

Groen van Prinstererlyceum

Energieconceptenstudie



Datum: 3 juni
Projectnummer: 3671
Status: Concept
Auteur: Linard Pronk en Nordin Oudshoorn

Merosch B.V.

E info@merosch.nl
I www.merosch.nl

Eendrachtsweg 3
2411 VL Bodegraven
0172 – 65 12 64

Brabantsestraat 17
3812 PJ Amersfoort
033 – 30 38 909

KVK 27311612
BTW NL8224.23.066.B01
IBAN NL80 TRIO 0197 8235 99

Zet koers naar morgen!



Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	3
2	Uitgangspunten.....	4
3	Energieconcepten	5
3.1	Samenstelling energieconcepten	5
3.2	Lucht-water warmtepomp.....	7
3.3	Bivalent systeem met bodemlussen en lucht-water warmtepomp	7
3.4	Bivalent systeem met WKO monobron en lucht-water warmtepomp	8
4	Technische en financiële analyse.....	9
4.1	Energieverbruik en CO ₂ -uitstoot.....	9
4.2	Investeringskosten	9
4.3	Exploitatiekosten	9
4.4	Levensduurkosten	11
5	Conclusie en advies.....	13
5.1	Voor- en nadelen energieconcepten	13
5.2	Netbelasting en netcongestie	13
5.3	Inpassing bodem en dak	13
5.4	Concluderend	14
	Bijlage 1 – Uitgangspunten.....	15
	Bijlage 2 – Energieprestatieberekening (concept 2).....	16
	Bijlage 3 – Investeringskostenraming	17

1 Inleiding

In dit rapport zijn de drie energieconcepten, die met de projectmanager voor het Groen van Prinstererlyceum zijn afgestemd, op meerdere aspecten met elkaar vergeleken. Het doel van deze rapportage is om tot een onderbouwde afweging van de energieconcepten te komen. Tot slot wordt in het document een advies gegeven ten aanzien van het toe te passen energieconcept.

Dit rapport is als volgt opgebouwd. Na een kort overzicht van de gehanteerde uitgangspunten in hoofdstuk 2 is in hoofdstuk 3 het energieconcept beschreven. Met dit klimaat- en duurzaamheidsconcept voldoet het gebouw aan het programma van eisen en vormt daarmee de basis voor het Voorlopig Ontwerp. In hoofdstuk 4 De financiële uitwerking van deze concepten is in hoofdstuk 4 te vinden. Ten slotte is in hoofdstuk 5 nog ingegaan op de conclusie en ons advies aan de opdrachtgever.

2 Uitgangspunten

De volgende documenten zijn als uitgangspunten voor deze rapportage gehanteerd:

- VO, Spring, 16 mei 2024;
- TPvE vernieuwbouw Groen van Prinsterenlyceum, Onyx Vastgoedstrategie, 1 augustus 2023.

Daarnaast zijn de volgende uitgangspunten van toepassing in het gehele document:

- Overleg over '*Notitie - Mogelijkheden energieconcept*' met de projectmanager.
- PvE Frisse Scholen klasse B op alle thema's;
- Aardgasvrij voor de renovatie en de nieuwbouw;
- Prijspeil 2024 tenzij anders vermeld;
- Alle bedragen zijn excl. btw tenzij anders vermeld;
- De berekeningen hebben een nauwkeurigheid van +/- 15%.

3 Energieconcepten

Bij het samenstellen van de klimaat- en energieconcepten worden de verschillende ambities in samenhang benaderd met het streven om een fris en gezond binnenklimaat te realiseren. De volgorde hierbij is dat eerst gekeken wordt met welk klimaatconcept voldaan kan worden aan de gestelde eisen en het ambitieniveau t.a.v. het binnenmilieu (focus op luchtkwaliteit en thermisch comfort). Vervolgens wordt gekeken met welk energieconcept, gegeven het klimaatconcept, voldaan kan worden aan de eisen en ambities.

3.1 Wettelijk kader

Voor de bestaande bouw gelden er geen eisen voor de energieprestatie. Een nieuw gebouw moet aan de eisen uit in Besluit Bouwwerken Leefomgeving voldoen. Voor nieuwbouw betekent dit dat het gebouw aan een minimale energieprestatie moet voldoen en dat er daarnaast geen gasaansluiting gerealiseerd mag worden.

Bij de aanvraag omgevingsvergunning moet worden aangetoond dat het gebouw aan de wettelijke minimeisen voldoet. Dit gebeurt met behulp van energieprestatieberekening conform de NTA 8800. Binnen deze rekenmethodiek wordt het gebouwgebonden energieverbruik van een gebouw berekend onder bepaald standaard condities. Hierbij zijn er drie energieprestatie-eisen die bepalen of het gebouw aan de wettelijke minimeisen voldoet:

1. BENG 1: **Energiebehoefte:** de totale energiebehoefte voor het verwarmen en koelen van het gebouw. Hierbij wordt er gerekend met een ventilatiesysteem zonder warmteterugwinning.
2. BENG 2: **Primair fossiel energiegebruik:** het totale niet duurzame opgewekte energiegebruik.
3. BENG 3: **Aandeel hernieuwbare energie:** hieronder wordt de energie verstaan die door een warmtepomp of door PV-panelen wordt geproduceerd.

