hieronder in tabel 29 en figuur 18 is de effect van de variatie in de kostprijs van het handelbaar emissierecht weergegeven voor de vergelijking van de oude school en de passiefschool.

Tabel 29: Sensitiviteitsanalyse handelbaar emissierecht oude school t.o.v passiefschool Etterbeek

kost handelbaar emissierecht	externe baten	NCW	IR
€ 0,01	€ 5,81	€ 103.994,02	9,05%
€ 5,01	€ 2.908,32	€ 106.419,97	9,16%
€ 10,01	€ 5.810,84	€ 108.845,91	9,27%
€ 15,01	€ 8.713,35	€ 111.271,85	9,38%
€ 20,01	€ 11.615,87	€ 113.697,80	9,49%
€ 25,01	€ 14.518,38	€ 116.123,74	9,60%
€ 30,01	€ 17.420,90	€ 118.549,69	9,71%
€ 35,01	€ 20.323,41	€ 120.975,63	9,82%
€ 40,01	€ 23.225,93	€ 123.401,58	9,93%
€ 45,01	€ 26.128,44	€ 125.827,52	10,04%
€ 50,01	€ 29.030,96	€ 128.253,47	10,15%

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en energieboekhouding Etterbeek



Figuur 17: Grafische weergave sensitiviteitsanalyse handelbaar emissierecht Oude school t.o.v passiefschool Etterbeek

Eigen berekening o.b.v. gegevens afkomstig van (Bynens, 2010) en energieboekhouding Etterbeek

Hoofdstuk 5 – Subsidies

1.1. Subsidies gekoppeld aan milieuaspecten

De regelgeving inzake energieprestatie zoals besproken in sectie 2.4.4 is opgezet door de overheid om het energieverbruik van gebouwen te verlagen. Op die manier is het mogelijk de CO₂-uitstoot te verminderen. Gezonde en energiezuinige gebouwen worden gerealiseerd met deze regelgeving. In ruil krijgt de investeerder niet enkel een gezonder gebouw maar eveneens een lagere energiefactuur. Daarbij komt dan nog eens dat door deze energiezuinigheid de investering terugbetaald wordt. Eveneens worden subsidies voorzien voor zulke energiebesparende maatregelen (VEA, 2011).

Om de onderzoeksvraag te beantwoorden zullen de subsidies beoordeeld worden door de milieuaspecten mee in rekening te brengen. Zoals eerder reeds aangehaald, zorgt een passiefschool voor zowel een daling in het energiegebruik als de CO₂-emissies. De daling in CO₂-emissies vloeit voort uit de gerealiseerde dalingen inzake elektriciteit en brandstof, met andere woorden het energieverbruik. Het opzet van passiefscholen is namelijk klimaatvriendelijk zijn, wat tot uiting komt in de reductie van CO₂-emissies.

Voor investeerders die niet willen inzetten op een lager energieverbruik en bijgevolg aan een betere leefomgeving, worden boetes voorzien (VEA, 2011). Aangaande het Europese emissiehandelsstelsel (EU ETS) bestaat er de verplichting CO₂-emissies jaarlijks af te dekken met uitstootrechten. Deze rechten worden door de overheid verschaft en zijn onderling verhandelbaar. Hierbij is het de bedoeling dat evenveel emissierechten ingediend worden als de hoeveelheid veroorzaakte CO₂-emissies in het voorgaande jaar. De indiening van deze rechten gebeurt door het nationaal register voor broeikasgassen. Dit is een elektronische tool die gestandaardiseerd en goed beveiligd is. Hiermee worden via het internet broeikasgasemissies, emissierechten en de handel ervan beheerd. Bij laattijdig indienen van emissierechten wordt een boete opgelegd. Deze boete komt neer op € 100 per ton CO₂ die te veel werd uitgestoten (Eyckmans, 2012)

1.1.1. Passiefschool te Lozen

De school van Lozen behoort tot het vrij gesubsidieerd onderwijs. Bijgevolg vallen zij onder de subsidieprocedure van AGION en krijgen zij een subsidie van 70 procent van het investeringsbedrag toebedeeld. De subsidie die berekend en toegekend werd, bedraagt € 2.192.665,69.

Als we eerst kijken naar het elektriciteitsverbruik, is er een daling merkbaar van 5.165,84 kWh per jaar. Wat het brandstofverbruik betreft, is geweten dat de oude school een verbruik van 219.613,92 kWh had. Het verbruik van de passiefschool wordt geschat op 21.679,40 kWh. Bijgevolg wordt er een daling van 197.934,52 kWh veroorzaakt op jaarbasis door over te schakelen op een passiefschool. Deze dalingen werden reeds berekend in sectie 4.2.5.1.2.

Voorgaande dalingen brengen met zich mee dat CO₂-emissies gereduceerd worden. Wat betreft brandstof realiseerde de oude school een uitstoot van 580,5499 ton en de nieuwe school zal een uitstoot van 3,9766 ton veroorzaken. Dit komt neer op een daling van 576,5755 ton per jaar wat brandstof betreft. Hierbij dient ook nog de daling in uitstoot aangaande elektriciteit opgenomen te worden. De oude school had een uitstoot van 12,0163 ton gerealiseerd door het elektriciteitsverbruik terwijl verwacht wordt dat de passiefschool een uitstoot van 8,0887 ton zal veroorzaken. Dit alles samengenomen wordt jaarlijks een daling van 580,5030 ton gerealiseerd door de bouw van een passiefschool. Deze daling moet bekeken worden over een tijdsspanne van 30 jaar. De subsidie wordt echter nu toegekend, maar eerder werd vastgesteld dat voor gebouwen gewerkt wordt met een periode van 30 jaar. Door deze gerealiseerde daling en de gehanteerde tijdsperiode in rekening te brengen met de subsidies komt dit neer op een bedrag van € 125,91 voor een daling van 1 ton CO₂-uitstoot. Als hierbij gekeken wordt naar het handelbaar emissierecht zoals vermeld in sectie 4.1, wat een waarde van € 8,32 per ton heeft, kan gesteld worden dat hier een zeer groot verschil merkbaar is. Zoals hierboven reeds aangehaald bedraagt de boete € 100 per ton CO₂ die te veel werd uitgestoten.

1.1.2. Passiefschool te Etterbeek

Etterbeek valt onder het gemeenschapsonderwijs en wordt bijgevolg 100 procent gefinancierd. Dit zorgt ervoor dat de totale investeringskost teruggevorderd zal worden. Hierbij ging het om een investeringsbedrag van € 1.519.823,12 exclusief btw. Als voor deze investeringskost het subsidiabel bedrag berekend wordt, komt dit neer op € 2.091.863,77.

In sectie 4.2.5.2.2 werden de dalingen inzake het energieverbruik reeds berekend voor de passiefschool van Etterbeek. De verbruiken die weergegeven zijn, werden allemaal omgezet naar een oppervlakte van 1.002 vierkante meter. Dit is de oppervlakte die de passiefschool zal bevatten. Inzake elektriciteit bedraagt het verbruik van de oude school 10.280,67 kWh, terwijl geschat wordt dat de passiefschool slechts te kampen zal hebben met een elektriciteitsverbruik van 7.069,11 kWh. De bouw van een passiefschool levert dus een besparing van 3.211,56 kWh op wat het elektriciteitsverbruik betreft. Voor het brandstofverbruik is een daling van 141.184,94 kWh berekend. Hiervoor werd het verbruik van de oude school, 154.210,94 kWh, verminderd met het geschatte brandstofverbruik van de passiefschool, namelijk 13.026,00 kWh.

Al deze verbruiken brengen CO₂-emissies met zich mee. Een daling van 3.211,56 kWh die een passiefschool teweegbrengt in het elektriciteitsverbruik, komt overeen met een daling van 2,4417 ton aan CO₂-emissies. De reductie van 25,8829 ton CO₂-emissies komt overeen met de daling van 154.210,94 kWh die gerealiseerd wordt wat het brandstofverbruik betreft. De totale jaarlijkse reductie aan CO₂-emissies die de bouw van de passiefschool realiseert bedraagt bijgevolg 28,3247 ton. In vergelijking met de passiefschool van Lozen is er een heel groot verschil merkbaar. Dit verschil is te wijten aan het type brandstof dat gebruikt werd. De oude school van Lozen maakte namelijk nog gebruik van stookolie, terwijl de oude school van Etterbeek reeds gebruik maakte van aardgas. Hieruit blijkt dus dat het type brandstof een grote invloed heeft op het aantal gerealiseerde reducties voor CO₂-emissies. Terugblikkend op de CO₂-emissiefactor die weergegeven is in tabel 3 onder sectie 4.2.3, kan gesteld worden dat dit verschil te verwachten was, daar de emissiefactoren van stookolie en aardgas ook heel verschillend zijn.

Aan de daling inzake CO₂-emissies die in bovenstaande alinea bekomen is, kunnen de subsidies gekoppeld worden. Hierbij dient een periode van 30 jaar in acht genomen te worden, zoals eerder vermeld in deze masterproef. Door dit alles mee op te nemen, wordt een bedrag € 2.461,77 voorzien, wanneer een daling van 1 ton CO₂-emissies gerealiseerd wordt. In sectie 4.2.3 werd vastgesteld dat de waarde van een verhandelbaar emissierecht € 8,32 per ton bedraagt. Bijgevolg kan gesteld worden dat het om een extreem groot verschil gaat.

Hoofdstuk 6 - Conclusies

In hoofdstuk vier werd nagegaan of de bouw van een passiefschool voor beide case studies, die behandeld werden in deze masterproef, een rendabele investering is. Zowel voor Lozen als voor Etterbeek was het een interessante investering om de bouw van een passiefschool te verwezenlijken. Voor beide scholen werd door middel van een kosten-batenanalyse een terugverdientijd bekomen, gelegen tussen de 10 en 13 jaar wanneer vergeleken wordt met de oude school die men eerst had. Maar niet alleen de terugverdientijd toont aan dat het om een aantrekkelijke investering gaat. Eveneens staven de waarden van de NCW en de interne opbrengstvoet dat het om een rendabel project gaat. Met de huidige milieuproblematiek in het achterhoofd en de stijgende tendens van de energieprijzen is het bijgevolg aangewezen over te schakelen op de bouw van passiefscholen in plaats van conventionele scholen volgens de E70-norm. Deze scholen vormen eveneens een voorbeeldfunctie en hebben tot doel anderen aan te sporen hun voorbeeld op te volgen en op die wijze zelf ook hun bijdrage te leveren aan het milieu.

Wanneer in het eerste geval gekeken werd naar de rendabiliteit van de bouw van een passiefschool ten opzichte van een conventionele school volgens de E70-norm, zien we dat beide case studies gelijklopend zijn. Wanneer de private kosten en baten mee in rekening gebracht worden, bedraagt de NCW ongeveer € 31.000. Vervolgens worden ook de externe kosten en baten mee opgenomen in de analyse en dan komt de NCW neer op ongeveer € 35.000. Deze bedragen zijn vrij gelijklopend voor zowel Lozen als Etterbeek.

