

Bijlage 8.3.4 Energie-audit

ERFGOED-ENERGIEAUDIT KASTEEL SELSAETEN TE WOMMELGEM (PROV. ANTWERPEN)



ABO Energieaudit onroerend erfgoed

Rapport opgemaakt door: Nicolas De Vriendt & Evelien Dirix



Mevrouwhofstraat 1b

B-3511 Hasselt

maart 2022

Dossiernr. 32185

COLOFON

Titel

Erfgoed-energieaudit Kasteel Selsaeten te Wommelgem (prov. Antwerpen)

Auteur

Nicolas De Vriendt & Evelien Dirix

Projectnummer

32185 (intern)

Plaats en datum

Gent, maart 2022

Reeks en nummer

ABO Energieaudit onroerend erfgoed

ISSN 2406-3940

INHOUD

0	Inleiding.....	4
0.1	<i>Administratieve gegevens.....</i>	4
0.2	<i>Verantwoording.....</i>	4
0.3	<i>Wettelijk kader</i>	5
0.4	<i>Methodologie</i>	6
0.5	<i>Korte historiek.....</i>	7
1	Analyse van bestaande energie-efficiëntie van het gebouw en de energieverliezen.....	10
1.1	<i>Jaarlijks energieverbruik</i>	10
1.2	<i>Evolutie energieverbruik</i>	11
2	Energiebesparende maatregelen	15
2.1	<i>Algemeen.....</i>	15
2.2	<i>Bouwfysische maatregelen.....</i>	16
2.3	<i>Installatietechnische maatregelen</i>	25
2.4	<i>REG-maatregelen.....</i>	32
2.5	<i>Gebruikers.....</i>	34
3	Haalbaarheid energievoorstellen t.o.v. de erfgoedwaarden	36
3.1	<i>Bouwfysische maatregelen.....</i>	36
3.2	<i>Installatie-technische maatregelen</i>	55
3.3	<i>REG-maatregelen.....</i>	56
4	Aanbevolen energiebesparende maatregelen voor onroerend erfgoed	57
4.1	<i>Maatregelen die energetisch interessant zijn en geen inbreuk doen op de erfgoedwaarde.....</i>	59
4.2	<i>Maatregelen die energetisch rendabel zijn, geen inbreuk doen op de erfgoedwaarde maar praktisch niet haalbaar zijn</i>	59
4.3	<i>Maatregelen die energetisch rendabel zijn maar inbreuk doen op de erfgoedwaarde.....</i>	60
4.4	<i>Maatregelen die energetisch niet rendabel zijn</i>	60
5	Bibliografie	61

O INLEIDING

0.1 ADMINISTRATIEVE GEGEVENS

Projectcode 32185	
ISSN-nummer	2406-3940
Gediplomeerd bouwhistoricus	Evelien Dirix
Gediplomeerde energiedeskundige	Nicolas De Vriendt
Naam en adres projectgebied	Kasteel Selsaeten
	Selsaetenstraat 50B 2160 Wommelgem
Kadaster	Wommelgem Wommelgem sct. C perceel 11052C0030/00L000
Onderzoekstermijn	November 2021 - maart 2022

0.2 VERANTWOORDING

Dit rapport omvat een energieaudit met beperkte bouwhistorische analyse van Kasteel Selsaeten aan Selsaetenstraat 50B te Wommelgem. Opdrachtgever van het rapport is de huidige eigenaar. Deze nota heeft tot doel een beknopte waardebeoordeling te geven van de huidige toestand van het pand en zo de mogelijkheden tot aanpassing of de noodzaak tot behoud aan te geven in het kader van energieaanpassingen.

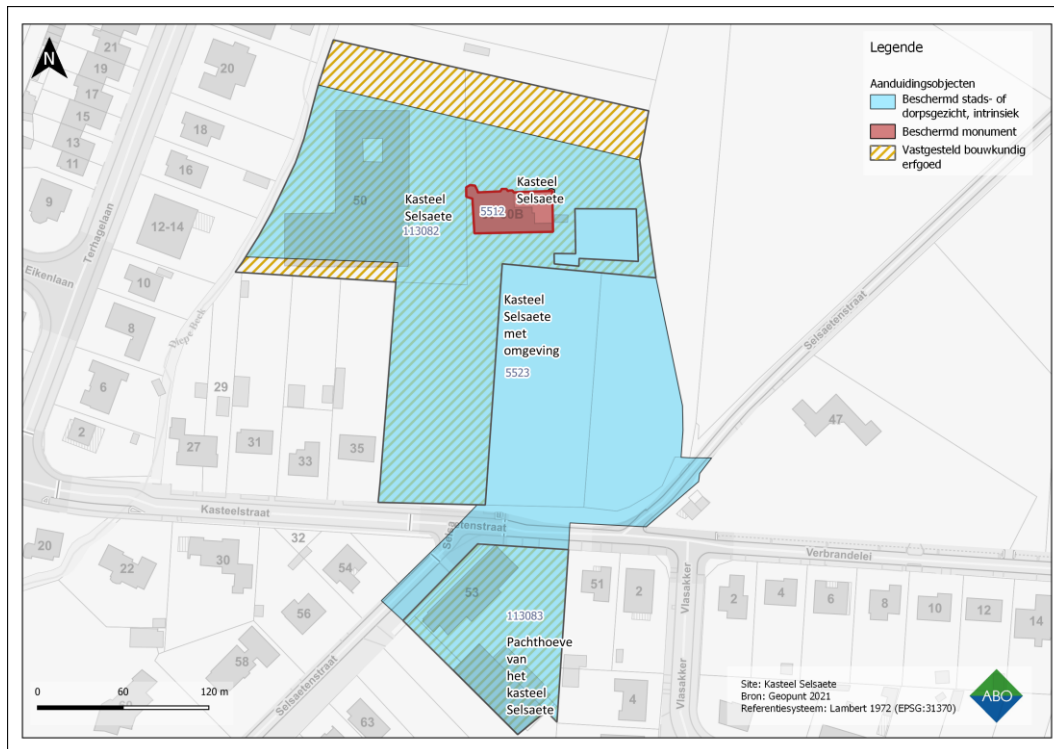
De opmaak van het noodzakelijke erfgoed-energieaudit werd toegewezen aan ABO nv en werd uitgevoerd in november 2021 – februari 2022.



Figuur 1: Luchtfoto met weergave van het projectgebied (Bron: Geopunt, 2021).

0.3 WETTELIJK KADER

Kasteel Selsaeten of 'Verbrand Hof' is een site aan de Kasteelstraat en Selsaetenstraat in Wommelgem. De site is gekend sinds de 11^{de} eeuw als een omweld domein. Het huidige kasteel is naar het ontwerp van architect Jaak Alfons Van der Gucht. Het is in 1897 opgetrokken als een gedeeltelijke nieuwbouw in neo-Vlaamse renaissance in opdracht van Graaf G. Agie de Selsaeten.



Figuur 2: GRB-basiskaart met alle erfgoedobjecten (Bron: Geopunt/AOE, 2021).

Het kasteel is sinds november 1981 beschermd als monument en als beschermd dorpsgezicht en sinds maart 2019 als vastgesteld bouwkundig erfgoed. De Inventaris Onroerend Erfgoed beschrijft het kasteel en de site in 1981 als volgt:

Kasteel heden bejaardentehuis. Dit landgoed behoorde in de 11^{de}- 12^{de} eeuw toe aan de Sint-Michielsabdij, later in handen van particulieren, onder meer van de familie Affaytadi (van 1535 tot 1807). In het tweede kwart van de 16^{de} eeuw werd het kasteel herbouwd, afgebrand tijdens de plundertochten van Maarten van Rossem (1542, vandaar naam Verbrand Hof) en vervolgens herbouwd. Huidig gebouw van 1897 naar ontwerp van Jaak Alfons Van der Gucht in opdracht van graaf G. Agie de Selsaeten.

Rechthoekig kasteel in neo-Vlaamserenaissance-stijl met resten van de vroegere omwalling; in de tuin zijn nieuwe paviljoenen opgetrokken. Bakstenen gebouw van zes + vijf traveeën en twee bouwlagen onder afgeknot tentdak (leien) met dakkapellen en schouwen; vier markante hoektorens onder leien spits: drie arkeltorens en een achzijdige noordwestelijke slottoren (16^{de}-eeuws ?) van drie geledingen. Verankerde lijstgevels met natuurstenen banden, kordon, steigergaten, kruis- en kloosterkozijnen. In de toren, spitsboogramen (zie kapel der Affaytadi) en rechthoekige vensters onder uitspringende latei.