De hoogte van deze eisen hangen af de gebruiksfunctie en de vorm van het gebouw (verhouding tussen het gebruiksoppervlak en het verliesoppervlak). Voor dit gebouw gelden zouden er bij volledige nieuwbouw de volgende eisen gelden.

1. BENG 1: maximaal 151 kWh/m²
2. BENG 2: maximaal 64 kWh/m²
3. BENG 3: minimaal 36 %

Bij de aanvraag van de omgevingsvergunning wordt getoetst of het gebouw aan de minimeisen voldoet. Na oplevering van het gebouw moet er doorgaans een nieuwe energieprestatieberekening opgesteld worden. Bij deze berekening moet ook aangetoond worden dat de maatregelen ook daadwerkelijk uitgevoerd zijn. Op basis van deze berekening krijgt het gebouw ook een energielabel.

Bij dit gebouw is er een bijzondere situatie doordat het gebouw een Rijksmonument is. Hierdoor is het gebouw uitgezonderd van deze labelplicht. Dit betekent dat deze berekening in deze situatie geen wettelijk verplichting vormt. Dit biedt meer ruimte om te kijken naar het werkelijk energieverbruik in plaats van het energieverbruik volgens de NTA 8800. Alle berekeningen in deze rapportage hebben daarom ook betrekking op het werkelijke energieverbruik.

3.2 Samenstelling energieconcepten

Bij het samenstellen van het energieconcept is het stappenplan gehanteerd zoals weergegeven in de onderstaande afbeelding. Kern van deze aanpak is dat er begonnen wordt met passieve maatregelen voordat er gekeken wordt hoe de resterende energievraag zo duurzaam mogelijk kan worden ingevuld.

Afbeelding 3.1 – Het stappenplan om de school te verduurzamen



Vanuit de bovenstaande benadering zijn er drie energieconcepten samengesteld. Deze bestaan uit samenhangende bouwkundige en installatietechnische maatregelen en zijn samengesteld met een oplopend ambitieniveau.

Tabel 2.1 – Overzicht van de energieconcepten met de bijbehorende maatregelen.

		Lucht-water warmtepomp	Bivalent bodem met LWP	Bivalent WKO met monobron en LWP
Bouwkundige maatregelen				
Rc-waarde vloer	[m²K/W]	3,7		
Rc-waarde gevel	[m²K/W]	4,7		
Rc-waarde dak	[m²K/W]	6,3		
U _{tot} gevelopeningen	[W/(m²K)]	1,0		
Zonwering	[-]	Op NW, ZW en ZO gevels		
Luchtdichtheid (qv ₁₀)	[dm³/(s m²)]	0,3		
Installatietechnische maatregelen				
Warmteopwekking	[-]	LWP ¹	LWP ¹ en BWP gesloten ²	LWP ¹ en BWP open ³
Afgifte verwarming	[-]	All-air systeem en incidenteel LT-vloerverwarming		
Koude opwekking	[-]	LWP ¹	LWP ¹ en BWP gesloten ²	LWP ¹ en BWP open ³
Afgifte koeling	[-]	All-air systeem en incidenteel HT-vloerkoeling		
Ventilatie	[-]	Gebalanceerde ventilatie (centraal) met warmteterugwinning en CO ² -sturing		
Warmteterugwinning	[-]	80% (tegesntroom)		
Warm tapwater	[-]	elektrische close-in boilers		
Verlichting	[W/m²]	5 W/m2 met aanwezigheidsdetectie en daglicht afhankelijk regeling		
PV-panelen 225 Wp/m²	[m²]	1.500		
Energieprestatie				
BENG-1	[kWh/m²]	108	108	108
BENG-2	[kWh/m²]	7	4	-2
BENG-3	[%]	92	96	102

¹ Lucht-waterwarmtepomp

² Bodemwarmtepomp met bodemlussen

³ Bodemwarmtepomp met WKO

Voor alle concepten geldt dat er voor verwarming en koeling gebruikt gemaakt wordt van een all-air systeem. Dit wordt aangevuld met vloerverwarming en vloerkoeling in enkele specifiek ruimte. De randvoorwaarde voor het concept zijn:

- Lage temperatuur verwarming ($T_{aanvoer} \leq 40^{\circ}\text{C}$);
- Hoge temperatuur koeling ($T_{aanvoer} \geq 12^{\circ}\text{C}$);
- 2-pijps change-over systeem;

- All-electric warmte en koudeopwekking.

