

CREATE. MORE. IMPACT.



Object : XXX
Locatie XXX

Projectnummer : PH420055

Adviseur : Michel Kemper

Versie : V1.0

Status : Concept

Datum : 27 mei 2022



1 Inleiding

In opdracht van XXX heeft De Groene Jongens een studie gedaan naar de mogelijkheden om de energie- en comfortprestaties te verbeteren van het schoolgebouw van het XXX locatie XXX te Zoetermeer

Vanuit XXX is de wens om het gebouw zo lang mogelijk te gebruiken als huisvesting. Echter dient het gebouw op veel onderdelen een upgrade te krijgen om weer te voldoen aan de wensen en eisen van deze tijd. Bovendien dient er een krimp van het aantal leerlingen (tot ca. 1100) gerealiseerd te worden en leeft de vraag wat er energetisch en comforttechnisch verbeterd kan worden om het gebouw toekomstbestendig te maken. Als maatlat toekomstbestendig wordt het PVE frisse scholen klasse B aangehouden.

Deze studie duidt de impact van verschillende ontwerpvarianten op het gebied van energiebesparingen en comfortverbeteringen in relatie tot de investeringskosten. Om dit te realiseren heeft De Groene Jongens (DGJ) eerst de huidige situatie in kaart gebracht en vervolgens gekeken naar de gebouwoptimalisaties en de financiële haalbaarheid van deze technische duurzaamheidsmaatregelen. Het doel is om een kosten-efficiënt verduurzamingsplan samen te stellen.

Binnen de scope van dit onderzoek is gekozen om een aantal duurzaamheidsmaatregelen toe te passen die enerzijds het binnenklimaat verbeteren en anderzijds de energieprestatie van het gebouw te verhogen. Dit verhoogt de comfortbeleving en verlaagt het energiegebruik. In dit rapport zijn de duurzaamheidsmaatregelen gradueel benaderd; dit wil zeggen dat er (logische) varianten zijn opgesteld om tot de (gefaseerde) verbeteringen van de gebouwprestaties te komen. De varianten worden afzonderlijk doorgerekend, waarbij per variant de verbeteringen van energie- en comfortprestaties inzichtelijk zijn gemaakt. Daarnaast is er naar de financiële haalbaarheid per maatregel gekeken, op basis van een Total Cost of Ownership benadering.

Door middel van de EP-berekeningen (in Uniec3 software) wordt een energetisch vergelijk gemaakt voor de gebouwgebonden installaties op basis van een gestandaardiseerd gebouwgebruik zoals vastgelegd in de NTA8800, waarmee de resultaten te vergelijken zijn met andere onderwijsgebouwen, de huidige nieuwbouw normen en toekomstige regelgeving. De EP-berekeningen zijn niet geschikt om te vergelijken met het energieverbruik op de meter, omdat het werkelijk gebruik en omstandigheden altijd afwijken van het genormaliseerd gebruik en omstandigheden. Tevens is het energieverbruik van de gebruikersapparatuur geen onderdeel van de berekening. De gemaakte EP berekeningen zijn toegevoegd in bijlage 1 tot en met 6.

Door middel van een gebouwssimulatieberekening (in Vabi-elements software) wordt inzicht verkregen in het comfortniveau van het gebouw. De resultaten uit deze berekening zijn toegevoegd in bijlage 7.

Door middel van kostenberekeningen (in Life Cycle Vision software) zijn de onderhoudskosten berekend. Deze berekeningen zijn toegevoegd in bijlage 8 t/m 13.

De investeringskosten voor de varianten zijn overgenomen van uit de aangeleverde kostenberekeningen van Vitruvius bouwkostenadvies. De gehanteerde kostenberekening van Vitruvius en de hieruit samengestelde TCO berekening is toegevoegd als bijlage 14 en 15.



In het vervolg van deze rapportage wordt in Hoofdstuk 2 een basisomschrijving van het gebouw gegeven. Hierin wordt onder andere de huidige bouwkundige en installatietechnische staat behandeld. Hoofdstuk 3 weergeeft de methodologie van de studie en een verdere toelichting van de voorgestelde varianten. Vervolgens worden in hoofdstuk 4 de onderzoeksresultaten gepresenteerd, te beginnen met de huidige situatie en gevolgd door de afzonderlijke varianten. In hoofdstuk 5 zijn de onderzoeksresultaten overzichtelijk in tabellen samengevoegd, waardoor een duidelijk beeld ontstaat van de Total Cost of Ownership. Ten slotte wordt in hoofdstuk 6 de conclusie van het onderzoek en de aanbevelingen van DGJ gegeven.

2 Huidige situatie en basisuitgangspunten

2.1 Algemeen

Het gebouw van XXX aan de XXX te XXX bestaat uit 3 bouwdelen.

Bouwdeel 1 is een 3-laags gebouw met als hoofdgebruiksfunctie onderwijsfunctie. Het gebouw bestaat naast de klaslokalen uit centrale entree, aula, kantoren en ondersteunende functies. Tevens is dit bouwdeel verbonden met een techniekvleugel. Het bouwjaar van dit bouwdeel is 1986, maar er zijn nadien wel enkele aanpassingen en uitbreidingen gedaan. Het scenario voor dit bouwdeel is renovatie met een beperkte uitbreiding (entree) en een beperkte sloop (bungalow).