Een groter verschil is merkbaar wanneer gekeken wordt naar de oude school. Voor de passiefschool van Lozen komt de NCW neer op ongeveer € 130.000 wanneer enkel de private kosten en baten mee in rekening gebracht zijn. Dit terwijl de passiefschool van Etterbeek een NCW van ongeveer € 104.000 vertoont. In dit geval is het verschil nog niet zo extreem, het wordt echter groter wanneer ook de externe kosten en baten opgenomen worden. Dan bekomen we voor de passiefschool van Lozen een NCW ter waarde van ongeveer € 210.000 en voor de passiefschool van Etterbeek bedraagt de NCW ongeveer € 108.000. Hier is bijgevolg een verschil van meer dan € 100.000 merkbaar. Als beide case studies naast elkaar gelegd worden blijkt dat het soort brandstof dit verschil teweeg brengt. De oude school van Lozen maakte gebruik van stookolie terwijl de oude school van Etterbeek reeds gebruik maakte van aardgas. Dit zorgt ervoor dat er meer CO₂-uitstoot veroorzaakt werd bij de school van Lozen. De overschakeling naar aardgas levert dan een enorme externe baat op, wat verder tot uiting komt in de waarde van de NCW.

Het positieve resultaat uit hoofdstuk vier toonde aan dat zeker naar de subsidies gekeken kon worden. Uit de kosten-batenanalyse van hoofdstuk vier kon geconcludeerd worden dat de bouw van een passiefschool zowel in Lozen als Etterbeek een rendabel project is. Afgaand op deze voorgaande bevindingen kan gesteld worden dat het bouwen van passiefscholen gezien kan worden als klimaatvriendelijke projecten. Indien zou blijken dat het niet om rendabele projecten ging, zou het subsidiëren van zulke projecten helemaal niet zinvol zijn. Dan zou iedere subsidie die toegekend werd voor zulke projecten teveel zijn. In alle gevallen zou dan sprake zijn van oversubsidiëring.

Aangezien uit de bevindingen van hoofdstuk vier afgeleid kan worden dat de CO₂-emissies een groot verschil veroorzaken, werd voor deze factor een sensitiviteitsanalyse uitgevoerd. Hierbij werd gekeken welke impact de kostprijs van het verhandelbaar emissierecht heeft op het resultaat. Het resultaat omvat in dit geval de externe baten, de NCW en de interne opbrengstvoet. Uit die sensitiviteitsanalyse kan afgeleid worden dat de waarden van deze drie aspecten toeneemt naar mate de kostprijs van het verhandelbaar emissierecht stijgt.

Voor de passiefschool van Lozen loopt de toename van de NCW niet evenwijdig met de toename in externe baten. Dit is visueel weergegeven in figuur 17, wat een grafiek is van de sensitiviteitsanalyse. Een toename van € 5 in de kostprijs van het verhandelbaar emissierecht veroorzaakt een verhoging van € 2.942,26 in de externe baten en een stijging van € 48.920,81 voor de NCW. Als gekeken wordt naar figuur 18, wat een grafische weergave is van de sensitiviteitsanalyse die uitgevoerd werd voor de passiefschool van Etterbeek, zien we dat de grafiek van de NCW en de externe baten eerder evenwijdig lijkt te lopen. Wanneer de kostprijs van het verhandelbaar emissierecht toeneemt met € 5, zullen de externe baten verhogen met € 145,90 en de NCW stijgt met € 2.425,94. Als we deze getallen vergelijken, zien we dat de verhouding van toename in Lozen veel groter is, waardoor de grafieken ook in veel mindere mate parallel lopen dan het geval is in Etterbeek. Het verschil is hier wederom te wijten aan het type brandstof dat gebruikt werd in het oude gebouw.

De bouw van passiefscholen gaat gepaard met een serieuze meerkost. Deze meerkost schrikt af om over te schakelen op deze bouwwijze. Bijgevolg wordt aan de scholen die in het pilootproject gestapt zijn een subsidie toegekend om deze meerkosten te helpen dekken. Vooraleer deze berekeningen inzake de bepaling van subsidies gemaakt werden in hoofdstuk vijf, kon reeds verondersteld worden dat de subsidies die voorzien werden, toereikend zouden zijn inzake de meerkosten. De subsidie was namelijk vastgesteld op € 235 per vierkante meter volgens AGION. In beide case studies was de meerkost per vierkante meter reeds lager dan dit vooropgestelde bedrag. Voor de case van Lozen werd namelijk een meerkost bekomen van € 211,44 per vierkante meter en voor Etterbeek kwam deze meerkost neer op € 213,90 per vierkante meter.

Voor de beoordeling van de subsidies werd verder gewerkt vanuit het standpunt van de gerealiseerde daling in CO₂-emissies in hoofdstuk vijf. Zoals eerder aangehaald kunnen passiefscholen gezien worden als klimaatvriendelijke projecten. Hieruit volgt dat bij de beoordeling van de subsidies gekeken wordt naar de gerelateerde milieuaspecten. In dit hoofdstuk werden daarom de toegekende subsidies gekoppeld aan de gerealiseerde daling CO₂-emissies, uitgedrukt in aantal ton. Zo kon vastgesteld worden hoeveel subsidies ontvangen werden voor een daling van één ton. De bedragen die hieruit volgden, waren zeer groot in vergelijking met de prijs die gangbaar was voor het verhandelbaar emissierecht. Eveneens waren deze bedragen hoger dan de boete die gekoppeld is aan het niet realiseren van één ton reductie inzake CO₂-emissies. Deze boete bedraagt namelijk € 100 per ton CO₂-emissie die te veel werd uitgestoten.

Zo leverde een daling van één ton CO₂-emissies € 125,91 op voor de school van Lozen. Daarentegen leverde een daling van één ton CO₂-emissies € 2.461,77 op voor de school van Etterbeek. Dit zijn hoge waarden in vergelijking met het verhandelbaar emissierecht zoals vermeld in sectie 4.1, wat een waarde van € 8,32 per ton heeft.

Uit de bevindingen van hoofdstuk vijf kan het antwoord op de centrale onderzoeksvraag afgeleid worden. Enerzijds kan geconcludeerd worden dat op maatschappelijk vlak passiefscholen te maken hebben met oversubsidiëring. CO₂-emissies zijn namelijk een maatschappelijk aspect. Het gaat om een klimaatvriendelijk project, wat zeker een goede bijdrage levert aan ons leefmilieu, maar door de toekenning van deze subsidies verdient men op deze projecten.

Anderzijds is er op privaat vlak, of financieel gezien, sprake van ondersubsidiëring. Deze bevinding is voornamelijk van toepassing op scholen die vallen binnen het net van het vrij gesubsidieerd onderwijs. Deze scholen dienen zelf in te staan voor de financiële middelen van deze klimaatvriendelijke projecten, maar kunnen zonder de overheidssteun, door middel van subsidies, niet in deze financiering voorzien. Scholen van het vrij gesubsidieerd onderwijs hebben niet voldoende financiële middelen voorhanden. Dit heeft er ook toe geleid dat enkele scholen hebben moeten afhaken voor het pilootproject omdat het financiële kostenplaatje niet bekostigd kon worden, zelfs niet met behulp van de subsidies.

Bijgevolg kan verder onderzoek gedaan worden naar de optimalisatie van het subsidiëringssysteem dat hier gehanteerd wordt. Zo dient gekeken te worden dat de toegekende subsidies voldoende toereikend kunnen zijn voor alle scholen uit alle netwerken. Verder moet de mogelijkheid voorzien worden dat alle scholen over kunnen schakelen op de bouw van een passiefschool. Hierbij moet onderzocht worden door middel van welk financieringsmiddel of door welke financieringsmethode scholen bijgestaan kunnen worden. Want het grootste probleem is meestal het voorhanden hebben van de financiële middelen. Vaak wordt vanuit het standpunt van de scholen gezegd dat de subsidies ontoereikend zijn terwijl de overheid vanuit haar standpunt zegt dat de subsidies wel toereikend zijn.

De overheid beargumenteert hun standpunt door aan te halen dat ze doorheen de jaren hun investering zullen terugverdienen. Scholen zien dit in maar als de financiële middelen op voorhand niet ter beschikking zijn, kan nooit overgegaan worden tot de realisatie van zulke projecten.

Een ander aspect dat verder onderzocht kan worden is de impact van de toegepaste materialen. In deze masterproef werd hiermee niet echt rekening mee gehouden. Al werd wel vastgesteld dat bij de passiefschool van Etterbeek meer nadruk gelegd is geweest op de betonstructuur van het gebouw. Naast deze vaststelling werd niet onderzocht of dit al dan niet een impact heeft op de kostenbesparing. Het kan namelijk zijn dat het ene materiaal superieur is aan het andere inzake de kostenbesparingen die gerealiseerd kunnen worden.

Bibliografie

Aanbieders. (2012). *Energie*. Opgeroepen op februari 17, 2012, van Aanbieders.be:

<http://www.aanbieders.be/energie/gas-elektriciteit>

AGION & Vlaams Bouwmeester. (2009). *Scholen Bouwen*. Opgeroepen op april 12, 2012, van

Wetgeving: <http://www.scholenbouwen.be/wetgeving>

AGION. (2009, mei 13). powerpoint. *Subsidiewerking en logistieke ondersteuning* . Brugge.

AGION. (sd). *Subsidiëring - Standaardprocedure*. Opgeroepen op juli 8, 2011, van AGION:

<http://www.agion.be/subsidiëring/procedures/de%20standaardprocedure.aspx>

AGION. (sd). *Wat is passief bouwen*. Opgeroepen op april 12, 2011, van AGION:

<http://www.agion.be/passiefscholen/wat%20is%20passief%20bouwen.aspx>

Alderweireldt, J. (2012, maart 19). e-mail. *Energieverbruik passiefschool Etterbeek* .

ArchitectuurGroep Oosthoven bvba. (2010, september). powerpoint. *werken aan de vrije basisschool Sterbos - Wuustwezel* .

Audenaert, A., De Cleyn, S., & Vankerckhove, B. (2008). Economic analysis of passive houses and low-energy houses compared with standard houses. *Energy policy* , 36, 47-55.

Badescu, V., & Sicre, B. (2003). Renewable energy for passive house heating II. Model. *Energy and Buildings* , 35, 1085-1096.

Bauer, D. G. (2001). *How to evaluate and improve your grants effort* (1 ed.). Westport: The Oryx Press.

Boonstra, C., Clocquet, R., & Joosten, L. (2006). *Passiefhuizen in Nederland*. Bostel: Aeneas.

Brink - Climate systems. (2010, februari 6). powerpoint. *Installatieconcepten - De weg naar energieneutraal, hoe gaat dat in de praktijk* .

Bynens, S. (2010). *Hoe het energiegebruik in scholen drastisch te verminderen?* Diepenbeek: Uhasselt.

Coekaerts, O. (2012, februari 6). *Officiële brandstofprijs in België*. Opgeroepen op februari 6, 2012, van Brandstofprijzen.be: http://www.brandstofprijzen.be/official_prices.php

Coördinatiecel Duurzame Ontwikkeling. (2009). *Subsidiegids 2009 - projectsubsidies Vlaamse overheid duurzame ontwikkeling*. Brussel: Vlaamse Overheid.

Daidalos-Peutz bouwfysisch ingenieursbureau, Evr-architecten, SUM Research. (2011). *Duurzame woningbouw: Vlaamse maatstaf duurzaam wonen en bouwen*. Brussel: Vlaamse Overheid.

De Bruyn, G. (2007, februari 21). Powerpoint. *Niet-residentiële gebouwen volgens Passiefhuis-strandaard*. Cenergie.

De Jonghe, R. (2010). *Concept steinerschool*. Opgeroepen op mei 19, 2012, van steinerscholen.com - Focus op de steinerschool: <http://www.steinerscholen.com/concept-steinerschool>

De Meyer, J., & Vandenbroucke, F. (2008, februari 21). *Interpellatie van de heer Jos de Meyer tot de heer Frank Vandenbroucke*.

De Smidt, T. (2011, november 28). e-mail. *Selectiecriteria volgens AGION*.