Met het bouwkundig concept heeft het gebouw een resterende warmte- en koudevraag van ongeveer 400-450 kWth.

Middels de WKO-tool is er een quickscan uitgevoerd naar de mogelijkheden van het toepassen van een bodemenergiesysteem. Op deze locatie zijn er geen aandachts- of verbodsgebieden voor bodemenergie. Oftewel een bodemenergiesysteem behoort op deze locatie tot de mogelijkheden. Wel zijn er in overleg met een bodemenergieleverancier beperkingen door de samenstelling van de bodem naar voren gekomen. Zie paragraaf 3.3 voor nadere toelichting.

Hieronder gaan we in op de verschillende mogelijkheden voor de varianten.

3.3 Varianten

Hieronder worden de energieconcepten toegelicht.

3.3.1 Lucht-water warmtepomp

Dit concept gaat uit van (een aantal) lucht-water warmtepomp(en). Een lucht-water warmtepomp haalt zijn warmte en koude uit de buitenlucht. Vervolgens wordt dit gebruikt voor de verwarmings- en koelinstallatie van het gebouw.

Een lucht-water warmtepomp is minder efficiënt dan de bodemwarmtepomp. Hierdoor is het energieverbruik hoger en daarmee zijn ook de energiekosten in de gebruiksfase hoger. Daarnaast zorgt de luchtwarmtepomp voor meer geluidsoverlast en ruimtebeslag op het dak. De investering van de lucht-warmtepomp is wel weer minder hoog dan bij een bodemwarmtepomp.

Aandachtspunten bij deze oplossing zijn:

- Benodigd ruimte op het dak (inclusief serviceruimte) van circa 2.800x5.600x1.900 mm (LxBxH).
- De warmtepompen produceren veel geluid. Er moet rekening gehouden worden met een akoestisch scherm rondom de warmtepompen.
- Het rendement van de warmtepompen hangt sterk af van de buitentemperatuur. Hoe groter het temperatuurverschil tussen buiten en binnen hoe lager het rendement. Met name in de winter vragen deze machine dus een hoger elektrisch vermogen.

3.3.2 Bivalent systeem met bodemlussen en lucht-water warmtepomp

Bij deze oplossing komt er van een bodemwarmtepomp in combinatie met lucht-water warmtepomp. De bodemwarmtepomp is daarbij de voorkeurs (preferente opwekker), maar om de investeringskosten beperkt te houden wordt er daarnaast ook een lucht-warmtepomp geplaatst.

De bodemwarmtepomp maakt bij deze oplossing gebruik van gesloten bodemlussen als bron van warmte en koude. Dit zijn lussen van circa 150 tot 250 m diep waarmee warmte en koude met de bodem wordt uitgewisseld. In de zomer zal de koude direct, zonder tussenkomst van de warmtepomp, ingezet worden om het gebouw te koelen. De koude kan ook gebruikt worden als bron voor een warmtepomp.

Voordeel van de bodemwarmtepomp is dat deze zeer weinig onderhoud vraagt en in pandig opgesteld kan worden. Deze warmtepompen produceren ook minder geluid dan een lucht-water warmtepomp. Op het gebied van exploitatiekosten is de bodemwarmtepomp beter met name vanwege lage energiekosten door de hogere efficiëntie en verwarmen en met name koelen. Daar tegenover staan de hogere investeringskosten voor met name het bodemenergiesysteem.

Aandachtspunten bij deze oplossing zijn:

- Bij deze oplossing is nog steeds een lucht-water warmtepomp nodig (rekening houden met de inpassing en geluid);
- In het terrein komt een put met de verdeler- verzamelaar van de bronleidingen;
- De gesloten bodemlussen zijn relatief duur en vragen veel ruimte. Een vuistregel is dat de bodemlussen minimaal 6 tot 8 meter uit elkaar moeten liggen;
- Voor gesloten bodemenergiesystemen tot 70 kWth geldt enkel een meldplicht. Voor grotere systeem moet er waterwetvergunning aangevraagd worden. Uitgangspunt voor het Groen van Prinstererlyceum is een bivalent systeem met een aandeel van circa. 200 kWth bodemenergiesysteem.

3.3.3 Bivalent systeem met WKO monobron en lucht-water warmtepomp

Een andere oplossing is om te werken met een bodemwarmtepomp met een WKO-installatie met een open bron. Bij een open bodemenergiesysteem wordt er gewerkt met grondwater in de bodem. Op verschillende dieptes in de bodem wordt er een reservoir van grondwater gecreëerd. De een functioneert als warme bron en de andere als koude bron. Wij vermoeden dat voor dit gebouw één monobron van circa 50 m³/hr nodig is.