Bouwdeel 2 huisvest zorg en welzijn. Dit bouwdeel is gebouwd begin jaren 70 en het scenario voor dit bouwdeel is sloop. Dit bouwdeel valt buiten de scope van dit onderzoek.

Bouwdeel 3 heeft een sportfunctie en betreft gymzalen met kleedruimten. Er zijn voor dit bouwdeel twee scenario's; een scenario voor handhaving en renovatie en een scenario voor sloop en nieuwbouw. Dit bouwdeel valt echter buiten de scope van het onderzoek.

Dit rapport heeft enkel betrekking op bouwdeel 1 in zijn huidige omvang (exclusief de bungalow).

2.2 Bouwkundige uitgangspunten huidig

Voor de huidige isolatiewaarden van de dichte geveldelen; gevel, dak en vloer hebben wij de R_c -waarden aangehouden welke op basis van het bouwjaar in de ISSO81 zijn vast gelegd, voor de vloer is een isolatiedikte van 40mm tussen de balken aangehouden. Voor de isolatiewaarden van de transparante delen hebben wij kunnen vaststellen dat deze naderhand zijn vervangen door nieuwe kozijnen met nieuw glas, hiervoor is tevens de ISSO81 aangehouden maar dan op basis van HR++ glas in hout/kunststof kozijn. De uitgangspunten voor de huidige thermische schil staan weergegeven in tabel 2.1.

Tabel. 2.1 Bouwkundige uitgangspunten

Bouwkundig	R_c -waarde [m^2K/W]	U-waarde [W/m^2K]	ZTA
Gevel	1,30		
Dak	1,30		
BG Vloer	1,04		
Beglazing		1,80	0,6
Lichtkoepel		5,10	0,85
Buitenzonwering			aanwezig



2.3 Installatietechnische uitgangspunten huidig

In Tabel 2.3 zijn de installatiecomponenten die gelden voor het gehele gebouw gegeven.

Tabel 2.2 Installatietechnische uitgangspunten volledige gebouw

Installatiecomponent	Type
Verwarming	Opwekking: HR107 ketels / Afgiftesysteem: Radiator en/of convectiverwarming
Warmtapwater	Elektrische opwekker: Elektroboiler (75%), CW Klasse 4 (11 stuks)
Koeling	Opwekker: Compressiekoelmachine – elektrisch (zeer beperkt deel van het gebouw)
Ventilatie	Systeem Dc / WTW: 60% rendement
Verlichting	Verlichtingsvermogen: 16 W/m ² / lokaal geschakeld

Deze basisgegevens van de huidige situatie zijn het startpunt (nulpunt) voor de berekeningen van deze studie. Alle verbetermaatregelen worden gerelateerd aan dit nulpunt, vandaar dat de deze variant “Variant 0” hebben genoemd. In het volgende hoofdstuk worden de verbetermaatregelen (variant 1 t/m variant 4) verder toegelicht.

3 Toelichting stappenplan verduurzaming

Vanuit variant 0 zijn berekeningen uitgevoerd waarmee de energie- en comfortprestaties van het gebouw inzichtelijk worden. De verduurzamingsmaatregelen zijn ondergebracht in een viertal varianten: 1) opwaarderen bouwkundige schil, 2) vervangen van installatiesystemen, 3) opwaarderen van de bouwkundige schil en het vervangen van installatiesystemen; en 4) de beschreven punten uit stap 3 en 100% hernieuwbare energie aandeel uit zonnepanelen. Er is gekozen voor een getrapte benadering voor het verbeteren van gebouw- en installatieonderdelen, omdat bepaalde maatregelen bepalend zijn voor het doorvoeren van verdere verbeteringen. In met name variant 2, het vervangen van de installatiesystemen, worden zowel energetische verbeteringen als comfort verbeteringen bereikt.

3.1 Variant 1: Opwaarderen bouwkundige schil

De eerste stap is het beperken van het warmteverlies, oftewel het verbeteren van de thermische schil. Verbeterde isolatiewaardes van de gevel, vloer, in combinatie met verbeterde kierdichting (Qv10) zorgen ervoor dat er minder verwarmingsvermogen benodigd is om de verblijfsruimtes in het gebouw op temperatuur te houden. Het bestaande glas en kozijnen blijven gehandhaafd. Voor de verbetering van de gevel isolatie zijn wij uitgegaan van het na-isoleren van de bestaande spouw¹. De bestaande lichtkoepels worden vervangen door een lichtkoepels met HR++ glas. De uitgangspunten voor de verbeterde uitgangspunten voor de thermische schil staan weergegeven in tabel 3.1

Tabel 3.1 Bouwkundige uitgangspunten na uitvoering Variant 1.