Iets rijker uitgewerkte zuidelijke voorgevel: tweede en vijfde travee uitlopend in dakvensters onder puntgeveltjes met topstukken en bolornamenten; borstweringen met panelen (bloemmotieven). Geprofileerde rondboogdeur (tweede travee) naar renaissancepatroon, flankerende zware driekwartnilen met hoge sokkel en klassiek hoofdgestel waarop

bolornamenten; schijven in de zwikken; houten vleugel deur met sierlijk bovenlicht. Eenvoudigere en smallere rondboog deur in vijfde travee. Recenter aanbouwsel aan oostzijde.

In de 16de-eeuwse toren: zogenaamd kapel der Affaytadi, neogotische kapel van 1875 zie spitsboogvormige gedenksteen in nis; naar ontwerp van Baron(de)Bethune. Gepolychromeerde toegangsdeur, achzijdig gepolychromeerd houten ribgewelfje op consoles, neogotische lambrisering. Eenvoudig gepolychromeerd altaar met Onze-Lieve-Vrouwebeeldje en spitsboogschrijn met luikjes.¹

Het historische karakter van het kasteel was de belangrijkste motivator voor de bescherming tot monument en beschermd dorpsgezicht in 1981, ondanks de notie van 'nieuwbouw'.

Dit gebouw werd opgericht in 1897 op de plaats van een ouder gebouw. Het geheel vertoont kenmerken van de neo vlaamse renaissancestijl maar ken moeilijk als een monument van hoge kwaliteit worden bestempeld. Het is een laat voorbeeld van deze stijlrichting. Bovendien wordt het origineel karakter sterk aangetast door inwendige verbouwingen en aanpassingen en storende bijbouwselen. Verder is het uitzicht van de ruimere omgeving sterk verminkt door verkavelingen en nieuwbouw. Weliswaas heeft het gebouw een zekere waarde als volume en als herkenningspunt in de gemeente. Het mag dan echter niet op zichzelf beschouwd worden maar moet gezien worden in het kader van zijn onmiddellijke omgeving.

De Rijksdienst voor Monumenten- en Landschapszorg is van oordeel dat het Selsaetenhof en omgeving verdienen behouden te blijven als dorpsgezicht omwille van esthetische waarde.

0.4 METHODOLOGIE

0.4.1 ENERGIEAUDIT

Deze audit heeft als doel opportuniteiten inzake energie-efficiëntie te onderzoeken en te stimuleren om effectief te investeren in REG-maatregelen, zowel met betrekking tot het reduceren van de gebouwgebonden energievraag. In samenspraak met de betrokken partij worden potentiële investeringen in hernieuwbare energie onderzocht en gestimuleerd om een haalbare potentiële CO₂-uitstootreductie te behalen.

Het verslag behandelt de verschillende potentiële investeringen enerzijds op technisch vlak anderzijds via een investeringsanalyse subsidies indachtig. Het laatste hoofdstuk geeft een overzicht weer van alle investeringsanalyses met aanduiding van de meest prioritaire quickwins en de interessante besparingen op zowel middellange als lange termijn.

0.4.2 ERFGOEDELEMENTEN

Dit onderzoek heeft tot doel een beknopte waardebepaling te geven van de erfgoedwaarden van het pand, zowel interieur als exterieur. Er wordt een onderzoek *in situ* uitgevoerd met beperkt (bouw)historisch onderzoek.

In dit rapport zal eerst een beknopte historiek gegeven worden. Op basis van de (bouw)historische studie en het onderzoek ter plaatse zal een algemene maar ook specifiekere waardebepaling opgesteld worden van specifieke elementen.

¹ Agentschap Onroerend Erfgoed, 'Kasteel Selsaeten'.

In een tweede fase zal een impactanalyse van de geplande energetische ingrepen op de erfgoedwaarden, -kenmerken en elementen uitgewerkt worden.

0.4.3 OVERZICHT ENERGIEAUDIT ONROEREND ERFGOED

Een energieaudit onroerend erfgoed verloopt in 4 stappen. De hoofdstukken in dit rapport zijn opgebouwd volgens deze stappen die opgesteld zijn door het agentschap onroerend erfgoed:

stap 1: analyse van de bestaande energie-efficiëntie van het gebouw en de energieverliezen

stap 2: maatregelen om het gebouw beter te isoleren en energie te besparen

stap 3: bepalen van de haalbaarheid van de aanbevelingen door:

- een omschrijving van de erfgoedwaarden, -kenmerken en -elementen van het gebouw
- een impactanalyse van de ingrepen op de erfgoedwaarden, -kenmerken en elementen
- een risicoanalyse van de ingrepen op de bestaande constructie (gewijzigd dauwpunt, kans op condensatie, koudebruggen, ...)
- kostenbatenanalyse van de ingrepen

stap 4: gemotiveerde keuze van energiebesparende maatregelen die de erfgoedwaarden en de bestaande constructie niet schaden

0.5 KORTE HISTORIEK

De kasteelsite was reeds in gebruik vanaf met zekerheid de 12^{de} eeuw. In deze woelige periode, veranderde het eigendomschap niet minder dan vijfmaal. Opeenvolgend was Goscelinus Hirci, Amebricius (na aankoop) en Alscanus, deken van Broechem (door erfenis), eigenaar van de site. Vanaf 1146 komt het op het eigendomslijstje van de thans verdwenen Sint-Michielsabdij van Antwerpen. In 1155 kocht Jan van Berchem de site aan voor '5 marken'. De familie van Berchem behield het kasteel tot 1535. In 1394 werd bijvoorbeeld Willem van Berchem, heer van Malle, vermeld en in 1440 zijn kleinzoon Jan van Berchem. Joannes Carolus d'Affaytady kocht op 29 december 1535 het kasteel aan en herbouwde het in een zogenaamde 'Toscaanse stijl'. Carolys d'Affaytady overleed op 24 december 1555 maar werd opgevolgd door een van zijn 6 kinderen. De familie d'Affaytady behield het landgoed tot 1807.



Figuur 3: Schets van Kasteel Selsaeten, s.d.

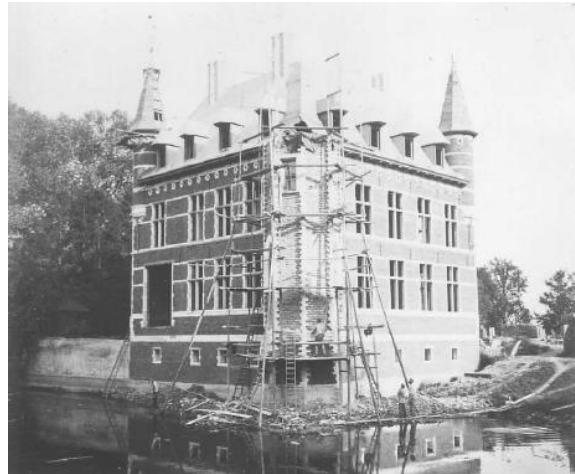


Figuur 4: Ferrariskaart van ca. 1777 van 'Cha(teau) Brulé'

Joannes Willem Le Grelle verwierf het kasteel op 17 november 1807. Hieropvolgend ging de site in erfpacht over op nakomelingen Theodoor de Cock-Adelaida Le Grelle en Gustaaf Agie de Selsaeten-de Cock. Deze laatste herbouwde en vergrootte het kasteel in 1897 in een Vlaamse neo-renaïssancestijl naar het ontwerp van bouwmeester August Van der Gucht.



Figuur 5: Foto van net voor 1897



Figuur 6: Foto van tijdens de werken van 1897

Het domein ging op 29 juli 1910 naar beide kinderen na het overlijden van Gustaaf Agie de Selsaeten. De laatste nazaat van Agie de Selsaeten die het kasteel bezat en er woonde, stierf in 1960. Reeds in 1950 werd de vereniging 'Nieuw Leven' opgericht. De vereniging zorgde voor een tehuis voor jeugd in het kasteel. De jongens hadden slaapkamers op de bovenste verdieping. Zij werden in de stad of bij tuinbouwers in de buurt tewerkgesteld of kregen een vak aangeleerd.²



Figuur 7: Foto rond 1960, voor de restauratie

In 1978 werd het gebouw aangekocht door een private investeerder. In eerste instantie voerde men een restauratiefase uit aangezien het gebouw in een bijna verwaarloosde staat was. Een van de belangrijkste ingrepen was het vervangen van het dak door kunstleien. Hierdoor verdwenen de originele

² Sledsens, *Wommelgem door de eeuwen heen. Tweede bijdrage tot de geschiedenis van Wommelgem*, 99.