Uit de analyse en overleg met een bodemenergieleverancier blijkt de bodem in Vlaardingen voor een open bron wel wat beperkingen te hebben:

- Het eerste watervoerende pakket in de bodem is beschermd en mag niet gebruikt worden voor een bodemenergiesysteem;
- Het tweede en derde watervoerende pakket in de bodem zijn minder geschikt voor bodemenergie. Daardoor zijn de kosten voor een systeem in deze grondlagen relatief hoog.

Uitgaande van een monobron zal de maximale grootte van de WKO in dit gebied rond de 20 m³/hr liggen. Hierdoor dient nog een andere opwekker te worden toegevoegd om het benodigde vermogen te kunnen halen. Dit zal gerealiseerd kunnen worden met een lucht-waterwarmtepomp (vergelijkbaar met concept 2). Vanwege de bovengenoemde beperking van grootte van de WKO, zal dit dus ook een bivalent systeem worden.

In de winter wordt de warme bron van de WKO gebruikt als warmtebron voor de warmtepomp. In de zomer kan het water in de koude bron, zonder tussenkomst van de warmtepomp, gebruikt worden om het gebouw te koelen. Om beide bronnen in balans te houden zal er wel extra warmte in de bodem geladen moeten worden. dit kan gerealiseerd worden met de bij te plaatsen lucht-waterwarmtepomp. In de zomer onttrekt de warmtepomp warmte van de buitenlucht om in de bodem toe te voegen.

Aandachtspunten bij deze oplossing zijn:

- Bij deze oplossing is nog steeds een lucht-water warmtepomp nodig (rekening houden met de inpassing en geluid);
- Het systeem is vergunning plichtig, hiervoor moet er jaarlijks aan de provincie gerapporteerd worden;
- Hogere onderhoudskosten omdat er met grondwater wordt gewerkt;
- In het terrein komt een pomp put voor de WKO-bron;

Ten slotte zijn er nog de volgende overwegingen:

- De regeneratie van het systeem zal met name in de zomer plaatsvinden wanneer het gebouw niet in gebruik is. Op dat moment is er een sprake van een overproductie van duurzame energie van de PV-panelen die aan het net geleverd wordt. De financiële waarde van deze elektriciteit is zeer beperkt: het terugleveren van elektriciteit wordt steeds minder voordelig en zal wellicht in de toekomst geld gaan kosten. Dit is de elektriciteit die gebruikt wordt voor de regeneratie.
- Het is ook mogelijk om het volledige onderhoud en beheer van het WKO-systeem uit te besteden aan een extra exploitant. De kosten hiervoor zijn circa €7.500 / jaar voor het ondergrondse deel. Dit is inclusief de verplichte jaarlijkse rapportage t.b.v. vergunningen van de provincie.

4 Technische en financiële analyse

In dit hoofdstuk worden de technische en financiële consequenties in beeld gebracht van de verschillende energieconcepten tijdens de realisatie- (investeringskosten) en exploitatiefase (onderhouds- en energiekosten) van het gebouw.

4.1 Energieverbruik en CO₂-uitstoot

In tabel 4.1 wordt het energiegebruik en de CO₂-uitstoot weergegeven van de energieconcepten. Het energiegebruik heeft betrekking op zowel het gebouwgebonden als het gebruikersgebonden energiegebruik.

Tabel 3.1 – Energiegebruik en milieubelasting per energieconcept.

		LWP	Bodem + LWP	WKO + LWP
Energieverbruik				
Gas	[m ³ /jaar]	-	-	-
Elektriciteit verbruik	[kWh/jaar]	372.700	329.900	319.900
Elektriciteit opwek	[kWh/jaar]	288.000	288.000	288.000
Milieulast				
CO ₂ uitstoot	[ton/jaar]	39	19	15

Voor de concepten is tevens gekeken naar het percentage eigen gebruik van de opgewekte zonne-energie (afkomstig van de zonnepanelen). Afhankelijk van de opbrengst van de zonnepanelen wijzigt dit percentage eigen gebruik: hoe meer zonne-energie wordt opgewekt hoe meer er in verhouding wordt terug geleverd aan het elektriciteitsnet. Voor alle vier de concepten verwachten we dat er ongeveer 40% van de opgewekte energie wordt terug geleverd aan het elektriciteitsnet. In bijlage 1 zijn alle uitgangspunten weergegeven die bij het bepalen van het energiegebruik zijn gehanteerd.

4.2 Investeringskosten

In onderstaande tabel zijn de investeringskosten van de energieconcepten weergegeven. Deze zijn gebaseerd op een globale kostenraming zoals weergegeven in bijlage 3. Hierin zijn enkel extra bouwkundige als de installatietechnische kosten opgenomen. Aan de hand hiervan kunnen de investeringskosten ten opzichte van elkaar worden vergeleken.