Bouwkundig	R _c -waarde [m ² K/W]	U-waarde [W/m ² K]	ZTA
Gevel	2,00		
Dak	6,00		
BG Vloer	2,00		
Beglazing		1,80	0,6
Lichtkoepel		1,80	0,6
Buitenzonwering			aanwezig

Het pakket van isolatie is relevant en heeft effect op de investering en op het energieverbruik van het gebouw. Door beperkte aanvullende isolatie toe te voegen in de bestaande spouwmuur wordt een R_c waarde van ca. 2,0 m²K/W bereikt. Aangezien dit de eenvoudigste en minst kostbare manier van na-isoleren is hebben wij dit als uitgangspunt voor zowel deze variant en alle navolgende varianten genomen. Indien na-isolatie vanwege de bestaande gevelopbouw niet mogelijk is kan er voor isolatie aan de buitenzijde of binnenzijde worden gekozen, in dat geval kan dezelfde of een hogere isolatiewaarde worden nagestreefd. Het effect van de hogere isolatiewaarde van de gevel (en vloer) hebben wij ter illustratie doorgerekend in het energieverbruik. De uitgangspunten voor het een hogere isolatiewaarde van de thermische schil staan weergegeven in tabel 3.2

¹ er dient door middel van proefboringen en camera inspecties van de spouw vastgesteld te worden of het na-isoleren van de bestaande spouw mogelijk is.



Tabel 3.2 Bouwkundige uitgangspunten bij hogere isolatiewaarden (Variant 1+).

Bouwkundig	R _c -waarde [m ² K/W]	U-waarde [W/m ² K]	ZTA
Gevel	4,50		
Dak	6,00		
BG Vloer	3,50		
Beglazing		1,80	0,6
Lichtkoepel		1,80	0,6
Buitenzonwering			aanwezig

Het opwaarderen van de thermische schil kan vanuit een middellange (10-20 jaar) of lange termijnvisie (20-40 jaar) als een logische keuze worden beschouwd.

3.2 Variant 2: Vervangen van installatiesystemen

Nadat de bouwkundige schil verbeterd is kan er gekeken worden naar het vervangen van de huidige installatiesystemen. Uitgangspunt hierbij is dat de huidige CV installatie met HR107 ketels, distributienet (1 pijps) en radiatoren gehandhaafd blijft (in de schouw aangegeven als uitgangspunt). Ook zullen de bestaande lokaal opgestelde elektrische boilers gehandhaafd blijven.

Het ventilatiesysteem wordt geheel vervangen en voorzien van een ventilatiekast(en) met warmteterugwinningssysteem (minimaal 70% rendement) en voorzien van by-pass regeling zodat in het voor en naseizoen “passief” gekoeld kan worden met buitenlucht. Tevens worden de ventilatiekasten voorzien van een warmte en koude element zodat de toegevoerde lucht “actief” verwarmd kan worden in de winter en “actief” gekoeld kan worden op zomerse dagen. De verwarming en koeling wordt opgewekt met een (lucht/water) warmtepomp. Er worden gebouwbeheersysteem met regelingen toegevoegd om de installatie vraag gestuurd te laten functioneren. Door deze aanpassingen wordt er enerzijds een energiebesparing gerealiseerd door een efficiënte ventilatie installatie toe te voegen en anderzijds wordt er een extra energiestroom toegevoegd (koeling) om het comfort te verhogen.

Door het toevoegen van de warmtepomp op het ventilatiesysteem ontstaat er een “hybride” verwarming systeem welke deels op bestaande gasketels en deels op de warmtepomp (elektriciteit) functioneert. Het voordeel van deze oplossing is dat de bestaande radiatoren gehandhaafd kunnen blijven, maar deze door de toevoeging van luchtverwarming op een lagere temperatuur gestookt worden en bovendien minder in bedrijf hoeven te komen waardoor er aanzienlijk bespaard wordt op het gasverbruik.

Als gevolg van de verschuiving van de energiedrager gas naar elektriciteit voor verwarming en de toevoeging van koeling dient in deze variant rekening gehouden te worden in het verzwaren van de elektriciteit aansluiting en het vervangen van de hoofdverdeelkast en transformator.

Tot slot zal de verlichting volledig vervangen worden, waarbij alle huidige verlichtingsarmaturen zullen worden vervangen door energiezuinige LED armaturen.

De aanpassingen in variant 2 resulteren in aanzienlijke besparingen van het energiegebruik en zorgen er tevens voor dat het binnenklimaat van het gebouw op de onderdelen luchtverversing, kwaliteit van de toevoerlucht, fijnstof, temperatuur in de winter, temperatuur in de zomer, individuele beïnvloeding, tocht, kunstlicht en installatiegeluid voldoet aan Frisse scholen klasse B.



Het vervangen van de installatiesystemen zonder het opwaarderen van de technische schil wordt alleen vanuit een korte termijn visie als logische variant beschouwd (< 10 jaar).

3.3 Variant 3: Opwaarderen thermische schil en vervangen installatiesystemen

In variant 3 worden de maatregelen als beschreven in variant 1 en variant 2 samengevoegd. Door het samenvoegen van de varianten ontstaat er inzicht in het effect van de gecombineerde maatregelen, vanuit een middellange termijn visie (10-20 jaar) is deze variant de meest voor de hand liggende variant.