8 dakramen. Het dak van de 8 hoekige toren werd vernieuwd na ernstige stormschade. Het nieuwe dak is minder gedetailleerd dan voorheen.

Op 20/11/1981 wordt kasteel Selsaeten en aanhorigheden beschermd als monument en dorpsgezicht. De rijksdienst voor monumenten en landschapszorg is van oordeel dat gebouw en omgeving verdienen beschermd te worden als dorpsgezicht omwille van de esthetische waarde. *“Het geheel vertoont kenmerken van de neo-Vlaamse Renaissance maar kan moeilijk als een monument van hoge kwaliteit worden bestempeld. Het kasteel is een laat voorbeeld van de stijlrichting. Bovendien wordt het origineel karakter sterk aangetast door inwendige verbouwingen en aanpassingen en storende bijbouwswelen. Verder is het uitzicht van de ruimere omgeving sterk verminkt door verkavelingen en nieuwbouw. Weliswaar heeft het gebouw een zekere waarde als volume en herkenningspunt in de gemeente. Het mag dan echter niet op zichzelf beschouwd worden maar moet gezien worden in het kader van zijn onmiddellijke omgeving.”*

Familie Van den Brande is eigenaar van het kasteel sinds 1999. Op 26 augustus 2010 wordt een bouwaanvraag ingediend door Wenimo N.v., heden Palymra Brands nv, waarmee gevraagd wordt het kasteel te restaureren en te herbestemmen naar kantoren en ruimten voor ceremoniële functies. De vergunning voor deze aanvraag wordt verleend door het College van Burgemeester en Schepenen van de Gemeente Wommelgem in zitting van 06 december 2010. Het agentschap onroerend erfgoed Antwerpen geeft vergunning voor de aangevraagde werken op 07/07/2011 (kenmerk: 4.002/10000/D557.10). Anno 2022 is het kasteel en de site nog steeds in eigendom van familie Van den Brande.³

³ Gervais, 'Bouwhistorische nota, Kasteel Selsaeten'.

1 ANALYSE VAN BESTAANDE ENERGIE-EFFICIËNTIE VAN HET GEBOUW EN DE ENERGIEVERLIEZEN

1.1 JAARLIJKS ENERGIEVERBRUIK

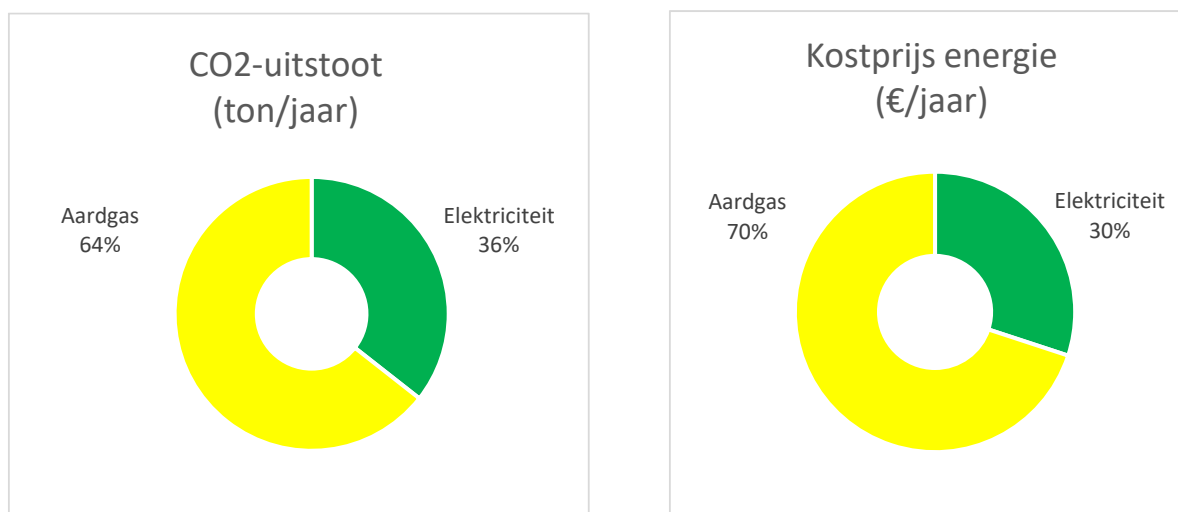
Het jaarlijks energieverbruik ziet er als volgt uit:

Jaarlijks energieverbruik					
Orelia Kasteel Selsaete	Prijs (ct/kWh)	Verbruik (kWh/jaar)	Kostprijs energie (€/jaar)	CO ₂ uitstoot (kg/kWh)	CO ₂ -uitstoot (ton/jaar)
Elektriciteit	22,00	28.874,00	6.352,28	0,260	1,65
Aardgas	10,50	140.861,71	14.790,48	0,202	2,99
Totaal primair		199.383	21.143		4,64

Tabel 1: jaarlijks energieverbruik

In de onderstaande grafieken wordt de verdeling in kostprijs en CO₂-uitstoot gemaakt tussen aardgas en elektriciteit. De grootste kost is het aardgasverbruik met 64% van de huidige totale energiekost voor het kasteel in Selsaeten.

Op basis van deze actuele kosten wordt verder het rendement van de energiebesparende maatregelen berekend.



Figuur 8: jaarlijkse kostprijs energie en co₂-uitstoot voor elektriciteit en gas

1.2 EVOLUTIE ENERGIEVERBRUIK

1.2.1 AARDGAS

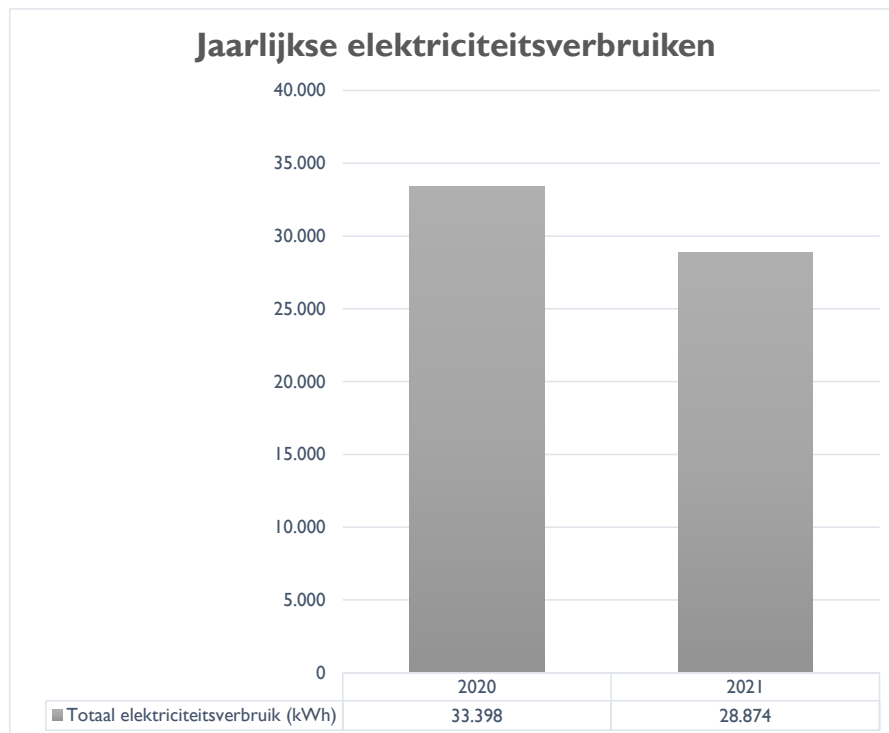
We beschikken over het maandelijks aardgasverbruik van 2020. Er zijn geen andere gegevens beschikbaar waardoor de evolutie in het jaarlijkse aardgasverbruik niet te beoordelen is.