Tabel 4.2 – Investeringskosten per energieconcept.

	LWP	Bodem + LWP	WKO + LWP
Investering (prijspeil 2024 excl. btw)			
Investeringskosten	€ 458.000	€ 715.000	€ 663.000
Herinvestering na 15 jaar	€ 135.000	€ 108.000	€ 108.000

4.3 Exploitatiekosten

In de tabel 4.3 staan de exploitatiekosten in jaar 1 weergegeven bij toepassing van de verschillende energieconcepten. De exploitatiekosten bestaan uit de energiekosten, vastrecht en de (extra) onderhoudskosten van de installatietechnische onderdelen. Op de bouwkundige onderdelen zijn geen (extra) onderhoudskosten van toepassing. De kapitaallasten van de investering is hierin niet meegenomen.

Voor de energieprijzen is uitgegaan van de marktconform tarief voor gebouwen bij deze omvang en type gebruiker. Dit komt neer op een kaal leveringstarief van € 0,25/kWh. Hierbij is aangenomen dat er één gezamenlijke aansluiting wordt gerealiseerd. Voor de teruglevering van zonne-energie is geen subsidie meegenomen aangezien het gebouw een grootverbruiker aansluiting krijgt. Hierdoor kan de aan het net-

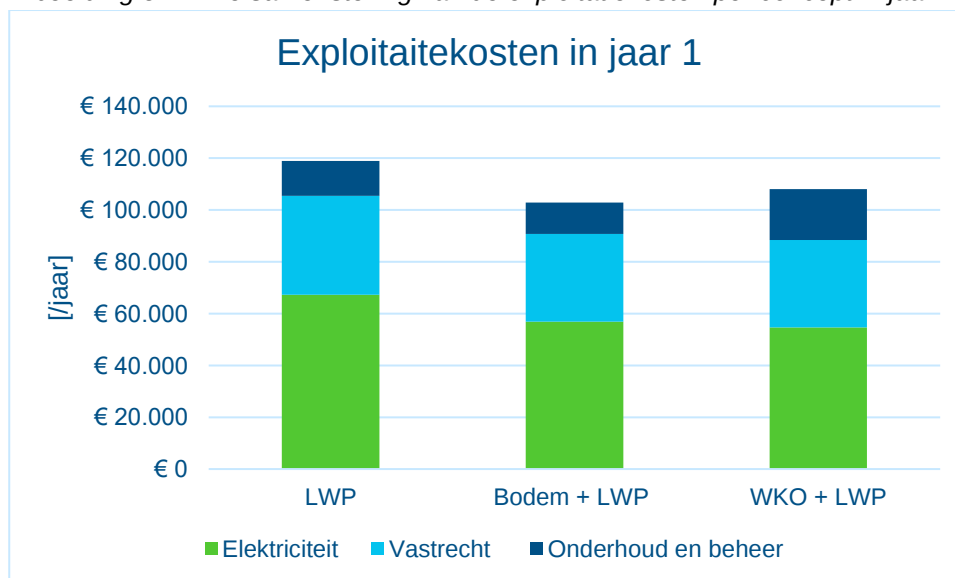
geleverde elektriciteit niet gesaldeerd worden. Voor aan het net-geleverde elektriciteit is een terugleververgoeding van € 0,05/kWh gehanteerd.

Tabel 3.3 – Exploitatiekosten per energieconcept.

		LWP	Bodem + LWP	WKO + LWP
Exploitatiekosten				
Gas	[/jaar]	€ 0	€ 0	€ 0
Electriciteit (netto)	[/jaar]	€ 67.200	€ 56.900	€ 54.700
Vastrecht	[/jaar]	€ 38.200	€ 33.900	€ 33.700
Onderhoud	[/jaar]	€ 13.500	€ 12.100	€ 19.600
Totaal in jaar 1				
Exploitatiekosten	[/jaar]	€ 119.000	€ 102.900	€ 108.100