3.4 Variant 4 : Opwaarderen thermische schil, vervangen installaties en 100% hernieuwbare energie

In variant 4 worden de gecombineerde maatregelen uit variant 1 en 2 verder aangevuld met een warmtepomp ter vervanging van de CV ketels en het plaatsen van een zonnestroom (PV) installatie voor de opwekking van alle benodigde energie voor de gebouw gebonden installaties. Met deze maatregelen is het gebouw “gasloos” en “ENG” (Energie Neutraal Gebouw)

Ten eerste zal een aantal zonnepanelen op het dak aangebracht worden. Het XXX heeft een dakoppervlak van bijna 5000 m² , waar een groot aantal zonnepanelen op geplaatst kan worden. Om een aandeel duurzame energie van 100% te halen ca. 2200 m² zonnepanelen nodig.

Tevens is het in deze variant noodzakelijk om over te stappen naar een “lage temperatuur afgiftesysteem” wat inhoud dat de bestaande radiatoren vervangen worden door een vloerverwarmingsstelsel.

Vervolgens dient een warmtepomp aangebracht te worden om de HR107-ketels te vervangen.

Variant 4 is alleen vanuit een lange termijnvisie (20-40 jaar) een goede keuze.

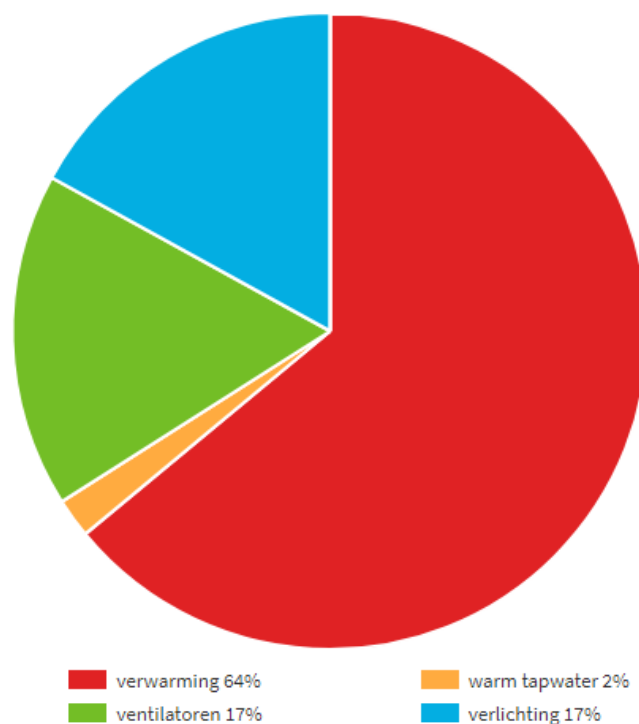


4 Onderzoekresultaten

4.1 Variant 0 - Huidige situatie

4.1.1 Energieprestatie:

Op basis van de bouwkundige en installatietechnische uitgangspunten wordt onderstaande energieverdeling aan het gebouw toegekend, zoals hieronder in Afbeelding 4.1 weergegeven. Hieruit valt in ieder geval op te maken dat de meeste energie gebruikt wordt voor verwarming. De ventilatie en het verlichtingsvermogen nemen daarnaast een groot deel van de totale primaire energievraag in. Het aandeel warmtapwater is beperkt. Er is ook nog een kleine energiestroom voor koeling, deze is echter kleiner dan 1% en wordt hierdoor niet weergegeven in onderstaande afbeelding.



Afbeelding 4.1 Output Uniec3-berekening 0. (huidige situatie)

Het invoeren van de installaties en bouwkundige gegevens als beschreven in hoofdstuk 2 resulteert in de volgende resultaten:

Tabel 4.1 Resultaten Uniec3 stap 0 (huidige situatie)

Verbruik elektra [kWh]	Verbruik gas [m ³]	Energielabel
570908	144823	C

De resultaten in tabel 4.1 zijn de berekende energiestromen voor de huidige situatie op basis van een gestandaardiseerd gebruik in een gemiddeld klimaatjaar. In de berekening zijn alleen de energiestromen berekend voor de gebouwgebonden installaties. De gebruikers gebonden apparatuur zoals PC's, monitoren, keukenapparatuur, machines e.d. is geen onderdeel van dit energiegebruik. In alle varianten wordt het energieverbruik op deze manier berekend om een goed vergelijk te kunnen maken.

4.1.2 Comfortprestatie:

Eveneens is op basis van de bouwkundige en installatietechnische uitgangspunten, aangevuld met de interne en externe warmtelast berekend wat de binnentemperaturen in het zomerseizoen zijn. De berekende temperaturen worden op basis van 2 grenswaarden weergegeven, te weten het totaal aantal uren dat de temperatuur boven 25°C en het totaal uren boven 28°C. voor een goed binnenklimaat worden maximaal 300 overschrijdingsuren boven de 25 graden en 0 uren boven de 28 graden gehanteerd. Tevens is voor de onderwijsfunctie berekend wat het CO2 gehalte is, in de tabel is weergegeven hoeveel uur de CO2 in de ruimte hoger is dan 950 ppm (950 ppm is frisse scholen klasse B)

Tabel 4.2 Resultaten van de studie naar de overschrijdingsuren en CO2 op functieniveau.