1.2.2 ELEKTRICITEIT

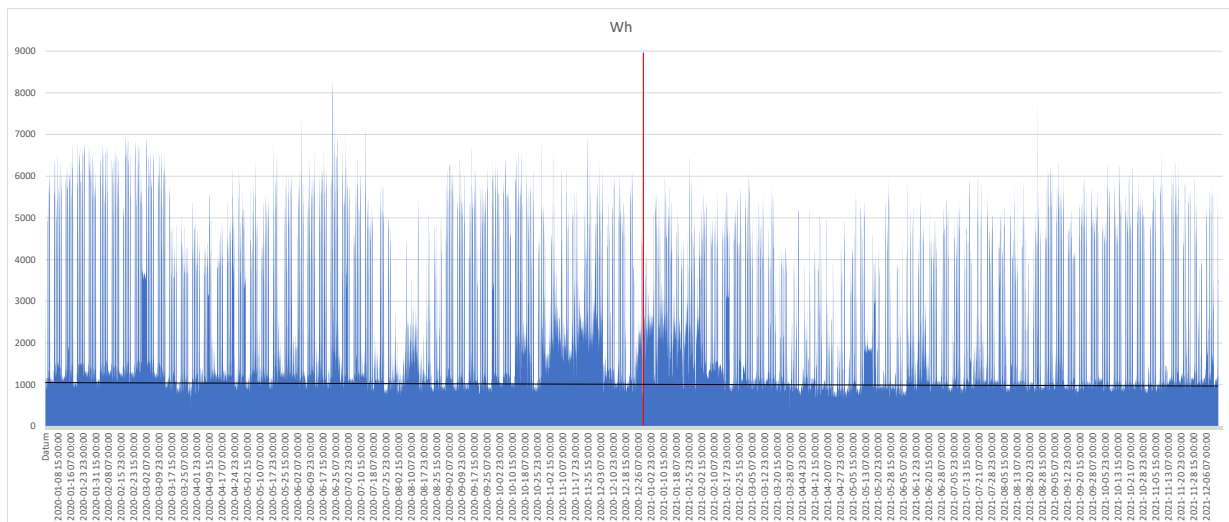
We beschikken over:

- de jaarlijkse verbruiksgegevens van 2020-2021

Onderstaande figuur geeft de evolutie van het elektriciteitsverbruik weer. Het elektriciteitsverbruik in 2021 is met 16% gedaald. **Figuur 10** geeft een overzicht van de uurdata van het elektriciteitsverbruik. De rode lijn geeft de start van 2021 weer. Er is een basislast van ongeveer 1.000 Wh. Er is een verschil te zien tussen beide jaren die het gedaalde verbruik in 2021 verklaren. De pieken in het verbruik van 2020 liggen vaak hoger dan in 2021. Het is opvallend dat in de periode van november 2020 de basislast tot 2.000 Wh ging en dat de basislast ook hoger bleef in de weekends. In januari 2021 was er ook zo'n periode maar daalde het verbruik wel in de weekends. Er is geen eenduidige verklaring waarom het verbruik in die periodes zo hoog was aangezien er geen opmerkelijke handelingen werden uitgevoerd tijdens die momenten.



Figuur 9: Elektriciteitsverbruik 2020 – 2021



Figuur 10: Elektriciteitsverbruik 2020 - 2021

1.2.3 ISOLATIEGRAAD EN WARMTEVERLIEZEN

Om een idee te hebben in welke mate een scheidingsconstructie warmte doorlaat, dient de U-waarde of warmtedoorgangscoefficient van het constructiedeel bepaald te worden. De U-waarde drukt uit hoeveel warmte per seconde, per m² en per graad temperatuurverschil tussen de ene en de andere zijde doorgelaten wordt. Deze waarde geeft de mate van isolatie van het constructiedeel aan. Bij een hoge U-waarde kan gesteld worden dat het een slecht geïsoleerde wand betreft. De eenheid voor de U-waarde is W/(m².K). Om een maat van warmtedoorgang te bepalen, wordt de opbouw van de bouwdelen uitgelicht. Ieder materiaal heeft zijn eigen thermische geleidbaarheid of warmtegeleidingscoefficient (λ-waarde) die aangeeft hoe goed het materiaal de warmte in één bepaalde richting geleidt. De warmteweerstand van een bouwlaag wordt berekend door de materiaaldikte (in meter) te delen door de λ-waarde.

Aan de hand van de oppervlakte van de verschillende constructiedelen, de huidige U-waarde en het temperatuurverschil in extremis tussen de binnen- en buitenomgeving (T°-verschil) worden de transmissieverliezen bepaald. Het warmteverlies door natuurlijke in- en exfiltratie van lucht van een gebouw kan berekend worden aan de hand van het verwarmd volume, het T°-verschil en het ventilatievoud. Deze verliezen worden doorgaans de infiltratieverliezen genoemd. Bij mechanische ventilatie van het gebouw wordt er doorgaans ook rekening gehouden met de zogenaamde ventilatieverliezen. De som van de transmissieverliezen, infiltratieverliezen en ventilatieverliezen geeft het totale warmteverlies van het gebouw.

Sinds de invoering van de EPB-regelgeving in 2006 zijn er voor nieuwbouw wettelijke vereisten naar deze U-waarden; deze worden ook regelmatig verscherpt. Hoewel bestaande gebouwen veelal niet voldoen aan deze vereisten, wordt er toch getracht bij een grondige renovatie deze U-waarden te benaderen. Deze normen zijn immers een gevolg van het zoeken naar een economisch optimum, waarbij men tot een hoger comfortgevoel voor de gebruikers van het gebouw komt en een aanzienlijke besparing op de energiekost realiseert.

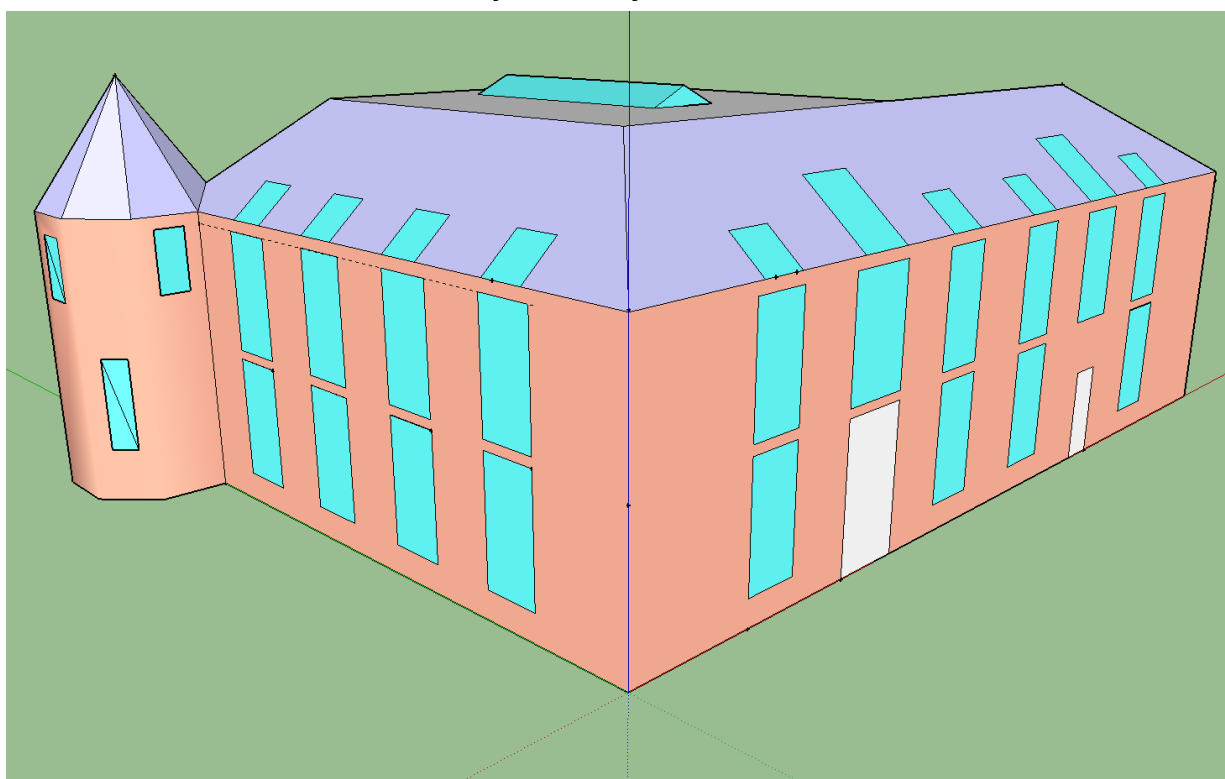
Onderstaande tabel geeft, naast de verschillende warmteverliezen, een overzicht van de U-waarden van de verschillende constructiedelen. In de vierde kolom wordt de wettelijke eis (www.energiesparen.be) volgens de EPB-regelgeving weergegeven. Deze eisen gelden voor verbouwde en nieuwe delen en dateren van 1 januari 2018. Na vergelijking van de verschillende waarden kan er geconcludeerd worden

dat het gebouw slecht scoort ten opzichte van de huidige regelgeving. In de volgende paragrafen bespreken we kort de isolerende eigenschappen van de verschillende schildelen.