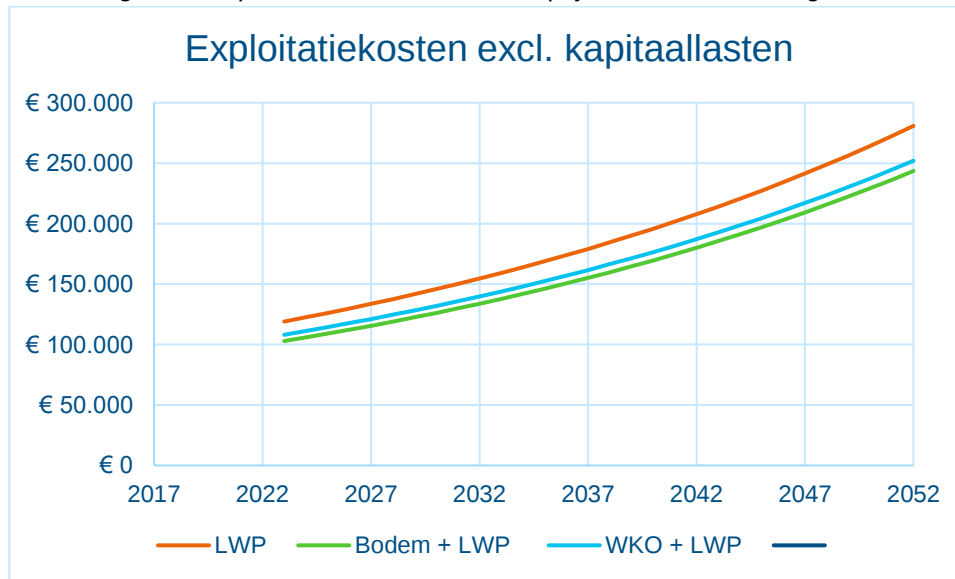
De exploitatiekosten van de verschillende energieconcepten in tabel 3.3 zijn bij de huidige energietarieven en zijn een momentopname. In de volgende grafiek zijn deze cijfers nog eens naast elkaar gezet in een staafdiagram.

Afbeelding 3.1 – De samenstelling van de exploitatiekosten per concept in jaar 1.



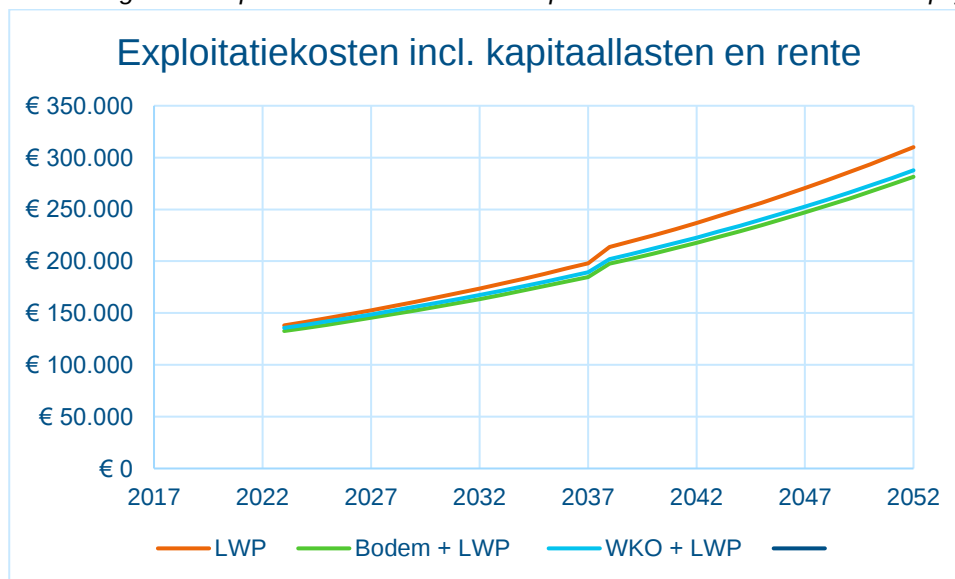
In de grafieken 3.2 en 3.3 worden de exploitatiekosten over een periode van 30 jaar weergegeven voor de verschillende energieconcepten bij een energieprijsstijging van 2,5% per jaar voor elektriciteit. Voor het vastrecht is een stijging aangehouden van 4% per jaar. Zie voor overige uitgangspunten bijlage 1.

Afbeelding 3.2 – Exploitatiekosten over de looptijd van de investering.



In de onderstaande grafiek is naast de energie- en onderhoudskosten ook de kapitaallasten van de kosten meegenomen in de exploitatiekosten. Hierbij is er tevens een herinvestering over installatietechnische maatregelen meegenomen na 15 jaar. De geïndexeerde herinvestering na 15 jaar betreft de bewegende delen van installaties en overige kwetsbare onderdelen. Alle aangehouden financiële parameters zijn weergegeven in bijlage 1.

Afbeelding 3.3 – Exploitatiekosten inclusief kapitaallasten en rente over de looptijd van de investering.