Naam	Temp. > 25°C [h]	Verbetering (%)	Temp. > 28°C [h]	Verbetering (%)	CO2 > Klasse B	Verbetering (%)
Onderwijsfunctie	659	-	281	-	603	-
Kantoorfunctie	742	-	345	-	Nvt.	-
Bijeenkomstfunctie	335	-	78	-	Nvt.	-

De resultaten in tabel 4.2 laten zien dat de overschrijdingen boven de 25 graden ruimschoots overschreden worden (300 is de max) tevens zijn er nog een aanzienlijk aantal uren boven de 28 graden te verwachten. Qua luchtkwaliteit is het niet veel beter, een groot deel van het jaar is de luchtkwaliteit matig. Aangezien de berekeningen uitgaan van correct functionerende ventilatie installaties zal de werkelijke situatie nog minder goed zijn. (zie opname rapport BBC bouwmanagement, ventilatie XXX d.d. 31 maart 2021)



4.2 Variant 1 – Opwaarderen thermische schil

4.2.1 Energieprestatie:

Het invoeren van de installaties en bouwkundige gegevens als beschreven in hoofdstuk 3, variant 1 resulteert in de volgende resultaten:

Tabel 4.3 Resultaten Uniec3 variant 1 (Opwaarderen thermische schil)

Verbruik elektra [kWh]	Verbruik gas [m ³]	Energielabel
572612	117398	B

Als er hogere isolatiewaarden worden toegepast zoals omschreven in hoofdstuk 3, variant 1+ resulteert in de volgende resultaten:

Tabel 4.3.1 Resultaten Uniec3 variant 1+ (hogere isolatiewaarden)

Verbruik elektra [kWh]	Verbruik gas [m ³]	Energielabel
572935	115798	B

Het jaarlijkse energiegebruik gas daalt in beide scenario's na het opwaarderen van de thermische schil met ongeveer 20%. Het elektra gebruik gaat in deze varianten iets omhoog, als resultaat van de extra benodigde koelenergie.

4.2.2 Comfortprestatie

Tabel 4.4 Resultaten van de studie naar de overschrijdingsuren en CO2 op functieniveau

Functie	Temp. > 25°C [h]	t.o.v. 0.- Basis (%)	Temp. > 28°C [h]	t.o.v. 0.- Basis (%)	CO2 > Klasse B	Verbetering (%)
Onderwijsfunctie	830	+26%	382	+36%	486	-20%
Kantoorfunctie	1008	+36%	532	+54%	n.v.t.	-
Bijeenkomstfunctie	409	+22%	103	+32%	n.v.t.	-

Het extra isoleren van het gebouw heeft ook een nadelig effect, door betere isolatie blijft in de zomer de warmte langer in het gebouw waardoor de comfortprestatie in het zomerseizoen verslechterd. De verslechtering ten opzichte van de binnentemperaturen in de huidige situatie staan in percentages weergegeven (tabel 4.4). Opvallend hierbij is dat zonder installatieaanpassingen toch de (gemiddelde) luchtkwaliteit verbeterd, dit komt doordat als het binnen te warm wordt mensen zullen handelen door het openzetten van ramen, dit zorgt naast verkoeling ook voor doorspoeling van de ruimte, de rekensoftware houdt rekening met dit gedrag.



4.3 Variant 2 – vervangen installaties

4.3.1 Energieprestatie:

Het invoeren van de installaties en bouwkundige gegevens als beschreven in hoofdstuk 3, variant 2 resulteert in de volgende resultaten:

Tabel 4.5 Resultaten Uniec3 variant 2 (vervangen installaties)

Verbruik elektra [kWh]	Verbruik gas [m ³]	Energielabel
243255	104410	A+

Het jaarlijkse energiegebruik van zowel gas als elektra wordt aanzienlijk lager dit komt doordat alle installaties welke vervangen worden vele malen energiezuiniger zijn en deze door het toevoegen van slimme regeltechniek ook nog efficiënter functioneren.

4.3.2 Comfortprestatie

Tabel 4.6 Resultaten van de studie naar de overschrijdingsuren en CO2 op functieniveau

Functie	Temp. > 25°C [h]	t.o.v. 0.- Basis (%)	Temp. > 28°C [h]	t.o.v. 0.- Basis (%)	CO2 > Klasse B	Verbetering (%)
Onderwijsfunctie	227	-66%	22	-92%	15	-98%
Kantoorfunctie	382	-49%	111	-68%		-
Bijeenkomstfunctie	47	-86%	0	-100%		-

In variant 2 worden, van alle varianten, de grootste stappen ten aanzien van het binnen comfort gemaakt, de verbetering ten opzichte van de huidige situatie zijn in percentage weergegeven. Voor de onderwijs functie en de bijeenkomstfunctie worden de (acceptabele) grenswaarden van maximaal 300 uur boven de 25 graden en 0 uur boven de 28 graden (nagenoeg) gehaald. De kantoorfunctie vraagt nog extra aandacht, in een volgende fase (van het ontwerp) dient hierop ingezoomd te worden. De 15 uur overschrijding welke overblijft boven de 950 ppm is verwaarloosbaar omdat dit waarden zijn van net boven de 950ppm.