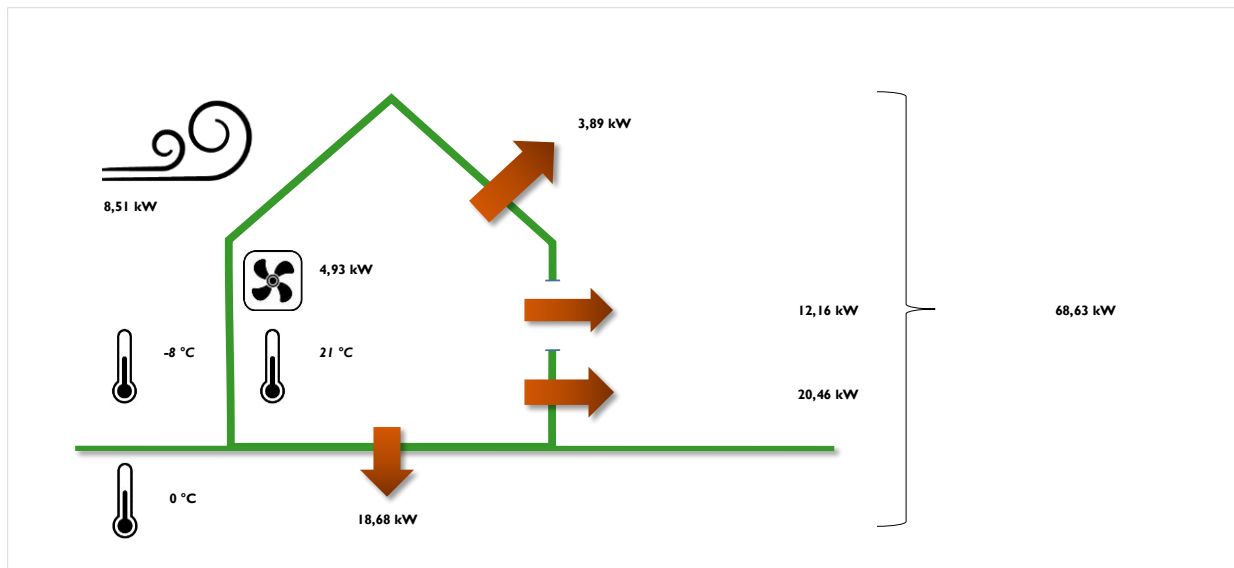
Voor de berekenen van de maatregelen zijn de EPB-eisen gebruikt als streefwaarden. Naargelang de aard van de werken zijn er voor de opgelegde EPB-eisen afwijkingen of automatische vrijstellingen voor beschermde monumenten, bestaande gebouwen in een beschermd cultuurhistorisch landschap, stads- of dorpsgezicht en gebouwen opgenomen in de vastgestelde inventaris van onroerend erfgoed. Meer informatie kan teruggevonden worden op www.onroenderfgoed.be/energieprestatieregelgeving-epb.

Transmissieverliezen								
Gebouwelementen	Oppervlakte (m²)	Huidige U-waarde (W/m²K)	U-waarde Wettelijke eis (W/m²K)	Temp. binnen (°C)	Temp. buiten (°C)	Temperatuursverschil ΔT (°)	Verlies (kW)	Percentage
Buitengevel	422,4	1,67	0,24	21	-8	29	20,5	30%
Plat dak	90,7	0,39	0,24	21	-8	29	1,0	2%
Hellend dak	248,9	0,39	0,24	21	-8	29	2,8	4%
Vloer boven kelder	307,8	2,89	0,24	21	0	21	18,7	27%
Ramen gelijksvloer	61,1	2,81	1,50	21	-8	29	5,0	7%
Ramen verdieping 1 en 2	103,2	1,70	1,50	21	-8	29	5,1	7%
Ramen kapel	2,6	4,84	1,50	21	-8	29	0,4	1%
Deuren	11,9	5,00	2,00	21	-8	29	1,7	3%
Ventilatieverliezen								
Mechanische ventilatie	Volume (m³)			Debiet (m³/h)		Temperatuursverschil ΔT (°)	Verlies (kW)	Percentage
Warmteverlies door mechanische ventilatie	2.878			500		29	4,9	7%
Natuurlijke ventilatie	Volume (m³)			Ventilatievoud		Temperatuursverschil ΔT (°)	Verlies (kW)	Percentage
Warmteverlies door in- en exfiltratie	2.878			0,3		29	8,5	12%
Totaal transmissieverliezen (kW)							55,2	80%
Totaal ventilatieverliezen (kW)							13,4	20%
Totaal warmteverlies (kW)							68,6	100%

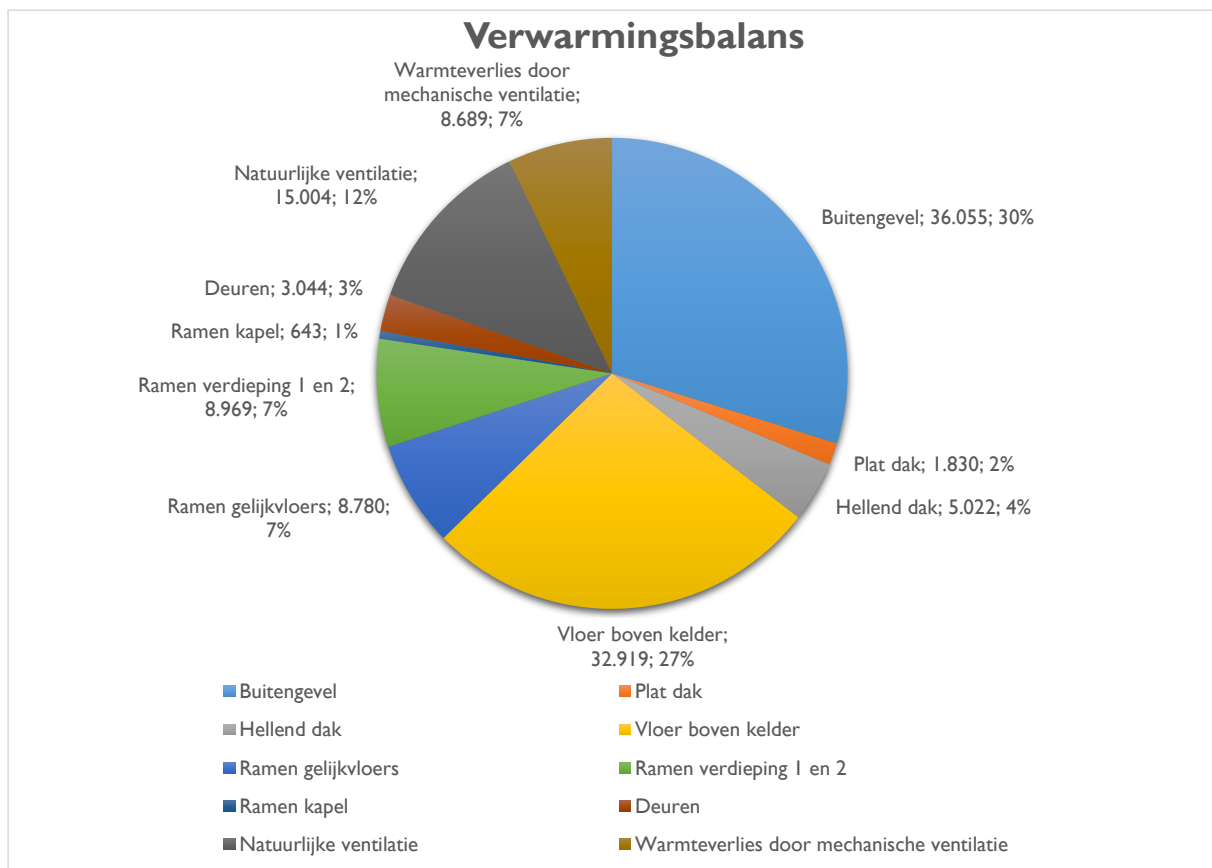
Tabel 2: Werkelijke en wettelijke U-waarden schildelen



Figuur 11: Sketchup-model



Figuur 12: Warmteverliezen volledig gebouw



Tabel 3: Conclusies bouwfysica

Op de bovenstaande figuren is te zien dat de meeste warmte verloren gaat via de buitengevel en de vloer. Deze zijn nog niet geïsoleerd. Het verlies via het dak, dat een gelijkaardige oppervlakte heeft als de vloer, is lager wat het belang van isoleren aantoont. Er gaat 12% van de warmte verloren via natuurlijke ventilatie.