De Tijd. (2012, februari 6). *Gemiddelde rente OLO 10 jaar*. Opgeroepen op februari 6, 2012, van tijd.be: http://www.tijd.be/beurzen/Gemiddelde_rente_OLO_10_jaar.510138581

Departement DAR - Vlaamse regering. (2011). *Vlaamse strategie duurzame ontwikkeling*. Opgeroepen op december 4, 2011, van Duurzame ontwikkeling - DAR: <http://sta.dar-001.ys.be/beleid/vlaams-beleid/vlaamse-strategie-duurzame-ontwikkeling>

Departement Leefmilieu, Natuur en Energie. (2011). *CO2-meter*. Opgeroepen op februari 7, 2012, van Ine.be: <http://www.ine.be/themas/klimaatverandering/toncontract/CO2-meter>

Departement Leefmilieu, Natuur en Energie. (2006). *Het Vlaams Klimaatbeleidsplan 2006 - 2012*. Brussel: Vlaamse Overheid.

Departement Onderwijs en Vorming, AgODi, AHOVOS en AOC. (2008). *Onderwijs in Vlaanderen - Het Vlaamse onderwijslandschap in een notendop*. Brussel: Die Keure.

Diko. (2011). Publicatie. *Nieuwe oproep voor de inhaaloperatie Scholenbouw DBFM*.

Dubolimburg. (2011). *School van Lozen - Bocholt (projectfiche)*.

ENBI. (2007). *EPB-regelgeving*. Opgeroepen op december 11, 2011, van ENBI consulting - energie & binnenklimaat: http://www.enbi.be/epb_regelgeving.htm

Encyclo. (2012). *Online Encyclopedie*. Opgeroepen op mei 19, 2012, van encyclo.nl: <http://www.encyclo.nl/>

EPC-platform. (2010). *EPB-eisen*. Opgeroepen op december 17, 2011, van EPC-Platform.be: <http://www.epc-platform.be/bouw-verbouw/epb-verslaggeving/epb-eisen/>

EPC-platform. (2010). *EPB-regelgeving*. Opgeroepen op december 12, 2011, van epc-platform.be: <http://www.epc-platform.be/bouw-verbouw/epb-verslaggeving/epb-regelgeving/>

Europees Parlement en de raad van de Europese Unie. (2003). *Richtlijn 2002/91/EG van het Europees Parlement en de Raad van 16 december 2002 betreffende de energieprestatie van gebouwen.*

Opgeroepen op december 12, 2011, van eur-lex.europa.eu: http://eur-lex.europa.eu/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=nl&type_doc=Directive&an_doc=2002&nu_doc=91

Evr-architecten. (2009). *Basisschool KAE Etterbeek*. Brussel: Vlaamse Bouwmeester.

Eyckmans, J. (2012, mei 4). *Belgische bedrijven leveren tijdig emissierechten in en vermijden zo belangrijke Europese boetes*. Opgeroepen op mei 16, 2012, van presscenter.org:

<http://www.presscenter.org/nl/pressrelease/20120504/belgische-bedrijven-leveren-tijdig-emissierechten-in-en-vermijden-zo-belangrij>

GoLanTec. (2011, oktober 1). *Energiekostprijs : Vergelijking van de kostprijs elektriciteit, aardgas, mazout, benzine en diesel*. Opgeroepen op februari 8, 2012, van GoLanTec.be:

<http://www.golantec.be/kostprijs%20diverse%20vormen%20van%20energie.htm>

Gustavsson, L., & Joelsson, A. (2010). Life cycle primary energy analysis of residential buildings. *Energy and Buildings* , 42, 210-220.

Heudorf, U. (2007). Passive-House Schools - A tool for improving indoor air quality in schools? *Das Gesundheitswesen* , 69 (7), 408-414.

Hilderson, W. (2008, januari 14). powerpoint. *Passiefhuizen* . Passiefhuis-platform VZW.

Ice. (2012, februari). *Emissions*. Opgeroepen op februari 8, 2012, van theice.com:

<https://www.theice.com/productguide/ProductGroupHierarchy.shtml?groupDetail=&group.groupId=19>

Integrale. (2012). *Rendement*. Opgeroepen op februari 16, 2012, van Integrale.be:

<http://www.integrale.be/nl/pages/integrale-rendement.aspx>

Intelligent Energy - Europe. (sd). *Meten energieverbruik op school - energieboekhouding*. Opgeroepen op februari 8, 2012, van Teachers 4 energy.eu: http://teachers4energy.eu/LangSpecPages/BE/PDF-BE/3e1_meterstanden.pdf

ISO 14040.2. (2009). *Defining Life cycle Assessment* . Opgeroepen op december 20, 2011, van gdrc.org: <http://www.gdrc.org/uem/lca/lca-define.html>

Kabinet van Minister-president van de Vlaamse Regering. (2009). *Beleidsnota 2009-2014: Algemeen regeringsbeleid*. Brussel: Vlaamse Regering.

Kabinet Vlaams minister van Onderwijs en Vorming. (2008, mei 23). Persmededeling. *Groen licht voor bouw van eerste passiefscholen* .

- Lava architecten cvba. (2010). *Gunningsbedrag ifv goedgekeurde bouwprogramma*. Agion.
- Liekens, J. (2005, oktober 11). powerpoint VIB-seminari "strategisch aankoopbeleid voor energie". *Besparen op energie: ondersteuning door VITO*.
- Mahdavi, A., & Doppelbauer, E.-M. (2010). A performance comparison of passive and low-energy buildings. *Energy and Buildings*, 42, 1314-1319.
- Marrecau, C. (sd). Flyer. *Wat is een passiefhuis?* Passiefhuis-Platform VZW.
- Marrecau, C., & Meyers, K. *Passiefscholen*. Vlaamse Overheid. Die Keure.
- Mercken, R. (2004). *De investeringsbeslissing*. Antwerpen - Apeldoorn: Garant.
- Monahan, J., & Powell, J. C. (2011). A comparison of the energy and carbon implications of new systems of energy provision in new build housing in the UK. *Energy Policy*, 39, 290-298.
- Müller, S., Brown, A., & Ölz, S. (2011). *Renewable energy - Policy considerations for deploying renewables*. International Energy Agency.
- Nieman, H. (2006). *Trias Energetica in Optima forma*. Opgeroepen op april 28, 2011, van Passief bouwen.nl:
<http://www.passiefbouwen.nl/templates/psb/global/index.php?lngid=2&sqlmode=2&fid=144&tid=3>
 94
- Ochelen, S., & Putzeijs, B. (2008). *Milieubeleidskosten - Begrippen en berekeningsmethoden*. Brussel: Vlaamse overheid - Departement Leefmilieu, natuur en energie.
- OptimaVorm. (2011). *Wat is Cradle to Cradle?* Opgeroepen op december 20, 2011, van cradletocradle.nl: http://www.cradletocradle.nl/home/321_wat-is-cradle-to-cradle.htm
- Passiefhuis-platform VZW. (sd). Brochure. *De REFLEX voor energiebewust bouwen*.
- Passiefhuisscholen : financieel-administratieve vragen*. (sd). Opgeroepen op april 15, 2011, van Onderwijs.vlaanderen.be:
<http://www.ond.vlaanderen.be/energie/pdf/vragen%20antwoorden%20passiefscholenbouw.pdf>
- Peeters, K. (2011). *Samen grenzen ver-leggen : Vlaamse Strategie Duurzame Ontwikkeling (fase 2)*.
- Peeters, L. (2008). *Vlaamse premie voor energiebesparende investeringen door niet-belastingsbetalers*. Vlaams Energieagentschap.
- Peeters, W. (2011, november). Vrij onderwijs bouwt eerste passiefschool in Lozen. *I-mag*, 16-19.
- Qing, G., Ming, L., & Ming, Y. (2010). Experiment and simulation of temperature characteristics of intermittently-controlled ground heat exchanges. *Renewable Energy*, 35, 1169-1174.

Scholen van Morgen. (2010). Opgeroepen op april 9, 2012, van Over het programma: <http://scholenvanmorgen.be/over-het-programma>

Segers, J. (2011/2012). *Persoonlijke communicatie* .

Segers, J. (2012). Energieboekhouding. *Energieverbruik 2001 tot 2011 Vrije Basisschool Lozen* .

Sekaran, U. (2003). *Research methods for business* (fourth ed.). Hoboken NJ: John Wiley & Sons Inc.

Start Your Business . (2012, mei). *Sensitiviteitsanalyse, wat als ? - Financiën*. Opgeroepen op mei 26, 2012, van startyourbusiness.be: <http://www.startyourbusiness.be/wasyb/nl/a2457/sensitiviteitsanalyse-wat-als.do>

Stroobants, E. (2007). *Samen grenzen ver-leggen : Vlaamse Strategie Duurzame Ontwikkeling (fase 1)*. Brussel: Coördinatiecel Duurzame ontwikkeling - departement DAR.

Subsidies en steunmaatregelen voor energiebesparende maatregelen in woningen. (2011). Opgeroepen op maart 24, 2011, van Bôuwsite: <http://www.bouwsite.be/bouwgids/huis-bouwgrond-kopen/premies-subsidies/premie-zoeken/energiebesparende-maatregelen/>

Suijkerbuijk, H. (2009). *Milieuheffingen en -subsidies* (2009-2010 ed.). Mechelen: Wolters Kluwer Belgium NV.

TVH. (2011, februari 24). Energiezuinigheid heeft zijn prijs. *De Morgen (extra bijlage)* , p. 3.

Van den Bossche, P., & De Ridder, S. (2010, juni 10). *Reportage persconferentie*. Opgeroepen op april 9, 2012, van persconferentie minister-president Kris Peeters: <http://scholenvanmorgen.be/>

Van Houtte, A. (2009). *Uw CO2 profiel*. Opgeroepen op februari 8, 2012, van kilowat ? uur VZW: http://www.co2minderen.be/UW_CO2-PROFIEL/uw_co2-profiel.html

Van Loon, S. (2012). *Verslag controle uitvoeringsdossier passiefschool Bocholt*. Berchem: Passiefhuis-Platform vzw.

Vandenbroucke, F. (2009, mei 17). Elke gemeente zijn passiefbouw. *Passiefbouw GTI Londerzeel* . Londerzeel.

Vanstappen, D. (2011, september 07). Persconferentie. *Toespraak n.a.v de eerste steenlegging van de passiefschool te Lozen* . Lozen: Diko.

VEA. (2011, november 18). *Energieprestatieregelgeving EPB*. Opgeroepen op december 12, 2011, van energiesparen.be: <http://www.energiesparen.be/epb/energieprestatieregelgeving>

VITO. (2009). *REG*. Opgeroepen op december 13, 2011, van emis: Energie- en milieu-informatiesysteem voor het Vlaams gewest: <http://www.emis.vito.be/thema-reg>

Vlaams Energieagentschap. *Praktische gids voor als u binnenkort gaat bouwen of verbouwen*. Vlaamse Overheid.

Vlaamse Overheid. (2007, oktober 5). *Besluit van de Vlaamse Regering houdende vaststelling van de regels die de behoefte aan nieuwbouw of uitbreiding bepalen en van de fysische en financiële normen voor de schoolgebouwen, internaten en centra voor leerlingenbegeleiding*. Opgeroepen op november 24, 2011, van Onderwijs.vlaanderen.be:
<http://www.ond.vlaanderen.be/edulex/database/document/document.asp?docid=13934>

Vlaamse overheid. (2007). *Decreet betreffende energieprestaties in scholen*. Belgisch staatsblad.