4.4 Levensduurkosten

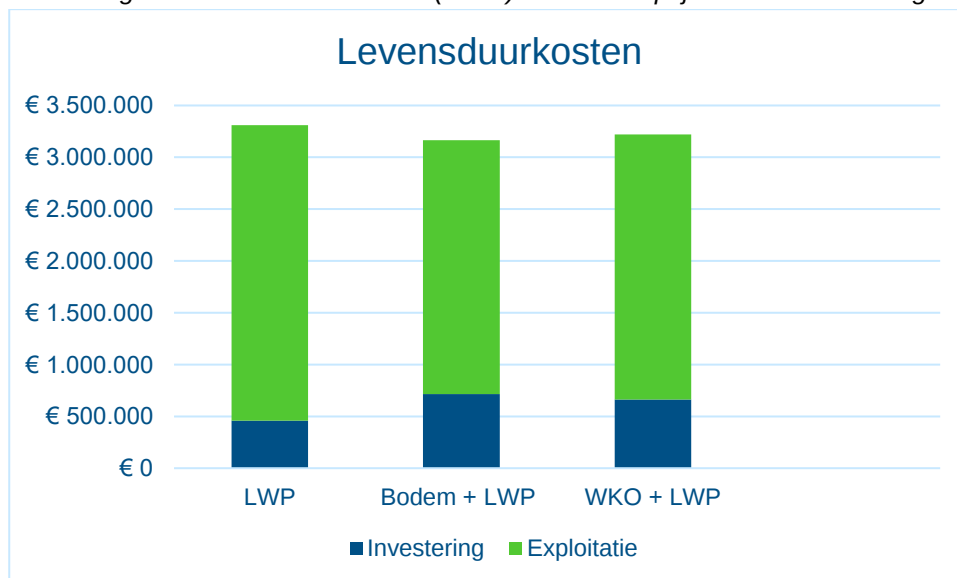
De exploitatiekosten zeggen niet direct iets over de totale kosten van de verschillende energieconcepten in hun gehele levensduur. De levensduurkosten worden uitgedrukt in de Netto Contante Waarde (NCW). De NCW vertegenwoordigt de som geld, dat nu nodig is om gedurende een periode van 30 jaar de investering, de herinvestering, de energiekosten, het vastrecht, de onderhoudskosten te kunnen betalen. Hoe lager deze kosten, des te voordeliger. Als discontovoet is hierbij uitgegaan van 4,5%. De discontovoet kan gezien worden als de rendementseis die over de investering beoogd wordt.

Tabel 3.4 – Levensduurkosten (NCW) per energieconcept.

		LWP	Bodem + LWP	WKO + LWP
Levensduurkosten (excl. btw)				
NCW	[30 jaar]	€ 3.311.000	€ 3.166.000	€ 3.219.000

In afbeelding 3.4 zijn de kosten grafisch weergegeven. De hoogte van de kolommen staan voor de totale kosten (NCW) van het concept.

Afbeelding 3.4 – Levensduurkosten (NCW) over de looptijd van de investering.



5 Conclusie en advies

Aan de hand van de bovenstaande (financiële) analyse wordt in dit hoofdstuk een advies gegeven in relatie tot het toe te passen energieconcept.

5.1 Voor- en nadelen energieconcepten

Naast de financiële analyse uit hoofdstuk 4 en de energetische prestatie uit hoofdstuk 3, wordt in onderstaande tabel nog de voor- en nadelen op technisch vlak van de drie energieconceptenstudie kort naast elkaar gezet.

Tabel 5.1 – Technische voor- en nadelen energieconcepten.

	LWP	Bodem + LWP	WKO + LWP
Technisch verschillen			
Netbelasting (totaal gebouw)	-- (~ 650 kWth)	- (~ 600 kWth)	+/- (~ 550 kWth)
Geluid	--	-	-
Ruimtegebruik dak	--	+/-	+/-
Ruimtegebruik bodem	++	+/-	+/-
Efficiëntie	--	+	+
Eenvoud	++	+/-	-

Vanwege de beperking vanuit de bodemopbouw in Vlaardingen en het daardoor beperkte maximale vermogen van de open bron (max. 20 m³/hr), is het (financiële) voordeel van de WKO teniet gedaan. Normaliter is op deze schaal de WKO als bodemenergiesysteem een aantrekkelijke optie vanwege de exploitatiekosten en het hoge rendement. Aangezien hier nu alsnog een luchtwarmtepomp bijgeplaatst moet worden, is dit concept financieel, qua rendement en qua inpassing veel minder aantrekkelijk geworden.

Ons advies is om, indien er voor een bivalent systeem met bodembron gekozen wordt, te gaan voor een gesloten bodemenergiesysteem. Hierdoor blijven de volgende concepten nog over:

- Concept 1: volledig met lucht-waterwarmtepompen
- Concept 2: bivalent systeem met bodemwarmtepomp i.c.m. lussen en een lucht-waterwarmtepomp

Het voordeel van het bivalente systeem met concept 2 is met name het hogere rendement en lagere kosten tijdens de exploitatiefase. De levensduurkosten over een periode van 30 jaar zijn ook lager (ca. 150K) dan die van het concept met uitsluitend luchtwarmtepompen. Daarnaast is dat concept ook minder gevoelig voor prijsstijgingen in energie- of vastrechtkosten.