2 ENERGIEBESPARENDE MAATREGELEN

2.1 ALGEMEEN

De volgende paragrafen geven een overzicht van de toepasbare energiebesparende en comfortmaatregelen. Indien mogelijk wordt een raming gemaakt van de energie- en kostenbesparing en de daaraan gebonden investeringen om de maatregelen te rangschikken volgens hun rendabiliteit. Het gaat daarbij om een eerste indicatie. Alle prijzen zijn excl. BTW.

Alle cijfers die in dit hoofdstuk vermeld worden, zijn richtinggevende cijfers, gebaseerd op een reeks werkhypothesen en beperkte energieverbruiksgegevens. Afhankelijk van de technische randvoorwaarden en uitwerkingscomplexiteit kunnen de investeringscijfers en terugverdientijden in reële situaties verschillen.

Voor de rentabiliteitsberekeningen werd gerekend met volgende parameters:

- | | |
|--------------------------------------|-------------------------|
| • elektriciteit | 22 cent/kWh excl. BTW |
| • aardgas | 10,5 cent/kWh excl. BTW |
| • jaarlijkse stijging energieprijzen | 4.0% |

Om de reductie in CO₂-uitstoot te berekenen werden volgende omzettingsfactoren gebruikt:

- | | |
|-----------------|--------------|
| • elektriciteit | 0,260 kg/kWh |
| • aardgas | 0,202 kg/kWh |
| • stookolie | 0,267 kg/kWh |

De energiebesparende maatregelen kunnen op drie niveaus worden gerealiseerd, namelijk:

- op niveau van de bouwfysica
- de technische installaties
- de gebruikers

Er is geen verder onderzoek gedaan naar warmtepompen of andere mogelijke manieren om te verwarmen. De ketels die momenteel geïnstalleerd zijn, halen een hoog rendement. De energiewinst die behaald zou kunnen worden ten opzichte van de ketels zou beperkt zijn en niet voldoende om de investeringskost te overbruggen. Het kan interessant zijn om het plaatsen van een warmtepomp of een ander verwarmingssysteem te onderzoeken wanneer de ketels niet meer zouden werken of de technologie zich blijft verder ontwikkelen in de toekomst zodat er meer energiewinst gerealiseerd kan worden.

2.2 BOUWFYSISCHE MAATREGELEN

2.2.1 ISOLEREN HELLENDE DAKEN LANGS DE BINNENZIJDE

Het isoleren van het hellend dak kan op verschillende manieren gebeuren. Dit is afhankelijk van het materiaal waarmee geïsoleerd wordt en van de bestaande situatie. Bij de meeste oude daken bestaat de dakconstructie uit gordingen met daarop kepers. De ruimte tussen de kepers kan opgevuld worden met isolatie. Daarna wordt aan de binnenzijde een dampscherm aangebracht en wordt dit luchtdicht afgewerkt aan de randen, de naden en de ramen. Een dampscherm wordt aan de binnenzijde (de “warme” kant) aangebracht om te voorkomen dat damp in de dakstructuur terechtkomt en daar condenseert. Deze gecondenseerde damp zou immers problemen kunnen veroorzaken in het dak, zoals vlekken, verrotting en een daling van de thermische weerstand van het dak.

Momenteel is er al 10cm rockwool isolatie aanwezig in de daken. Dit is niet voldoende om aan de wettelijke eis van $0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$ te voldoen. Door extra isolatie te plaatsen kan de U-waarde van het dak worden verlaagd. Doordat er momenteel al isolatie in het dak aanwezig is, is de extra energiebesparing die gerealiseerd kan worden met deze maatregel echter beperkt in verhouding met de investeringskost. Door de hoge terugverdientijd is het niet aangeraden om deze maatregel uit te voeren.



Figuur 13: Isolatie hellend dak langs binnenzijde

Maatregel: isoleren hellend dak

Momenteel is er een hellend dak met onderdak en binnenafwerking aanwezig met een oppervlakte van 249 m^2 en een U-waarde van $0,39 \text{ W/m}^2\text{K}$. Deze kan voorzien worden van isolatie door het vernieuwen volledig dak (minerale wol 18 cm + binnenafwerking) met een resulterende U-waarde van $0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$.

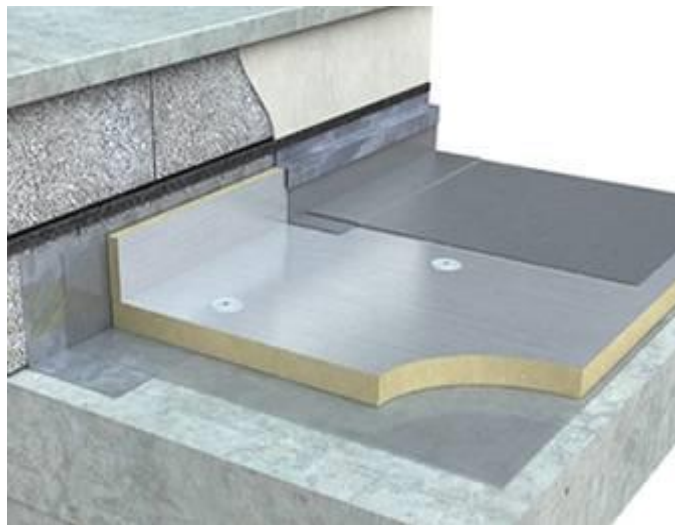
Oppervlakte hellend dak	249 m ²
Oude U-waarde dak	0,39 W/m ² K
Totale nieuwe U-waarde	0,17 W/m ² K
Raming investeringskost	€ 37.337
Raming energiebesparing brandstof	2.993 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	43 jaar
Premiebedrag	€ 2.646
Energiebesparing op brandstof	2,1%

Tabel 4: Overzicht maatregel: isoleren hellende daken langs de binnenzijde

2.2.2 ISOLEREN PLATTE DAKEN LANGS DE BUITENZIJD

De isolatie wordt bij een omgekeerd dak rechtstreeks bovenop de bestaande dakbedekking (bitumen, pvc, epdm,...) geplaatst in plaats van eronder. Die dakbedekking doet dan dienst als waterdichte afdeklaag. Het na-isoleren van de platte daken kan relatief vlug gebeuren.

Er is een stuk plat dak dat met 10cm rockwool geïsoleerd is. Dit is niet voldoende om aan de wettelijke eis van 0,24 W/m²K te voldoen die gesteld wordt bij een EPB-verslaggeving. Door extra isolatie te plaatsen kan de U-waarde van het dak worden verlaagd. De energiebesparing die gerealiseerd kan worden is echter beperkt. De investeringskost om nog meer isolatiemateriaal aan te brengen is te hoog in vergelijking met de opbrengst die gerealiseerd kan worden. Het warmteverlies via het dak is nu al beperkt waardoor het interessanter is om in andere maatregelen te investeren.



Figuur 14: Isolatie plat dak langs de buitenzijde

Maatregel: isoleren plat dak

Momenteel is er een plat dak in goede staat aanwezig met een oppervlakte van 91 m² en een U-waarde van 0,39 W/m²K. Deze kan voorzien worden van isolatie door het creëren van een omgekeerd plat dak met een resulterende U-waarde van 0,15 W/m²K. Er werd rekening gehouden met de meerkost voor het verhogen van de dakranden.