4.4 Variant 3 – Opwaardering thermische schil en vervangen installaties

4.4.1 Energieprestatie

Door de implementatie van de maatregelen zal de energieverdeling er als volgt uitzien, zie Afbeelding 4.4 hieronder.

Tabel 4.7 Resultaten Uniec3 variant 3 (opwaarderen thermische schil + vervangen installaties)

Verbruik elektra [kWh]	Verbruik gas [m ³]	Energielabel
243942	72887	A++

Door de schilisolatie uit variant 1 en het vervangen van de installaties uit variant 2 samen te voegen ontstaat een halvering van de energiestromen uit de huidige situatie (variant 0) Het energielabel gaat in deze variant al naar A++ en dit is nog zonder PV panelen.

4.4.2 Comfortprestatie

Tabel 4.6 Resultaten van de studie naar de overschrijdingsuren en CO2 op functieniveau

Functie	Temp. > 25°C [h]	t.o.v. 0.- Basis (%)	Temp. > 28°C [h]	t.o.v. 0.- Basis (%)	CO2 > Klasse B	Verbetering (%)
Onderwijsfunctie	217	-67%	6	-98%	69	-89%
Kantoorfunctie	441	-41%	88	-75%		-
Bijeenkomstfunctie	44	-87%	0	-100%		-

Ook variant 3 laat zien dat de comfortprestaties aanzienlijk beter worden dan huidig, in deze variant op binnen temperaturen zelfs nog iets beter dan variant 2 ook hier geldt dat de kantoorfunctie nog extra aandacht nodig heeft. Ook de overschrijdingsuren (69 uur) zal in deze variant extra aandacht nodig hebben maar is goed oplosbaar in de volgende fase van het project.

4.5 Variant 4 – thermische schil, vervangen installaties, gasloos en energieneutraal

4.5.1 Energieprestatie

Door de implementatie van de maatregelen zal de energieverdeling er als volgt uitzien, zie Afbeelding 4.4 hieronder.

Tabel 4.7 Resultaten Uniec3 variant 3 (opwaarderen thermische schil + vervangen installaties)

Verbruik elektra [kWh]	Verbruik gas [m ³]	Energielabel
0	0	A+++++

Door in deze variant de gasketels te vervangen voor een warmtepomp is er geen gas meer nodig in het gebouw, het gasverbruik gaat daarmee in deze variant naar 0. De warmtepomp welke nu voor de ruimteverwarming (icm vloerverwarming) gaat zorgdragen heeft wel elektriciteit nodig om de energie uit de buitenlucht om te kunnen zetten in warmte. Initieel komen deze extra kWh bij de 243942 kWh uit variant 3, echter hebben we in deze variant de hoeveelheid PV panelen in de berekening toegevoegd welke nodig zijn om de volledige jaarlijkse energiebehoefte tot 0 te reduceren.

Het jaarlijks energieverbruik is hiermee nul, echter zullen er perioden in het jaar zijn (winter) dat er nauwelijks opbrengst is uit de PV panelen maar de energievraag hoog is. Voor deze perioden zal er toch energie uit het net ingekocht moeten worden. In de zomer is aanbod van energie uit de PV installatie veel hoger dan het energieverbruik van het gebouw en kan er terug geleverd worden. Helaas zijn de inkoop tarieven hoger dan de terug-leververgoeding en zal er toch een energierekening blijven.

Tevens zijn de energiestromen voor de gebruikersgebonden energie in deze rapportage buiten beschouwing gelaten ook deze energiestroom zal uit het net moeten worden ingekocht.

4.5.2 Comfortprestatie

De resultaten voor het comfort zijn in deze variant niet separaat doorgerekend omdat het toevoegen van de warmtepomp voor verwarming en PV panelen voor de opwekking van energie geen invloed hebben op het binnenklimaat.

Het afgiftesysteem is in deze variant aangepast van radiatoren naar vloerverwarming, voor de te behalen ruimtetemperaturen heeft deze wijziging geen effect, echter zal de vloerverwarming een veel egalere warmteafgifte geven wat in de beleving zal zorgen voor een aangamer binnenklimaat.