Vlaamse Overheid. (sd). *Subsidies voor de bouw en renovatie van scholen*. Opgeroepen op 04 10, 2012, van Vlaanderen.be:
http://www.vlaanderen.be/servlet/Satellite?c=Solution_C&cid=1331142605726&pagename=Infolijn%2FView

Vreg. (2012). *Verbruik en meteropname*. Opgeroepen op februari 17, 2012, van Vreg.be:
<http://www.vreg.be/soorten-meters-0>

WebFinance, Inc. (2012). *coefficient of performance (COP)*. Opgeroepen op februari 23, 2012, van businessdictionary.com: <http://www.businessdictionary.com/definition/coefficient-of-performance-COP.html>

Wienerberger & Recticel insulation. (sd). *Wat is een passiefhuis?* Opgeroepen op augustus 12, 2011, van Massief passief huis: <http://www.massiefpassief.be/watisspassiefhuis.html>

Woningbouwwijzer. (2009). *Bouwwijze*. Opgeroepen op mei 13, 2012, van woningbouwwijzer.nl:
http://www.woningbouwwijzer.nl/orientatie_op_bouwwijze.html

Wouters, B., & Steenaerts, S. (2012, februari). De warmtepomp. *Innovatief 2012 - Bouwinnovatie* (18de), pp. 23-28.

Xella BE nv/sa. (2007). Brochure. *Passief bouwen, actief besparen*.

Bijlagen

Bijlage 1 : Toekenning subsidiebedrag

Bijlage 1.1 : Subsidiebedrag passiefschool te Lozen

Berekening subsidies		
subsidiabele kostprijs	€	2.283.678,03
BTW 21 %	€	479.572,39
algemene onkosten 7%	€	159.857,46
totaal	€	2.923.107,88
subsidie passief	€	114.445,45
BTW 21%	€	24.033,54
algemene onkosten 7%	€	8.011,18
totaal bijkomende vergoeding	€	146.490,18
subsidie 70%	€	2.046.175,51
bijkomende vergoeding	€	146.490,18
Totale subsidie	€	2.192.665,69
eigen inbreng	€	1.062.242,80

Eigen berekening m.b.v de gegevens afkomstig van de offerte

Bijlage 1.2 : Subsidiebedrag passiefschool te Etterbeek

Berekening subsidies		
subsidiabele kostprijs	€	1.519.823,12
BTW 21 %	€	319.162,86
algemene onkosten 7%	€	106.387,62
totaal	€	1.945.373,59
subsidie passief	€	114.445,45
BTW 21%	€	24.033,54
algemene onkosten 7%	€	8.011,18
totaal bijkomende vergoeding	€	146.490,18
subsidie 100%	€	1.945.373,59
bijkomende vergoeding	€	146.490,18
Totale subsidie	€	2.091.863,77
eigen inbreng	€	1.163.044,72

Eigen berekening m.b.v de gegevens afkomstig van de offerte

Bijlage 2 : Beschrijving materialen passiefschool Lozen

Bijlage 2.1 : Beschrijving isolatiesoorten

Tabel 30: Beschrijving luchtdichte isolatie van passiefschool Lozen

Beschrijving verschillende soorten isolatie	
Kelderisolatie	De kelder, die gelegen is onder de trappenhal, wordt voorzien van isolatie. Dit zowel in de keldervloer als tegen de kelderwand. De <i>wandisolatie</i> wordt waterdicht gemaakt. Deze isolatie bestaat uit hard polyurethaanschuim met een dikte van 10 cm. Verder zijn de afmetingen van de platen 120 cm x 60 cm en bevat deze isolatie een warmtegeleidingscoëfficiënt van 0,027 W/mK. De <i>vloerisolatie</i> bestaat eveneens uit platen van hard polyurethaanschuim met rechte kanten. Hierbij gaat het om 2 lagen met een dikte van 10 cm. Deze platen hebben een afmeting van 250 cm x 120 cm en kent een warmtegeleidingscoëfficiënt volgens EN 12667 van 0,023 W/mK.
Funderingsisolatie	Deze soort isolatie bestaat uit foamglas met als afmetingen 45 cm x 19 cm x 5 cm. Het is een drukvast anorganisch product dat gebruikt wordt om koudebruggen in het metselwerk uit te sluiten. Het wordt in mortelspecie op de funderingen aangebracht.
Spouwisolatie	Deze isolatie zijn platen die uit hard polyurethaanschuim bestaan. Een specifiek kenmerk is hierbij Eurowall tand en groep. Voor de lagere school wordt een dikte van 16 cm gebruikt door 2 platen van 8 cm dik. De kleuterschool daarentegen kent een spouwisolatie van 20 cm door 2 platen van 10 cm dik. De platen kennen een afmeting van 120 cm x 60 cm. Deze platen hebben een warmtegeleidingscoëfficiënt van 0,023 W/mK.
Gevelisolatie	Dit omvat de plafondafwerking die onder klas 1, 3 en 4 gebruikt wordt. Deze wordt aangebracht in een houten structuur om de bovenliggende klaslokalen te isoleren. Hierbij worden isolatieplaten van hard polyurethaanschuim gebruikt, dit in 2 lagen van 12 cm dik die dwars op elkaar liggen. De naden worden dichtgekleefd met aluminiumtape. De warmtegeleidingscoëfficiënt van de platen bedraagt 0,023 W/mK.
Isolatie geëmailleerd glas	Geëmailleerd glas is dik glas in één laag die ondoorzichtig is. Aan de binnenkant van dit glas wordt een isolatielaag aangebracht. Deze bestaat uit hard polyurethaanschuim en wordt gelijmd op de binnenkant van het glas. Dit gebeurt in 2 lagen van telkens 8,2 cm. De platen hebben afmetingen van 120 cm x 60 cm. Deze isolatie wordt vervolgens afgewerkt en dichtgemaakt met een houten plaat.
Dakisolatie	Hierbij gaat het om isolatie voor een plat dak bestaande uit hard polyurethaanschuim met een gekleefde kunststofdakbedekking-bitumenbestand-dikte van 24 cm. Deze isolatie bevat een warmtegeleidingscoëfficiënt van 0,027 W/mK en de platen hebben een afmeting van 120 cm x 60 cm.

Bijlage 2.2 : Beschrijving luchtdichtheid

Tabel 31: Beschrijving luchtdichtheid van passiefschool Lozen

Luchtdichte elementen moeten warmteverliezen via luchtlekken verhinderen en de constructie vrijwaren van bouwschade ten gevolge van condensatievocht. Een luchtdicht gebouw kan gerealiseerd worden door luchtdichte gebouwelementen te combineren met luchtdichte aansluitingen tussen de gebouwelementen onderling. Hoe luchtdichter het gebouw moet zijn, hoe belangrijker het is voldoende aandacht te hebben voor de details en de uitvoering van de werken. Een luchtdichte schil creëren is eenvoudig te vergelijken met koudebrugvrij bouwen. Hierbij moet men met een ononderbroken lijn de luchtdichting op elk plan, elke snede, elk detail continu kunnen laten doorlopen. De luchtdichting wordt aan de warme zijde (binnenzijde) van de isolatie toegepast.	
Specifieke bouwtoepassing	Het gebouw is opgebouwd uit een structuur van betonwanden en betonplaten. De betonnen gebouwschil moet, in combinatie met de vliesgeveldelen, instaan voor een zo hoog mogelijke luchtdichtheidsgraad.
Luchtdichting vs dampdichting	Deze twee aspecten betekenen iets verschillend. Luchtdicht is niet hetzelfde als dampdicht en dampdicht wil niet altijd zeggen dat iets ook luchtdicht is. Zoals het dampscherm steeds aan de warme zijde van de isolatie moet worden aangebracht, zal ook de luchtdichting voorzien moeten worden aan de warme zijde van de isolatieschil.
Doorboringen	De structuur van de gebouwen bestaat uit vloerplaten en buitenwanden in beton. Op de passiefgebouwen zal, na voltooiing van de werken, een luchtdichtheidsmeting worden uitgevoerd in het kader van de certificatie van passiefgebouw. Ook op het gemeenschapshuis zal een luchtdichtheidsmeting worden uitgevoerd ter controle van de vereiste luchtdichtheid. De betonnen gebouwschil moet, in combinatie met de vliesgeveldelen, instaan voor een zo hoog mogelijke luchtdichtheidsgraad. Dit betekent dat doorboringen van de luchtdichte schil vermeden dienen te worden waar mogelijk en anders beperkt dienen te worden tot een strikt minimum. Naderhand moeten deze met de grootste zorg opnieuw luchtdicht afgewerkt worden.

Bijlage 2.2.1 : Beschrijving luchtdichte bouwelementen

Tabel 32: Beschrijving luchtdichte bouwelementen van passiefschool Lozen

Beschrijving luchtdichte bouwelementen	
Betonstructuur	Hierbij moeten de voorschriften van de betonsamenstelling opgevolgd worden.. Verder dient de ter plaatse gestorte beton voldoende nagegeld te worden. Zo moeten eveneens grintnesten vermeden worden en zijn perforaties van primordiaal belang om een betonstructuur luchtdicht te maken.
Multiplex	Multiplex platen kunnen luchtdicht verondersteld worden, indien alle naden en alle perforaties luchtdicht gekleefd worden met de daartoe voorziene tape of lijm.
Vliesgevel	De vliesgevel, zowel de profielen als de onderlinge aansluitingen, moet voldoen aan de voorgeschreven luchtdichtheidsklasse volgens NBN EN 12207.
Dampscherm (dak en vulpanelen)	Een dampscherm is luchtdicht, indien alle naden en alle perforaties luchtdicht gekleefd worden met de daartoe voorziene tape of lijm.

Bijlage 2.2.2 : Luchtdichte aansluitingen

Tabel 33: Beschrijving luchtdichte aansluitingen van passiefschool Lozen

Elk materiaal heeft zijn eigenheid en dus ook zijn aangepaste manier van luchtdicht maken.	
Aansluitingen op beton	Correct behandelen van betonnaden, grintnesten, alle openingen, bekistinggaten en onvolkomenheden in de beton.
Aansluitingen op hout	Zorgen voor luchtdichtheid bij dakopstand multiplex, houten vliesgevelprofielen en sandwichpaneel.
Aansluitingen op vliesgevelprofiel	Om een correcte luchtdichting te bekomen wordt de voeg tussen de betonstructuur en het vliesgevelprofiel afgeplakt door middel van stroken damprem bij dakopstand multiplex, houten vliesgevelprofielen, en sandwichpaneel.
Doorvoeropeningen	Alle doorvoeropeningen, van klein tot groot, worden afgedicht met behulp van de daartoe geschikte manchetten dichtingen voorzien van de aangepaste diameter. Deze dienen bevestigd te worden op de doorlopende luchtdichte laag, hetzij een betonwand, hetzij een dampremmende folie. Leidingen of buizen moeten één voor één afgedicht worden en mogen niet samen door een manchetten dichting verlopen. Dit laatste kan aanleiding geven tot luchtlekken en voldoet aldus niet aan de luchtdichtheidseis. De aannemer dient vooraf bij de doorboringen rekening te houden met de nodige spaties tussen alle leidingen onderling. Voorbeelden van mogelijke doorvoeropeningen zijn: elektriciteitskabels, rioleringsbuizen, waterleidingen, afvoerbuizen, verwarmingsbuizen,...