Oppervlakte plat dak	91 m ²
Oude U-waarde dak	0,39 W/m ² K
Totale nieuwe U-waarde	0,15 W/m ² K
Raming investeringskost	€ 21.813
Raming energiebesparing brandstof	1.170 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	36 jaar
Premiebedrag	€ 1.364
Energiebesparing op brandstof	0,8%

Tabel 5: Overzicht maatregel: isoleren plat dak langs de buitenzijde

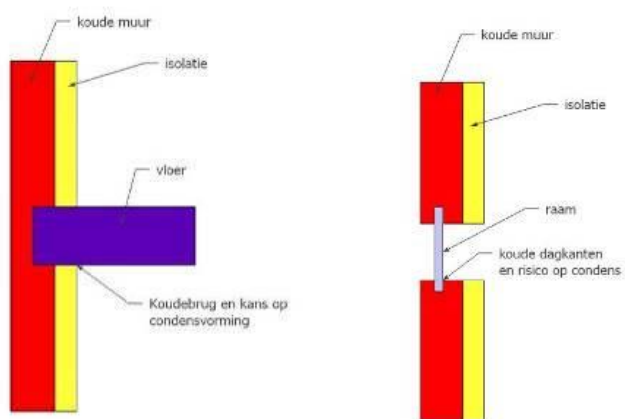
2.2.3 PLAATSEN BINNENMUURISOLATIE

Uit het plaatsbezoek en de informatie van de gebouwbeheerder blijkt dat het gebouw niet beschikt over isolatie in de muur, dit is ook niet mogelijk aangezien het een volle muur betreft. Een andere mogelijkheid bestaat er in de muur langs de binnenzijde te isoleren. Wanneer aan de binnenkant van een muur isolatie geplaatst wordt, wordt de muur “koud” gemaakt. Het metselwerk behoort hierbij niet tot het thermische systeem van de binnenkant van het gebouw. Hierdoor verhoogt het risico op condens en vochtproblemen. Daarnaast kan er bij toepassing van binnenisolatie nog steeds regeninfiltratie optreden. De droging van de muur wordt echter verhinderd. Hierdoor worden de buitenmuren vochtiger. Wanneer binnenisolatie toegepast wordt is het dus van belang om ook de buitenmuur te behandelen om zo schade aan het metselwerk en waterinfiltratie te beperken. Dit kan bijvoorbeeld met een hydrofuge. Hydrofuges of waterwerende oppervlakteproducten zijn kleurloze en transparante producten die bij de behandeling van gevels gebruikt worden om poreuze materialen waterwerend te maken zonder hun uitzicht of waterdampdiffusiekenmerken gevoelig te wijzigen (toepasbaar op baksteen, natuursteen, silicaatsteen, mortel, pleister, kalkverf, beton, andere poreuze materialen).

De muren van het kasteel zijn niet geïsoleerd. Uit de warmteverliesberekeningen is aangetoond dat een groot deel van de warmte verloren gaat via de muren. De muren kunnen geïsoleerd worden aan de binnenzijde om de warmteverliezen te beperken. Het isoleren van de binnenmuren bij het kasteel is een delicate techniek. Bij het na-isoleren van bestaande woningen is de continuïteit van de isolerende laag niet altijd eenvoudig te realiseren en ontstaan soms koudebruggen. Dit zijn niet of slecht geïsoleerde plekken waar de kou van buiten naar binnen in de woning stroomt. Veel voorkomende koudebruggen zijn lateien boven ramen en deuren, aansluitingen van kopse muren op de gevel, aansluitingen tussen vloeren en wanden en tussen wanden en daken. Op deze koudere plekken kan – wanneer niet of onvoldoende geventileerd wordt - sneller condensatie optreden met als gevolg risico's op vochtplekken, schimmelvorming en schade aan pleisterlagen, schrijnwerk, houten vloeren en/of balken.

De kostprijs van het isolatiemateriaal is in goede verhouding ten op zichte van de energiewinst die het oplevert. Er is echter ook een hoge investeringskost voor bijkomende werken aangezien het aanbrengen van isolatiemateriaal aan de binnenmuren complex is. Door van binnenuit te isoleren wordt het woonoppervlak iets minder groot. De muren zullen opnieuw afgewerkt moeten worden en ook de radiatoren en vensterbanken zullen aangepast moeten worden.

Het vochtgehalte van het metselwerk moet daarnaast zoveel mogelijk beperkt worden. Daarom is de regenbelasting van de gevel een belangrijke factor. Bij binnenisolatie is het noodzakelijk dat het metselwerk van de gevel voldoende dik is. Hoe groter de regenbelasting, hoe dikker het metselwerk dient te zijn. Bij poreuze stenen wordt het aangeraden de gevel eerst te impregneren.



Figuur 15: Binnenmuurisolatie

Maatregel: isoleren buitengevel

Momenteel is er een volle muur aanwezig met een oppervlakte van 422 m² en een U-waarde van 1,67 W/m²K. Deze kan voorzien worden van isolatie door binnenmuurisolatie met afwerking aan te brengen waardoor een U-waarde van 0,2 W/m²K bereikt wordt.

Oppervlakte muur	422 m ²
Oude U-waarde muur	1,67 W/m ² K
Totale nieuwe U-waarde	0,20 W/m ² K
Raming investeringskost	€ 211.210
Raming energiebesparing brandstof	32.534 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	30 jaar
Premiebedrag	€ 16.031
Energiebesparing op brandstof	23,1%

Tabel 6: Overzicht maatregel: plaatsen binnenmuurisolatie

2.2.4 ISOLEREN VAN HET KELDERPLAFOND

In tegenstelling tot wat heel wat mensen denken is een woning met kelder nog slechter voor de energiefactuur dan een woning die op volle grond gebouwd is. Dit komt omdat er in een kelder meer luchtcirculatie en vocht aanwezig is. Deze nadelige eigenschappen kunnen worden weggewerkt door het plafond van de kelder te isoleren. Omdat dit plafond vaak niet echt vlak is, kan er gebruik gemaakt worden van isolatieplaten van minerale wol. Het plaatsen van de platen kan gebeuren door middel van isolatiepluggen, lijm of een combinatie van beide. Als er heel wat leidingen op het plafond bevestigd zijn is het niet altijd even makkelijk om isolatieplaten te plaatsen. In dat geval kan men overwegen om in situ PU-schuim te spuiten. Deze isolatie hecht zich aan het plafond. Daartoe moet de ondergrond eerst droog, vet-, stof- en condensvrij gemaakt worden en de metalen leidingen die worden ingespoten, moeten met een antiroestlaag behandeld worden. De voorbereiding en uitvoering van deze isolatiewerken kan vrij complex zijn.

Het isoleren van de keldervloer is goede maatregel die zich snel terugverdient. Aangezien het plafond van de kelder in het kasteel echter niet vlak is, is het uitvoeren van de maatregel praktisch zeer moeilijk uit te voeren of kan het tot een sterke verlaging van het plafond leiden.



Figuur 16: Keldervloerisolatie: aanbrengen PU-schuim

Maatregel: isoleren vloer boven kelder

Momenteel is er een vloer boven kelder aanwezig met een oppervlakte van 308 m² en een U-waarde van 2,89 W/m²K. Deze kan voorzien worden van isolatie door het kelderplafond te isoleren met PUR-schuim waardoor een U-waarde van 0,21 W/m²K bereikt wordt.