De comfortprestaties zullen voor deze variant overeenkomen met de tabel uit variant 3. Wat nog tot de mogelijkheden behoort is om de warmtepomp in het zomerseizoen in te zetten als aanvullende koeling, deze kan dan koude leveren in het vloerverwarmingsnet hierdoor het aantal overschrijdingsuren verder afnemen tot minder dan 150 boven de 25 graden, en 0 uren boven de 28 graden



5 Total Cost of Ownership (TCO) scenario's

In het vorige hoofdstuk zijn de verschillende stappen doorgenomen en is toegelicht wat de impact hiervan zal zijn op de energie- en comfortprestaties. In dit hoofdstuk worden de financiële implicaties van de verschillende scenario's naast elkaar gezet. Hiervoor zijn volgende gegevens gebruikt:

- Investeringsbedragen uit de kostenraming "Variant A Renoveren bestaand/sport slopen" d.d. 06-04-2022 van Vitruvius bouwkostenadvies (bijlage 15)
- Energieverbruik gas en elektra uit de EP-berekeningen. (bijlage 1 t/m 6)
- Onderhoudskosten uit Life Cycle Vision. (bijlage 8 t/m13)
- Energieprijzen elektra € 0,30/kWh, gas € 1,50/m³. (actuele inkoopprijs + energiebelasting)
- TCO berekening (bijlage 14)

In onderstaande Tabel 5.1 zijn de totale kosten van de verschillende varianten naast elkaar gezet.

Tabel 5.1 overzicht TCO variant 0, 1, 1+, 2, 3 en 4

Overzicht energie en onderhoudskosten per variant							
variant	energie kWh elektra per jaar	kosten Elektra per jaar (excl. BTW)	energie m ³ gas per jaar	kosten Gas per jaar (excl. BTW)	totaal energie kosten per jaar (excl. BTW)	E+W onderhoud per jaar (excl. vervanging en BTW)	jaarlijkse besparing t.o.v. huidig (excl. BTW)
0. huidig	570908,00	€ 171.272,40	144823,00	€ 217.234,50	€ 388.506,90	€ 27.799,00	€ 0,00
1. Upgrade schil naisolatie	572612,00	€ 171.783,60	117398,00	€ 176.097,00	€ 347.880,60	€ 27.799,00	€ 40.626,30
1. Upgrade schil +	572935,00	€ 171.880,50	115798,00	€ 173.697,00	€ 345.577,50	€ 27.799,00	€ 42.929,40
2. Upgrade installaties	243255,00	€ 72.976,50	104410,00	€ 156.615,00	€ 229.591,50	€ 31.633,00	€ 155.081,40
3. Upgrade totaal	243942,00	€ 73.182,60	72887,00	€ 109.330,50	€ 182.513,10	€ 31.633,00	€ 202.159,80
4. Upgrade totaal +WP+PV	0,00	€ 40.000,00	0,00	€ 0,00	€ 40.000,00	€ 35.202,00	€ 341.103,90

De onderhoudskosten zijn voor alle varianten benaderd vanuit een "nieuw" situatie om hier voor de variant 0 (huidig) te komen zal eerst een inhaalslag op het achterstallig onderhoud gedaan moeten worden.

Bij variant 4 is het rekenkundig jaarverbruik van de installaties 0 (nul) in de praktijk zal er in de zomersituatie een overschot aan energie zijn en in de wintersituatie een tekort, omdat er op een grootverbruik aansluiting niet gesaldeerd kan/mag worden zal er toch energie uit het net gekocht moeten worden. In de tabel hebben wij voor deze "seizoen onbalans" een bedrag van € 40.000,-- opgenomen.



De investeringsbedragen in de kostenraming van Vitruvius zijn bedragen welke enerzijds ten gunste komen van een lager energieverbruik en anderzijds ten gunste van een beter binnenklimaat. In onderstaande tabel hebben wij deze prijzen globaal gesplitst in een deelinvestering voor energiebesparende maatregelen en deelinvestering voor maatregelen voor een beter binnenklimaat. Voor bepaalde maatregelen (zoals ventilatie) hebben we 50% van de investering meegenomen bij energiemaatregel en 50% bij investering binnenklimaat. Op basis van de investering voor energiemaatregelen kunnen we in de combinatie met de jaarlijkse besparing t.o.v. huidig (uit tabel 5.1) een terugverdientijd bepalen. Voor de investeringen in comfort is dit niet mogelijk.

In onderstaande Tabel 5.2 zijn de gesplitste kosten van de verschillende varianten naast elkaar gezet.

Tabel 5.2 Investeringsoverzicht variant 0, 1, 1+, 2, 3 en 4

Investeringskosten Variant A: renoveren bestaand/sport slopen Exclusief BTW			
variant	investering energiemaatregel en inclusief 30% indirecte kosten	enkelvoudige terugverdientijd op energie-maatregelen	investeringen binnenklimaat inclusief 30% indirecte kosten
0. huidig	€ 0,00		
1. Upgrade schil naisolatie	€ 779.519,00	17,95	€ 0,00
1. Upgrade schil +	€ 1.494.593,10	32,56	€ 0,00
2. Upgrade installaties	€ 1.970.201,35	12,37	€ 1.453.714,60
3. Upgrade totaal	€ 2.749.720,35	13,12	€ 1.453.714,60
4. Upgrade totaal +WP+PV	€ 4.004.616,85	10,11	€ 1.453.714,60

In de investeringskosten zijn bij variant 0 en 1 geen investeringskosten meegenomen. In feite zouden hier de kosten opgenomen moeten worden welke in de MJOP berekeningen voor de eerst komende 10 jaar nodig zijn nodig zijn om het gebouw operationeel te houden. Indien hier een bedrag ingevuld wordt zal de terugverdientijd voor de varianten 2 t/m 4 korter worden.