Bijlage 2.2.3 : Opleveringsproeven

Tabel 34: Beschrijving opleveringsproeven van passiefschool Lozen

Opleveringsproef	
Luchtdichtheidsmeting van de gebouwschil	Bij de voorlopige oplevering of op een ander moment vastgelegd bij de start van de werken wordt voor de nieuwbouw de luchtdichtheid bepaald volgens NBN EN 13829. Hierbij wordt gekeken naar de thermische eigenschappen van gebouwen en wordt eveneens de luchtdoorlatendheid van de gebouwen bepaald. Verder bestaat er ook een overdrukmethode, deze wordt toegepast volgens ISO 9972:1996. Het luchtdebiet bij een drukverschil van 50 Pascal mag hoogstens 0,6 ventilatievouden bedragen. Als deze waarde niet wordt gehaald, dan moet de uitvoeringskwaliteit van de voegdetailleringen verbeterd worden en wordt de proef opnieuw uitgevoerd. Deze procedure wordt herhaald tot de vereiste luchtdichtheid gehaald wordt. De meting wordt uitgevoerd op het volledige gebouw. Wanneer de resultaten niet voldoen, kunnen bijkomende metingen gevraagd worden, dit zonder meerkost.

Bijlage 2.3 : Buitenschrijnwerk

Tabel 35: Beschrijving buitenschrijnwerk van passiefschool Lozen

Buitenschrijnwerk	
Gevel	De gevels worden opgebouwd uit een raster van gelamelleerde houten stijlen en regels. Deze hebben een breedte van 8 cm en de diepte is af te lezen op de plannen. Hierop worden vlakke aluminium profielen met een breedte van 7,6 cm op een onzichtbare manier bevestigd. De langsstijlen en de dwarsstijlen hebben een verschillende diepte. Deze profielen hebben geen waterevacuatiefunctie, deze functie wordt bekomen door een doorlopende rubber met een breedte van 7,6 cm aan te brengen. Het systeem heeft een intern drainage systeem waarbij de horizontale liggers afwateren in de stijlen. Op deze wijze is er geen onderbreking van de waterdichting over de volledige lengte van de stijlen. De rubber wordt niet doorboord in het waterkanaal.
Beglazing	Deze wordt geplaatst op de aluminium draagstructuur die hierboven kort toegelicht is. Deze wordt op de draagstructuur geklemd door middel van een geschroefde deklijst met clipsprofiel. De aandrukprofielen bestaan uit een geëxtrudeerd aluminiumprofiel, voorzien van 2 langse groeven voor het opnemen van de dichtingsrubbers en van 2 zijdelingse groeven om een afdekprofiel op het aandrukprofiel te kunnen klikken. De <i>verticale profielen</i> hebben een afdeklathet. Deze afdeklathet moet door de fabrikant van het vliesgevelsysteem geleverd worden, zodat de afdeklathet en aluminium profiel perfect op elkaar afgestemd kunnen worden. De <i>horizontale profielen</i> hebben een aluminium afdekprofiel. Deze geëxtrudeerde afdekprofielen hebben een U-vorm en een aangepaste profilering om het opklikken op het aandrukprofiel mogelijk te maken.
Draagprofielen	De gelamelleerde houten draagprofielen zijn opgebouwd uit gelamelleerde fineer multiplex van massief naaldhout (dennenhout). Ontwerp, uitvoering en gebruik dient in overeenstemming te zijn met DIN 1052.

Bijlage 2.3.1 : Beschrijving beglazing, deuren en vliesgevel

Tabel 36: Beschrijving beglazing, deuren en vliesgevel van passiefschool Lozen

Beschrijving beglazing, deuren en vliesgevel	
Opengaande ramen (draaikipramen)	<i>Elastische dichtingsprofielen</i> : benaderend RAL 9005 (diep zwart) <i>Warmtetransmissiecoëfficiënt (U)</i> : maximaal 1,3 W/(m²K) <i>Luchtdichtheidsklasse</i> : minimaal klasse 3 volgens EN 12207 <i>Waterdichtheidsklasse (EN 12208)</i> : minimaal klasse 5A
Ramen nachtventilatie (kipramen)	Net als de opengaande ramen dienen deze ramen te voldoen aan de eisen van warmtetransmissie, luchtdichtheid en waterdichtheid.
Isolerende drieboudige beglazing	Alle beglazing van de kleuter- en lagere school uitgezonderd de vulpanelen * <i>De warmtetransmissiecoëfficiënt van de beglazing</i> : maximum 0,6 W/m²K * <i>De g-waarde (zontoetredingsfactor) van de beglazing</i> : minimum 0,55. * <i>De psi-waarde van de spacers</i> : maximum 0,04 W/mK De drieboudige beglazing zal door de aannemer gedurende 10 jaar gewaarborgd worden tegen constructiefouten, vertroebeling van het zicht door condens of stof op de binnenvlakken van de glasspouw. De waarborg omvat het gratis vervangen van de beglazing inclusief alle plaatsingskosten.
Geëmailleerd glas	Dit zijn ondoorzichtige panelen in de vliesgevel van de kleuter- en lagere school. Het is een gehard glasproduct dat ondoorzichtig gemaakt wordt door één van de zijden te emaileren. De glasplaten hebben een minimumdikte van 0,6 cm. Aan de binnenkant van deze panelen wordt isolatie voorzien met isolatieplaten en een dampscherm. Deze binnenzijde wordt vervolgens met een MDF plaat afgewerkt. Deze plaat wordt geleverd.
Buitenzonnewering met rolgordijnen	Dit aspect betreft de zonwering voorzien aan de vliesgevels van alle klassen en aan die lokalen die gedurende het jaar bezond worden uitgezonderd op het gelijkvloers. De zonneschermen zijn gemaakt uit glasvezeltextiel.
Inkomdeuren	Hierbij wordt gebruik gemaakt van deursystemen met een hoge thermische isolatie voor bijzonder zware en grote vleugels met hoge permanente belasting. Om naar buiten te gaan zijn er opengaande aanslagdeuren met één vleugel, vlakliggend aan binnen- en buitenzijde, als inzetelement in een vliesgevel. <i>Elastische dichtingsprofielen</i> : benaderen RAL 9005 (diep zwart) <i>Warmtetransmissiecoëfficiënt (U)</i> : maximaal 2,21 W/(m²K) <i>Luchtdichtheidsklasse</i> : minimaal klasse 3 volgens EN 12207 <i>Waterdichtheidsklasse (EN 12208)</i> : minimaal klasse 5A
Vluchtdeuren kleuterschool	Deze deuren kennen dezelfde voorwaarde als deze die gelden voor de inkomdeuren.

Vluchtdeuren lagere school	Deze zijn voorzien van geëxtrudeerde aluminium raamprofielen, met een legering AlMgSi 0.5, met thermische onderbreking in poly-urethaan, voor constructie van deuren. De profilering is zodanig dat in de onderregel van de ramen infiltrerend water afgevoerd wordt naar buiten en dat de binnenkamers onder gelijke druk blijven met de buitenlucht. Voor de dichtingen worden aangepaste rubbers in EDPM geplaatst volgens de instructies van de fabrikant van de profielen. In de hoeken zijn de rubberprofielen in verstek te snijden en te vulkaniseren. * <i>Elastische dichtingsprofielen</i> : benaderend RAL 9005 (diep zwart) * <i>Warmtetransmissiecoëfficiënt (U)</i> : maximaal 0,45 W/(m²K) * <i>Luchtdichtheidsklasse (EN 12207)</i> : minimaal klasse 4 * <i>Waterdichtheidsklasse (EN 12208)</i> : minimaal klasse 5A
Vliesgevel	Hierbij gaat het om schrijnwerk van de gehele vliesgevel van de kleuterschool exclusief de opengaande delen. Het vliesgevelsysteem dient te voldoet aan volgende technische eisen (testverslagen voor te leggen ter goedkeuring): * <i>Warmtetransmissiecoëfficiënt (U)</i> : maximaal 0,60 W/(m²K) * <i>Wind</i>: testlast 2000 Pa (veiligheid 3000Pa) * <i>Luchtdichtheidsklasse</i> : min. klasse 4 (EN 12207) of klasse AE (EN 12153) * <i>Waterdichtheidsklasse</i> : klasse RE1050 (EN 12155)

Bijlage 3 : Berekening emissiefactoren aardgas, stookolie en elektriciteit

Bijlage 3.1 : Emissiefactoren voor de passiefschool te Lozen

Aardgas

Eenheid aardgasverbruik

kWh ▾

CO2-uitstoot aardgasverbruik (in ton)

3.58

Aardgasverbruik

19528

Elektriciteit

Elektriciteitsverbruik

Uitgedrukt in kWh

10589

CO2-uitstoot elektriciteitsverbruik (in ton)

8.05

Bron: (Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, 2011)

AARDGAS:

$3,58 \text{ ton} / 19.378 \text{ kWh}$ $1 \text{ ton} = 1.000 \text{ kg}$

$3.580 \text{ kg} / 19.378 \text{ kWh}$

$0,183326506 \text{ kg} / 1 \text{ kWh}$

$0,183326506 \text{ kg} / 3,6 \text{ MJ}$ $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$

$0,050924029 \text{ kg} / \text{MJ}$

ELEKTRICITEIT:

$8,05 \text{ ton} / 10.589 \text{ kWh}$ $1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg}$

$8050 \text{ kg} / 10.589 \text{ kWh}$

$0,760222873 \text{ kg} / 1 \text{ kWh}$

$0,760222873 \text{ kg} / 3,6 \text{ MJ}$ $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$

$0,21117302 \text{ kg} / \text{MJ}$

Bijlage 3.2 : Emissiefactoren voor de oude school te Lozen

Elektriciteit

Elektriciteitsverbruik

Uitgedrukt in kWh

10061

CO2-uitstoot elektriciteitsverbruik (in ton)

7.65

Stookolie

Eenheid stookolieverbruik

liter ▼

CO2-uitstoot stookolieverbruik (in ton)

34.54

Stookolieverbruik

13066

Bron: (Departement Leefmilieu, Natuur en Energie, 2011)

ELEKTRICITEIT:

$7,65 \text{ ton} / 10.061 \text{ kWh}$ $1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg}$

$7650 \text{ kg} / 10.061 \text{ kWh}$

$0,7603617931 \text{ kg} / 1 \text{ kWh}$

$0,7603617931 \text{ kg} / 3,6 \text{ MJ}$ $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$

$0,2112116092 \text{ kg} / \text{MJ}$

STOOKOLIE:

$34,54 \text{ ton} / 12.651 \text{ kWh}$ $1 \text{ ton} = 1000 \text{ kg}$

$34.540 \text{ kg} / 12.651 \text{ kWh}$

$2,64350222 \text{ kg} / 1 \text{ kWh}$

$2,64350222 \text{ kg} / 3,6 \text{ MJ}$ $1 \text{ kWh} = 3,6 \text{ MJ}$

$0,734306172 \text{ kg} / \text{MJ}$

Bijlage 4 : Energieverbruik oude school Lozen

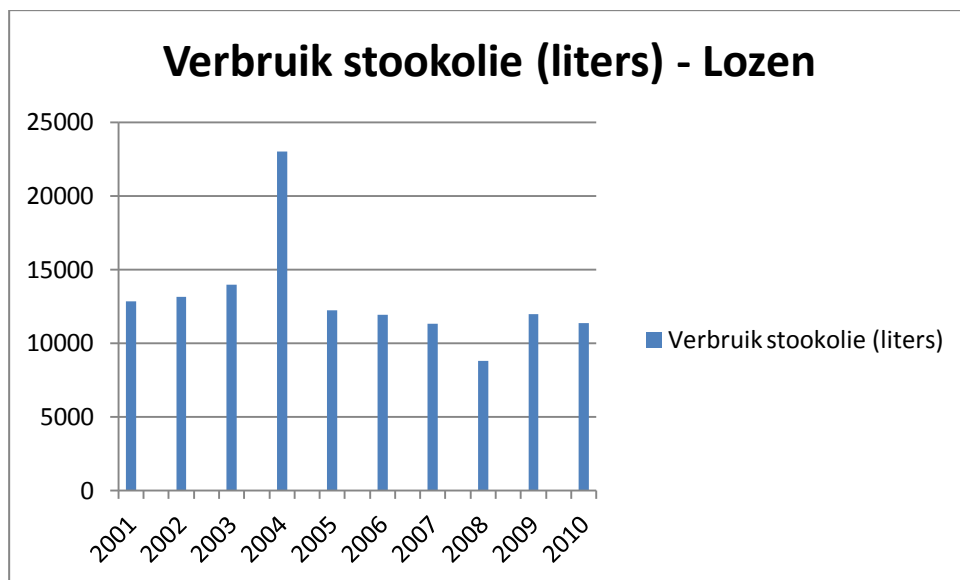
Bijlage 4.1 : Tabel energieverbruik stookolie