5.2 Netbelasting en netcongestie

De luchtwarmtepompen vragen meer elektrisch vermogen over het algemeen waardoor het elektriciteitsnet hoger belast wordt. Aangezien bij het bivalente concept over het algemeen de bodemwarmtepomp in de verwarmings- en koelbehoefte voorziet en de luchtwarmtepomp met name in de piek wordt ingezet, zal dit concept qua netcongestie ook een kleinere impact hebben.

5.3 Inpassing bodem en dak

Aandachtspunt bij het bivalente concept is de inpassing van de bodemlussen in het terrein. Bodemlussen worden op circa 8 meter (hart op hart). afstand uit elkaar geplaatst. Een eerste scan wijst uit dat de inpassing vrij krap is, waardoor dit in de nadere uitwerking wel een punt van aandacht is.

Daarnaast dienen bij beide concepten lucht- waterwarmtepomp(en) geplaatst te worden. Bij het concept met uitsluitend de lucht-waterwarmtepompen zal het ruimtebeslag op het dak groter zijn, vanwege het groter aantal warmtepompen.

5.4 Concluderend

Concluderend adviseren wij om een bivalent systeem toe te passen met een bodemwarmtepomp i.c.m. bodemlussen en luchtwarmtepompen (concept 2). Ons advies is gebaseerd op onderstaande voordelen:

- Lagere levensduurkosten;
- Lagere exploitatiekosten;
- Minder netbelasting = minder negatieve impact op netcongestie;
- Hoger rendement verwarmen en koelen en dus duurzamer energieconcept;
- Gebouw komt dichterbij de buurt van energieneutrale school.

Bijlage 1 – Uitgangspunten

Omschrijving	Waarde	Eenheid	Toelichting
Emissiefactoren			
CO ₂ -uitstoot aardgas	2,079	[kg CO ₂ /m ³]	Emissiefactoren 2023
CO ₂ -uitstoot elektriciteit	0,456	[kg CO ₂ /kWh]	Emissiefactoren 2023

Omschrijving	Waarde	Eenheid	Toelichting
Algemeen			
Inflatie	2,0%	[/jaar]	
Stijging aardgasprijs	4,5%	[/jaar]	
Stijging elektriciteitsprijs	2,5%	[/jaar]	
Stijging vastrecht	4,0%	[/jaar]	
Discontovoet	4,5%	[/jaar]	
Rente	2,5%	[/jaar]	
Onderhoud en beheer			
Bouwkundig	0,0%	[/(invest jaar)]	
Warmte en koude opwekking	4,0%	[/(invest jaar)]	
Warmte en koude afgifte	0,5%	[/(invest jaar)]	
Gesloten bodemenergiesysteem	0,5%	[/(invest jaar)]	
Open bodemenergiesysteem	4,0%	[/(invest jaar)]	
Luchtbehandeling	4,0%	[/(invest jaar)]	
Verlichting	0,5%	[/(invest jaar)]	
PV-installaties	0,5%	[/(invest jaar)]	Incl. vervanging van de omvormer
Overige installaties	2,0%	[/(invest jaar)]	
Herinvestering na 15 jaar			
Bouwkundig	0%	[/investering]	
Warmte en koude opwekking	40%	[/investering]	
Warmte en koude afgifte	0%	[/investering]	
Gesloten bodemenergiesysteem	0%	[/investering]	
Open bodemenergiesysteem	0%	[/investering]	
Luchtbehandeling	30%	[/investering]	
Verlichting	40%	[/investering]	
PV-installaties	50%	[/investering]	
Overige installatie	0%	[/investering]	

Bijlage 2 – Energieprestatieberekening (concept 2)

Separaat aangeleverd

Bijlage 3 – Investeringskostenraming

		LWP	Bodem + LWP	WKO + LWP
<i>Exploitatiekosten</i>				
Lucht-water warmtepomp	450 kWth	€ 337.500		
Lucht-water warmtepomp	300 kWth		€ 150.000	€ 150.000
Bodemplussen	40 st		€ 260.000	
Water-water warmtepomp	200 kWth		€ 120.000	€ 120.000
Monobron	20 m³/hr			€ 220.000
Ontwerp en vergunning	1 pst		€ 10.000	€ 10.000
Akoestische en constructieve voorzieningen WP		€ 15.000	€ 10.000	€ 10.000
<i>Totaal in jaar 1</i>				
Subtotaal		€ 352.500	€ 550.000	€ 510.000
Indirecte kosten	30%	€ 105.750	€ 165.000	€ 153.000
Totaal		€ 458.250	€ 715.000	€ 663.000



Merosch

Merosch B.V.
Eendrachtsweg 3
2411 VL Bodegraven

T 0172 - 65 12 64
E info@merosch.nl
I merosch.nl

KVK 27311612
BTW NL8224.23.066.B01
IBAN NL80 TRIO 0197 8235 99

Zet koers naar morgen!