6 Conclusies en aanbevelingen

6.1 Algehele conclusie

Zoals in de introductie wordt benoemd is een van de voornaamste doelen om te onderzoeken of het gebouw kan blijven voldoen aan de wensen van de gebruikers en tegelijkertijd aan de toenemende eisen omtrent de energieprestatie- en comforteisen van gebouwen. Dit onderzoek laat zien dat het mogelijk is om de energieprestatie van het schoolgebouw ONC te optimaliseren en hiermee te voldoen aan de toekomstige regelgeving van 2030. In Variant 4 gaat het gebouw zelfs naar een energielabel van A+++++, is het energie neutraal en voldoet het ruimschoots aan de “Paris proof”-normstelling in 2050. Ook in het binnenklimaat worden forse stappen gezet en kan het gebouw, vanaf variant 2, op de meeste aspecten voldoen aan frisse scholen klasse B, waaronder energie, lucht, temperatuur en licht

Een van de basisbeginselen van dit onderzoek is dat er een flinke optimalisatie benodigd is van de thermische schil. Zoals eerder aangegeven dient onderzocht te worden of het mogelijk is om de bestaande spouw na te isoleren. Het valt dan ook sterk aan te bevelen van start te gaan met het onderzoek naar de haalbaarheid van deze oplossing omdat hier – indien na-isolatie niet mogelijk is – keuzes gemaakt moeten worden voor het isoleren aan de buitenkant (met nieuwe gevelbekleding) of binnenzijde (met afwerking en vraagstuk handhaving radiatoren)

Uit de rekenresultaten blijkt dat een hogere isolatiewaarde dan $R_c 2,0 \text{ m}^2\text{K/W}$ niet perse noodzakelijk is, maar dat dit een goede toevoeging is als er toch aan de buiten of binnenzijde geïsoleerd gaat worden.

Tevens is alvast gekeken of er voldoende ruimte aanwezig is voor de grotere nieuwe installatiecomponenten. De nieuwe luchtbehandelingskasten de warmtepompen zou geplaatst kunnen worden op het dak van het 3-laags gebouw (op de zelfde plek als de huidige kasten) De nieuwe luchtbehandelingskast voor de techniekvleugel zou geplaatst moeten worden op het dak van de techniekvleugel. Het lastigste zal zijn om het benodigd aantal PV panelen om het gebouw energieneutraal te krijgen op het bestaande dak kwijt te kunnen. Mogelijk zal hiervan een deel op de (nieuwe) gymzalen of op het dak van de nieuwe entree geplaatst moeten worden. De warmtepomp(en), welke in variant 4 de CV ketels vervangen, zouden op het terrein geplaatst kunnen worden. Mogelijk zou hiervoor ook de techniekruimte op de 3^{de} verdieping gebruikt kunnen worden, maar hiervoor dient onderzocht te worden of dit constructief en geluidstechnisch haalbaar is.

Voor het verder uitwerken van het installatietechnisch ontwerp, keuze van de grotere installatiecomponenten en de dimensionering van de kanalen en het leidingwerk dient in een vervolg fase een verdiepingsslag gemaakt te worden.

Vanuit de overheid wordt gewerkt aan een nieuwe subsidie voor het verduurzamen van maatschappelijk vastgoed, deze subsidie is ook van toepassing op onderwijsgebouwen. De subsidie bedraagt 30% van de investeringskosten in integrale verduurzaming met een energielabel of certificering BREEAM of GPR. De regeling is nog niet formeel gepubliceerd, wel is er een conceptregeling bekend gemaakt. Voor meer informatie over de conceptregeling: [Investeringsubsidie voor het verduurzamen van maatschappelijk vastgoed - Van Draeckeburgh \(vdsf.nl\)](https://www.vdsf.nl/investeringsubsidie-voor-het-verduurzamen-van-maatschappelijk-vastgoed)



7 Bijlagen

- Bijlage 1 Uniec3 variant 0 huidige situatie
- Bijlage 2 Uniec3 variant 1 upgrade schil
- Bijlage 3 Uniec3 variant 1+ upgrade schil plus
- Bijlage 4 Uniec3 variant 2 upgrade installaties
- Bijlage 5 Uniec3 variant 3 upgrade totaal
- Bijlage 6 Uniec3 variant 4 upgrade totaal + WP + PV
- Bijlage 7 XXX Resultaten gebouwsimulatie
- Bijlage 8 Onderhoud E LCC huidige situatie
- Bijlage 9 Onderhoud W LCC huidige situatie
- Bijlage 10 Onderhoud E LCC variant 3
- Bijlage 11 Onderhoud W LCC variant 3
- Bijlage 12 Onderhoud E LCC variant 4
- Bijlage 13 Onderhoud W LCC variant 4
- Bijlage 14 TCO berekening 10-05
- Bijlage 15 XXX variant A nw sport v2 CONCEPT





CREATE. MORE. IMPACT.