Tabel 37: Energieverbruik stookolie - oude school Lozen

Jaartal	Stookolie (L)	Stookolie (kWh)
2001	12845	137441,50
2002	13132	140512,40
2003	14000	149800,00
2004	22999	246089,30
2005	12224	130796,80
2006	11945	127811,50
2007	11337	121305,90
2008	8820	94374,00
2009	11979	128175,30
2010	11380	121766,00
TOTAAL	130661	1398072,70
Gem/jaar	13066,1	139807,27
Verbruik/opp	13,61	145,63

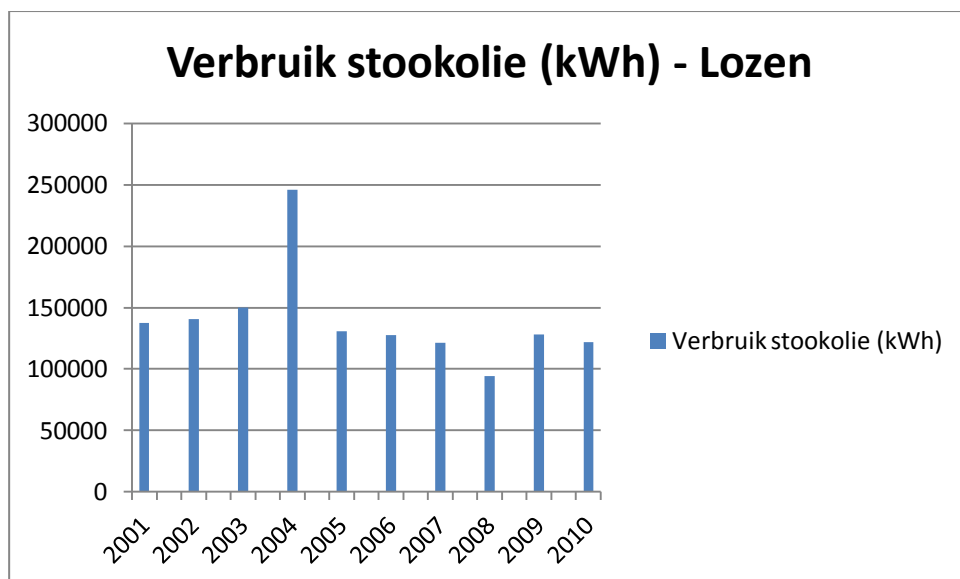
Bron: energieboekhouding oude school Lozen

Bijlage 4.2 : Grafische voorstelling energieverbruik stookolie



Figuur 18: Stookolieverbruik (liter) - oude school Lozen

Bron: energieboekhouding oude school Lozen



Figuur 19: Stookolieverbruik (kWh) - oude school Lozen

Bron: energieboekhouding oude school Lozen

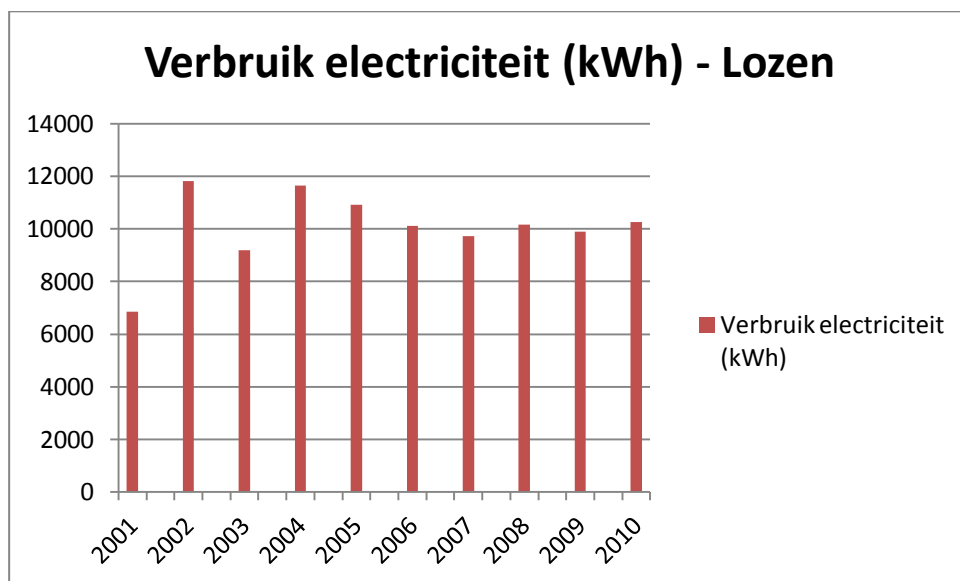
Bijlage 4.3 : Tabel energieverbruik elektriciteit

Tabel 38: Energieverbruik elektriciteit - oude school Lozen

Jaartal	Electriciteit (kWh)
2001	6847
2002	11825
2003	9181
2004	11643
2005	10922
2006	10126
2007	9722
2008	10175
2009	9908
2010	10265
TOTAAL	100614
Gem/jaar	10061,4
Verbruik/opp	10,48

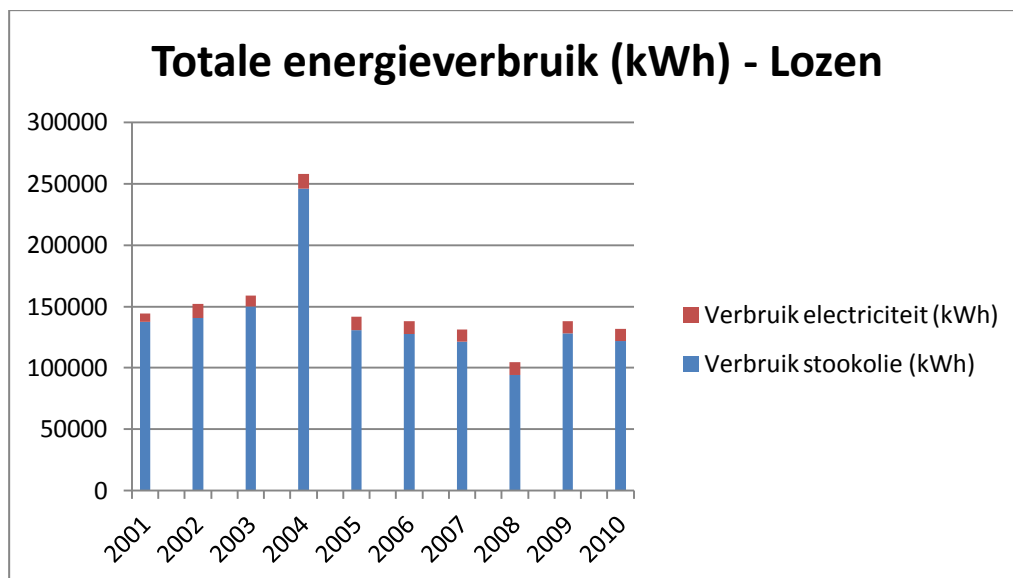
Bron: energieboekhouding oude school Lozen

Bijlage 4.4 : Grafische voorstelling energieverbruik elektriciteit



Figuur 20: Elektriciteitsverbruik (kWh) - oude school Lozen

Bron: energieboekhouding oude school Lozen

Bijlage 4.5 : Grafische voorstelling totaal energieverbruik

Figuur 21: Totaal energieverbruik (kWh) - oude school Lozen

Bron: energieboekhouding oude school Lozen

Bijlage 5 : Energieverbruik oude school Etterbeek

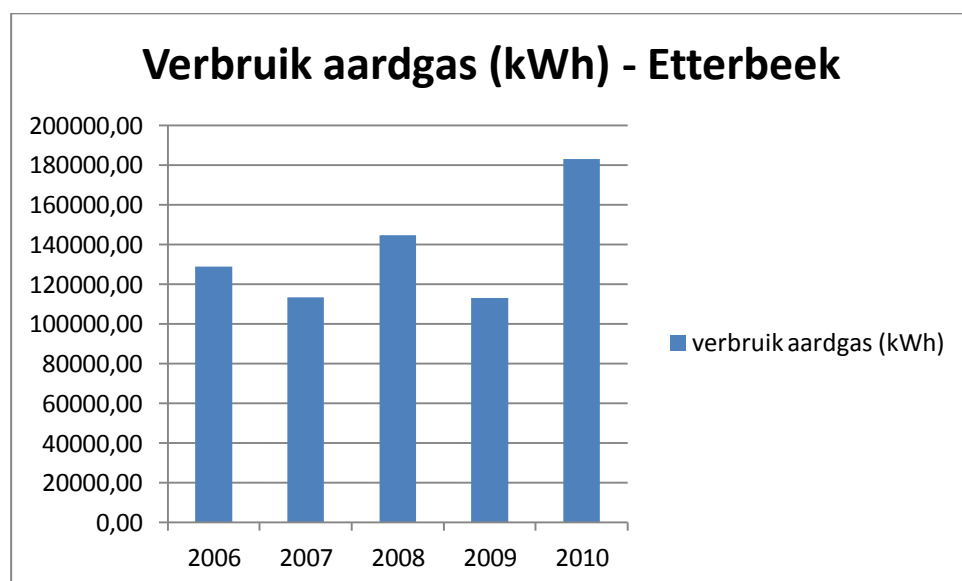
Bijlage 5.1 : Tabel energieverbruik aardgas

Tabel 39: Energieverbruik stookolie - oude school Etterbeek

Jaartal	verbruik aardgas (kWh)
2006	128852,00
2007	113258,00
2008	144683,00
2009	113036,40
2010	182952,00
TOTAAL	682781,40
Gem/jaar	136556,28
Verbruik/opp	142,25

Bron: energieboekhouding oude school Etterbeek

Bijlage 5.2 : Grafische voorstelling energieverbruik aardgas



Figuur 22: Stookolieverbruik (kWh) - oude school Etterbeek

Bron: energieboekhouding oude school Lozen

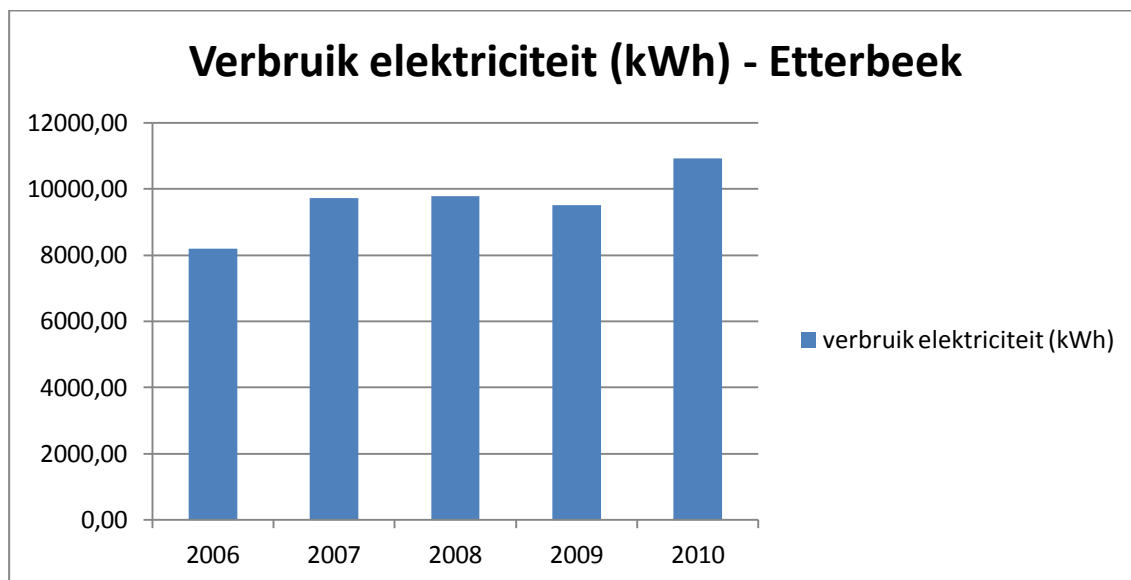
Bijlage 5.3 : Tabel energieverbruik elektriciteit

Tabel 40: Energieverbruik elektriciteit - oude school Etterbeek

Jaartal	verbruik elektriciteit (kWh)
2006	8197,12
2007	9720,00
2008	9776,00
2009	9518,40
2010	10920,00
TOTAAL	48131,52
Gem/jaar	9626,30
Verbruik/opp	10,03

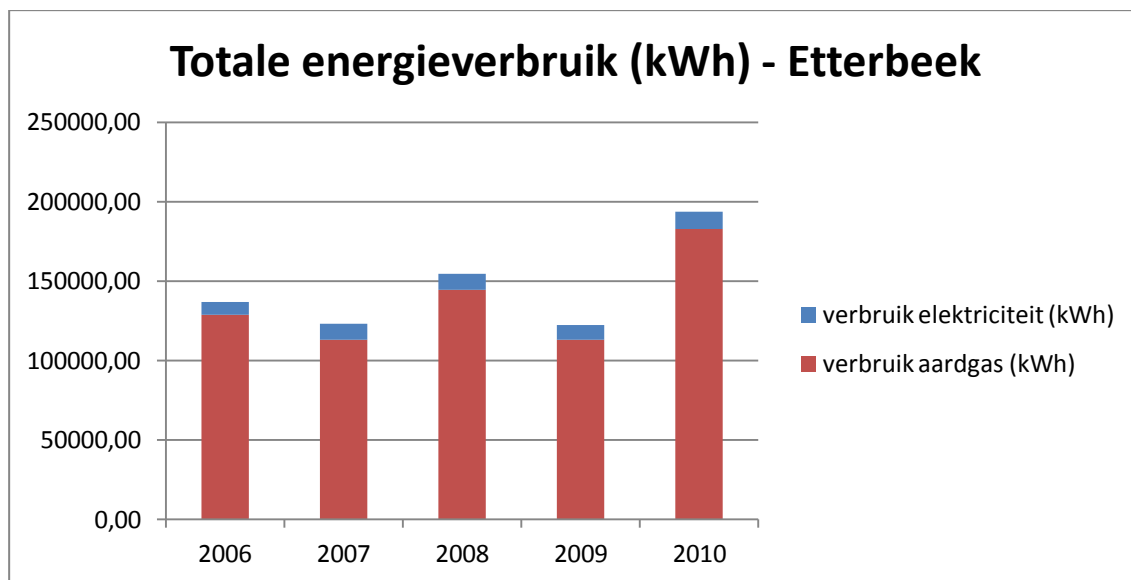
Bron: energieboekhouding oude school Lozen

Bijlage 5.4 : Grafische voorstelling energieverbruik elektriciteit



Figuur 23: Elektriciteitsverbruik (kWh) - oude school Etterbeek

Bron: energieboekhouding oude school Lozen

Bijlage 5.5 : Grafische voorstelling totaal energieverbruik

Figuur 24: Totaal energieverbruik (kWh) - oude school Etterbeek

Bron: energieboekhouding oude school Lozen

Bijlage 6.2 : Private en externe kosten & baten *(eigen berekening)*

PRIVATE & EXTERNE BATEN						
JAAR	0	1	2	28	29	30
INVESTERING	-225.406,11					
JAARLIJKE KASSTROOM	12.838,82	13.013,88		18.554,52	18.811,13	19.071,40
Elektriciteit	2.720,27	2.747,47		3.558,68	3.594,27	3.630,21
Jaarlijkse besparing	10.638,94	10.638,94		10.638,94	10.638,94	10.638,94
Kostprijs elektriciteit	0,255690	0,258247		0,334496	0,337841	0,341219
Groeivoet elektriciteitsprijs	0,01	0,01		0,01	0,01	0,01
Aardgas	9.857,09	10.004,95		14.734,38	14.955,40	15.179,73
Jaarlijks verbruik	127.295,92	127.295,92		127.295,92	127.295,92	127.295,92
Kostprijs aardgas	0,077434	0,078596		0,115749	0,117485	0,119248
Groeivoet aardgasprijs	0,015	0,02		0,02	0,02	0,02
CO2	261,46	261,46		261,46	261,46	261,46
Elektriciteit	67,30	67,30		67,30	67,30	67,30
Uitsparing elektriciteit (kWh)	10.638,94	10.638,94		10.638,94	10.638,94	10.638,94
Uitsparing elektriciteit (MJ)	38.300,18	38.300,18		38.300,18	38.300,18	38.300,18
Emissiefactor elektriciteit (kg/MJ)	0,211192	0,211192		0,211192	0,211192	0,211192
CO2-uitstoot (kg)	8.088,70	8.088,70		8.088,70	8.088,70	8.088,70
CO2-uitstoot (ton)	8,09	8,09		8,09	8,09	8,09
Kostprijs CO2 (€/ton)	8,32	8,32		8,32	8,32	8,32
aardgas	194,16	194,16		194,16	194,16	194,16
Verbruik aardgas (kWh)	127.295,92	127.295,92		127.295,92	127.295,92	127.295,92
Verbruik aardgas (MJ)	458.265,31	458.265,31		458.265,31	458.265,31	458.265,31
Emissiefactor aardgas (kg/MJ)	0,050924	0,050924		0,050924	0,050924	0,050924
CO2-uitstoot (kg)	23.336,72	23.336,72		23.336,72	23.336,72	23.336,72
CO2-uitstoot (ton)	23,34	23,34		23,34	23,34	23,34
Kostprijs CO2 (€/ton)	8,32	8,32		8,32	8,32	8,32
RENTEVOET	0,04	0,04		0,04	0,04	0,04
FUNCTIE-UITKOMST	-225.406,11	12.345,02	12.032,06	6.187,52	6.031,81	5.880,07

Bijlage 7 : Cash-flow tabel oude school vs. passiefschool Lozen

Bijlage 7.1 : Private kosten & baten *(eigen berekening)*

JAAR	0	1	2	3	4	28	29	30
INVESTERING	-225.305,74							
JAARLIJKE KASSTROOM	17.455,48	17.710,71	17.969,70	18.232,51	18.232,51	25.845,99	26.225,04	26.609,69
Elektriciteit	1.320,85	1.334,06	1.347,40	1.360,88	1.360,88	1.727,95	1.745,23	1.762,69
jaarlijks besparing	5.165,84	5.165,84	5.165,84	5.165,84	5.165,84	5.165,84	5.165,84	5.165,84
Kostprijs elektriciteit	0,255690	0,258247	0,260829	0,263438	0,263438	0,334496	0,337841	0,341219
groei voet elektriciteitsprijs	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Brandstof	16.134,62	16.376,64	16.622,29	16.871,63	16.871,63	24.118,04	24.479,81	24.847,01
Aardgas	1.678,73	1.703,91	1.729,47	1.755,41	1.755,41	2.509,37	2.547,01	2.585,22
jaarlijks verbruik	21.679,40	21.679,40	21.679,40	21.679,40	21.679,40	21.679,40	21.679,40	21.679,40
kostprijs aardgas	0,077434	0,078596	0,079775	0,080972	0,080972	0,115749	0,117485	0,119248
groei voet aardgasprijs	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Stookolie	17.813,36	18.080,56	18.351,77	18.627,04	18.627,04	26.627,41	27.026,82	27.432,22
jaarlijks verbruik	219.613,92	219.613,92	219.613,92	219.613,92	219.613,92	219.613,92	219.613,92	219.613,92
kostprijs stookolie	0,081112	0,082329	0,083564	0,084817	0,084817	0,121246	0,123065	0,124911
groei voet stookolieprijs	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
RENTVOET	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
FUNCTIE UITKOMST	-225.305,74	16.784,11	16.374,54	15.975,00	15.585,22	8.619,06	8.409,10	8.204,26

Bijlage 7.2 : Private en externe kosten & baten *(eigen berekening)*

JAAR	0	1	2	28	29	30
INVESTERING	-225.406,11					
JAARLIJKE KASSTROOM	22.285,26	22.540,49		30.675,78	31.054,83	31.439,48
<i>Elektriciteit</i>	<i>1.320,85</i>	<i>1.334,06</i>		<i>1.727,95</i>	<i>1.745,23</i>	<i>1.762,69</i>
Jaarlijkse besparing	5.165,84	5.165,84		5.165,84	5.165,84	5.165,84
Kostprijs elektriciteit	0,255690	0,258247		0,334496	0,337841	0,341219
Groeivoet elektriciteitsprijs	0,01	0,01		0,01	0,01	0,01
<i>Brandstof</i>	<i>16.134,62</i>	<i>16.376,64</i>		<i>24.118,04</i>	<i>24.479,81</i>	<i>24.847,01</i>
<i>Aardgas</i>	<i>1.678,73</i>	<i>1.703,91</i>		<i>2.509,37</i>	<i>2.547,01</i>	<i>2.585,22</i>
Jaarlijks verbruik	21.679,40	21.679,40		21.679,40	21.679,40	21.679,40
Kostprijs aardgas	0,077434	0,078596		0,115749	0,117485	0,119248
Groeivoet aardgasprijs	0,02	0,02		0,02	0,02	0,02
<i>Stookolie</i>	<i>17.813,36</i>	<i>18.080,56</i>		<i>26.627,41</i>	<i>27.026,82</i>	<i>27.432,22</i>
Jaarlijkse verbruik	219.613,92	219.613,92		219.613,92	219.613,92	219.613,92
Kostprijs stookolie	0,081112	0,082329		0,121246	0,123065	0,124911
Groeivoet stookolieprijs	0,02	0,02		0,02	0,02	0,02
CO2	4.829,79	4.829,79		4.829,79	4.829,79	4.829,79
<i>Elektriciteit</i>	<i>32,68</i>	<i>32,68</i>		<i>32,68</i>	<i>32,68</i>	<i>32,68</i>
Uitsparing elektriciteit (kWh)	5.165,84	5.165,84		5.165,84	5.165,84	5.165,84
Uitsparing elektriciteit (Mj)	18.597,03	18.597,03		18.597,03	18.597,03	18.597,03
Emissiefactor elektriciteit (kg/Mj)	0,211192	0,211192		0,211192	0,211192	0,211192
CO2-uitstoot (kg)	3.927,55	3.927,55		3.927,55	3.927,55	3.927,55
CO2-uitstoot (ton)	3,93	3,93		3,93	3,93	3,93
Kostprijs CO2 (€/ton)	8,32	8,32		8,32	8,32	8,32
<i>Brandstof</i>	<i>4.797,11</i>	<i>4.797,11</i>		<i>4.797,11</i>	<i>4.797,11</i>	<i>4.797,11</i>
<i>aardgas</i>	<i>33,07</i>	<i>33,07</i>		<i>33,07</i>	<i>33,07</i>	<i>33,07</i>
Verbruik aardgas (kWh)	21.679,40	21.679,40		21.679,40	21.679,40	21.679,40
Verbruik aardgas (Mj)	78.045,84	78.045,84		78.045,84	78.045,84	78.045,84
Emissiefactor aardgas (kg/Mj)	0,050924	0,050924		0,050924	0,050924	0,050924
CO2-uitstoot (kg)	3.974,41	3.974,41		3.974,41	3.974,41	3.974,41
CO2-uitstoot (ton)	3,97	3,97		3,97	3,97	3,97
Kostprijs CO2 (€/ton)	8,32	8,32		8,32	8,32	8,32
<i>stookolie</i>	<i>4.830,18</i>	<i>4.830,18</i>		<i>4.830,18</i>	<i>4.830,18</i>	<i>4.830,18</i>
Verbruik stookolie (kWh)	219.613,92	219.613,92		219.613,92	219.613,92	219.613,92
Verbruik stookolie (Mj)	790.610,11	790.610,11		790.610,11	790.610,11	790.610,11
Emissiefactor stookolie (kg/Mj)	0,734306	0,734306		0,734306	0,734306	0,734306
CO2-uitstoot (kg)	580.549,88	580.549,88		580.549,88	580.549,88	580.549,88
CO2-uitstoot (ton)	580,55	580,55		580,55	580,55	580,55
Kostprijs CO2 (€/ton)	8,32	8,32		8,32	8,32	8,32
RENT EVOET	0,04	0,04		0,04	0,04	0,04
FUNCTIE-UITKOMST	-225.406,11	21.428,14	20.839,95	10.229,68	9.957,77	9.693,38

Bijlage 8 : Cash-flow tabel E70-school vs. passiefschool Etterbeek

Bijlage 8.1 : Private kosten & baten *(eigen berekening)*

PRIVATE BATEN							
JAAR	0	1	2	3	4	28	30
INVESTERING	-140.707,14						
JAARLIJKE KASSTROOM		8.463,89	8.581,81	8.701,41	8.822,71	12.314,56	12.662,83
Elektriciteit		1.807,50	1.825,58	1.843,83	1.862,27	2.364,59	2.412,12
jaarlijkse besparing (kWh)		7.069,11	7.069,11	7.069,11	7.069,11	7.069,11	7.069,11
Kostprijs elektriciteit		0,255690	0,258247	0,260829	0,263438	0,334496	0,341219
groeivoet elektriciteitsprijs		0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01
Aardgas		6.656,39	6.756,23	6.857,58	6.960,44	9.949,97	10.250,71
jaarlijkse besparing (kWh)		85.961,58	85.961,58	85.961,58	85.961,58	85.961,58	85.961,58
kostprijs aardgas		0,077434	0,078596	0,079775	0,080972	0,115749	0,117485
groeivoet aardgasprijs		0,015	0,015	0,015	0,015	0,015	0,015
RENTEVOET		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
FUNCTIE UITKOMST	-140.707,14	8.138,36	7.934,37	7.735,52	7.541,69	4.106,63	3.904,19

Bijlage 8.2 : Private en externe kosten & baten *(eigen berekening)***PRIVATE & EXTERNE BATEN**

JAAR	0	1	2	28	29	30
INVESTERING	-140.771,72					
JAARLIJKSE KASSTROOM	8.639,72	8.757,64		12.490,39	12.663,29	12.838,66
<i>Elektriciteit</i>	<i>1.807,50</i>	<i>1.825,58</i>		<i>2.364,59</i>	<i>2.388,23</i>	<i>2.412,12</i>
Jaarlijkse besparing	7.069,11	7.069,11		7.069,11	7.069,11	7.069,11
Kostprijs elektriciteit	0,255690	0,258247		0,334496	0,337841	0,341219
Groeivoet elektriciteitsprijs	0,01	0,01		0,01	0,01	0,01
<i>Aardgas</i>	<i>6.656,39</i>	<i>6.756,23</i>		<i>9.949,97</i>	<i>10.099,22</i>	<i>10.250,71</i>
Jaarlijks verbruik	85.961,58	85.961,58		85.961,58	85.961,58	85.961,58
Kostprijs aardgas	0,077434	0,078596		0,115749	0,117485	0,119248
Groeivoet aardgasprijs	0,015	0,02		0,02	0,02	0,02
CO2	175,83	175,83		175,83	175,83	175,83
<i>Elektriciteit</i>	<i>44,72</i>	<i>44,72</i>		<i>44,72</i>	<i>44,72</i>	<i>44,72</i>
Uitsparing elektriciteit (kWh)	7.069,11	7.069,11		7.069,11	7.069,11	7.069,11
Uitsparing elektriciteit (MJ)	25.448,80	25.448,80		25.448,80	25.448,80	25.448,80
Emissiefactor elektriciteit (kg/MJ)	0,211192	0,211192		0,211192	0,211192	0,211192
CO2-uitstoot (kg)	5.374,59	5.374,59		5.374,59	5.374,59	5.374,59
CO2-uitstoot (ton)	5,37	5,37		5,37	5,37	5,37
Kostprijs CO2 (€/ton)	8,32	8,32		8,32	8,32	8,32
<i>aardgas</i>	<i>131,12</i>	<i>131,12</i>		<i>131,12</i>	<i>131,12</i>	<i>131,12</i>
Verbruik aardgas (kWh)	85.961,58	85.961,58		85.961,58	85.961,58	85.961,58
Verbruik aardgas (MJ)	309.461,69	309.461,69		309.461,69	309.461,69	309.461,69
Emissiefactor aardgas (kg/MJ)	0,050924	0,050924		0,050924	0,050924	0,050924
CO2-uitstoot (kg)	15.759,04	15.759,04		15.759,04	15.759,04	15.759,04
CO2-uitstoot (ton)	15,76	15,76		15,76	15,76	15,76
Kostprijs CO2 (€/ton)	8,32	8,32		8,32	8,32	8,32
RENTEVOET	0,04	0,04		0,04	0,04	0,04
FUNCTIE-UITKOMST	-140.771,72	8.307,42	8.096,93	4.165,26	4.060,50	3.958,40

Bijlage 9.2 : Private en externe kosten & baten

PRIVATE & EXTERNE BATEN

JAAR	0	1	2	28	29	30
INVESTERING	-140.771,72					
JAARLIJKSE KASSTROOM	12.311,62	12.487,63		18.096,11	18.357,35	18.622,44
<i>Elektriciteit</i>	<i>1.003,06</i>	<i>1.013,10</i>		<i>1.312,22</i>	<i>1.325,34</i>	<i>1.338,59</i>
Jaarlijkse besparing	3.922,97	3.922,97		3.922,97	3.922,97	3.922,97
Kostprijs elektriciteit	0,255690	0,258247		0,334496	0,337841	0,341219
Groeivoet elektriciteitsprijs	0,01	0,01		0,01	0,01	0,01
<i>Aardgas</i>	<i>11.065,77</i>	<i>11.231,75</i>		<i>16.541,11</i>	<i>16.789,23</i>	<i>17.041,07</i>
Jaarlijks verbruik	142.904,93	142.904,93		142.904,93	142.904,93	142.904,93
Kostprijs aardgas	0,077434	0,078596		0,115749	0,117485	0,119248
Groeivoet aardgasprijs	0,015	0,02		0,02	0,02	0,02
<i>CO2</i>	<i>242,78</i>	<i>242,78</i>		<i>242,78</i>	<i>242,78</i>	<i>242,78</i>
<i>Elektriciteit</i>	<i>24,82</i>	<i>24,82</i>		<i>24,82</i>	<i>24,82</i>	<i>24,82</i>
Uitsparing elektriciteit (kWh)	3.922,97	3.922,97		3.922,97	3.922,97	3.922,97
Uitsparing elektriciteit (MJ)	14.122,70	14.122,70		14.122,70	14.122,70	14.122,70
Emissiefactor elektriciteit (kg/MJ)	0,211192	0,211192		0,211192	0,211192	0,211192
CO2-uitstoot (kg)	2.982,61	2.982,61		2.982,61	2.982,61	2.982,61
CO2-uitstoot (ton)	2,98	2,98		2,98	2,98	2,98
Kostprijs CO2 (€/ton)	8,32	8,32		8,32	8,32	8,32
<i>aardgas</i>	<i>217,97</i>	<i>217,97</i>		<i>217,97</i>	<i>217,97</i>	<i>217,97</i>
Verbruik aardgas (kWh)	142.904,93	142.904,93		142.904,93	142.904,93	142.904,93
Verbruik aardgas (MJ)	514.457,75	514.457,75		514.457,75	514.457,75	514.457,75
Emissiefactor aardgas (kg/MJ)	0,050924	0,050924		0,050924	0,050924	0,050924
CO2-uitstoot (kg)	26.198,26	26.198,26		26.198,26	26.198,26	26.198,26
CO2-uitstoot (ton)	26,20	26,20		26,20	26,20	26,20
Kostprijs CO2 (€/ton)	8,32	8,32		8,32	8,32	8,32
RENTEVOET	0,04	0,04		0,04	0,04	0,04
FUNCTIE-UITKOMST	-140.771,72	11.838,09	11.545,52	6.034,65	5.886,31	5.741,65

Auteursrechtelijke overeenkomst

Ik/wij verlenen het wereldwijde auteursrecht voor de ingediende eindverhandeling:

Worden passiefscholen adequaat gesubsidieerd?

Richting: **master in de toegepaste economische wetenschappen:
handelsingenieur-technologie-, innovatie- en milieumanagement**

Jaar: **2012**

in alle mogelijke mediaformaten, - bestaande en in de toekomst te ontwikkelen - , aan de Universiteit Hasselt.

Niet tegenstaand deze toekenning van het auteursrecht aan de Universiteit Hasselt behoud ik als auteur het recht om de eindverhandeling, - in zijn geheel of gedeeltelijk -, vrij te reproduceren, (her)publiceren of distribueren zonder de toelating te moeten verkrijgen van de Universiteit Hasselt.

Ik bevestig dat de eindverhandeling mijn origineel werk is, en dat ik het recht heb om de rechten te verlenen die in deze overeenkomst worden beschreven. Ik verklaar tevens dat de eindverhandeling, naar mijn weten, het auteursrecht van anderen niet overtreedt.

Ik verklaar tevens dat ik voor het materiaal in de eindverhandeling dat beschermd wordt door het auteursrecht, de nodige toelatingen heb verkregen zodat ik deze ook aan de Universiteit Hasselt kan overdragen en dat dit duidelijk in de tekst en inhoud van de eindverhandeling werd genotificeerd.

Universiteit Hasselt zal mij als auteur(s) van de eindverhandeling identificeren en zal geen wijzigingen aanbrengen aan de eindverhandeling, uitgezonderd deze toegelaten door deze overeenkomst.

Voor akkoord,

Snoeks, Anne

Datum: **1/06/2012**