Oppervlakte kelderplafond	308 m ²
Oude U-waarde vloer	2,89 W/m ² K
Totale nieuwe U-waarde	0,21 W/m ² K
Raming investeringskost	€ 15.388
Raming energiebesparing brandstof	31.344 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	4 jaar
Premiebedrag	€ 1.847
Energiebesparing op brandstof	22,3%

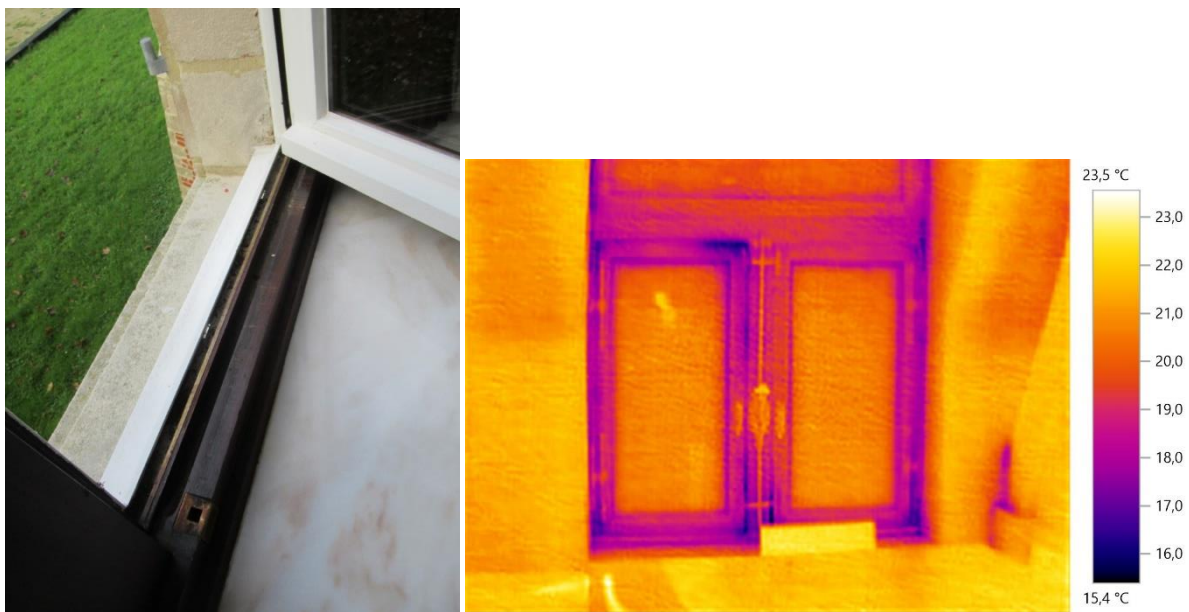
Tabel 7: Overzicht maatregel: isoleren van het kelderplafond

2.2.5 VERHOGEN VAN DE LUCHTDICHTHEID

Door kleine ingrepen zoals het opstoppen van kieren en gaten in het gebouw kan de luchtdichtheid drastisch verhogen. Uit studies blijkt trouwens dat in oude gebouwen een winst van 30% op de energiefactuur kan behaald worden door het verbeteren van de luchtdichtheid.

De maatregel omvat het plaatsen van rubbers aan de ramen en deuren van het kasteel waar dit momenteel nog niet het geval is. Er is berekend wat de kost is voor het plaatsen van 410 meter rubbers inclusief installatiekosten. Er is ingeschat dat er 5% winst kan behaald worden op het aardgasverbruik rekening houdende met het huidige aandeel van het warmteverlies via natuurlijke ventilatie.

De raamkozijnen in het kasteel van Selsaeten beschikken nog niet over de juiste inkepingen die nodig zijn voor het plaatsen van de rubbers. De raamkozijnen zullen dus eerst gefreesd moeten worden. Dit verhoogd de investeringskost waardoor deze maatregel pas over een langere termijn zal worden terugverdiend.



Figuur 17: Ontbreken van rubbers bij ramen

Maatregel: Verhogen van de luchtdichtheid	
Raming investeringskost	€ 16.375
Raming energiebesparing aardgas	7.043 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	16 jaar
Energiebesparing op aardgas	5,0%

Tabel 8: Overzicht maatregel: verhogen van de luchtdichtheid

2.2.6 VERVANGEN RAMEN EN SCHRIJNWERK

Het gebruik van hoogrendementsbeglazing biedt heel wat voordelen. Immers, bij slecht isolerende beglazing gaat heel wat warmte verloren, warmte die in de winter binnenshuis zou moeten blijven (stookkosten, zonde van het geld én van het milieu) en in de zomer buitenshuis (oververhitting, onaangenaam binnenklimaat, nood aan airco). Bij slecht isolerende beglazing treedt er sneller condensatie op, en gaat men vaak inboeten op het comfortgevoel: luchtstromen kunnen aanvoelen als tocht.

Bovendien biedt hoogrendementsbeglazing de mogelijkheid verder te werken aan een aangenaam binnenklimaat. Om oververhitting te vermijden kan zonwerende beglazing worden voorzien aan de zuidoost, zuid en zuidwest kant. Daarenboven kan men meteen het akoestische comfort binnenshuis aanpakken door, waar nodig, te kiezen voor geluidswerende beglazing (verschillende glasdiktes, folie of combinatie van beide).

Het buitenschrijnwerk is van de jaren 1970 en is dringend aan vervanging toe. Er zijn nog geen rubbers aanwezig en er is een slechte aansluiting. De ramen op het gelijkvloers zijn dubbel glas uit de jaren 80. Deze zijn niet energie-efficiënt. Het installeren van hoogrendementsbeglazing zal voor een beter comfort zorgen. De ramen op het eerste en tweede hebben een betere U-waarde. In de kostprijs is er rekening gehouden met gelaagde beglazing die voldoet aan de voorwaarden van het agentschap onroerend erfgoed. Er is gerekend met de prijs die beschikbaar is van een offerte. De prijs komt neer op 1923 euro/m². De installatiekosten zijn hierbij inbegrepen.

Om de waardevolle glas-in-loodramen van de kapel te bewaren, zal het vervangen van de ramen niet mogelijk zijn. Er kan wel een achterzetraam worden geplaatst die de isolerende factor van de ramen sterk zal verhogen.



Figuur 18: Raam met energiebesparend profiel

Maatregel: vervangen ramen gelijkvloers

Momenteel is er niet-recupereerbaar schrijnwerk aanwezig met een oppervlakte van 2 m² en een U-waarde van 2,81 W/m²K. Door het vernieuwen van het schrijnwerk (PVC) met hoogrendementsbeglazing kan de U-waarde gereduceerd worden tot 1 W/m²K.

Oppervlakte ramen	61 m ²
Oude U-waarde raamgeheel	2,81 W/m ² K
Nieuwe U-waarde raamgeheel	1,00 W/m ² K
Raming investeringskost	€ 117.562
Raming energiebesparing brandstof	5.813 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	54 jaar
Premiebedrag	€ 6.374
Energiebesparing op brandstof	4,1%

Maatregel: voorzetglas toevoegen ramen kapel

Momenteel is er niet-recupereerbaar schrijnwerk aanwezig met een oppervlakte van 3 m² en een U-waarde van 4,84 W/m²K. Door het toevoegen van een voorzetglas kan de U-waarde gereduceerd worden tot 1,5 W/m²K.

Oppervlakte ramen	3 m ²
Oude U-waarde raamgeheel	4,84 W/m ² K
Nieuwe U-waarde raamgeheel	1,50 W/m ² K
Raming investeringskost	€ 5.000
Raming energiebesparing brandstof	456 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	42 jaar
Premiebedrag	€ 271
Energiebesparing op brandstof	0,3%

Maatregel: vervangen ramen verdieping 1 en 2

Momenteel is er houten schrijnwerk in goede staat aanwezig met een oppervlakte van 103 m² en een U-waarde van 1,7 W/m²K.

Door het vernieuwen van het schrijnwerk (Al TO) met hoogrendementsbeglazing kan de U-waarde gereduceerd worden tot 1 W/m²K.

Oppervlakte ramen	103 m ²
Oude U-waarde raamgeheel	1,70 W/m ² K
Nieuwe U-waarde raamgeheel	1,00 W/m ² K
Raming investeringskost	€ 198.507
Raming energiebesparing brandstof	3.796 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	32 jaar
Premiebedrag	€ 10.763
Energiebesparing op brandstof	2,7%

Tabel 9: Overzicht maatregel: schrijnwerk vensters

2.2.7 VERVANGEN DEUREN

Momenteel zijn er voordeuren geplaatst in de voorgevel die een beperkte isolerende waarde. De huidige U-waarde is bepaald op 5 W/m²K. Een nieuwe deur kan de U-waarde verlagen tot 2 W/m²K zodat er minder warmte verloren gaat. Een deur vervangen die ook voldoet aan de historische erfgoedwaarde zal een hoge investeringskost vragen. De investeringskost is bepaald inclusief installatiekosten. Er is een hoge investeringskost nodig aangezien er een op maat gemaakte deur zal moeten geplaatst worden. De energiebesparing is vrij beperkt aangezien de oppervlakte van de deuren slechts een klein aandeel hebben ten opzichte van de gehele gebouwschil en het warmteverlies via de deuren dus klein is. Dit maakt dat de terugverdientijd dus ook lang is.



Figuur 19: De deuren die vervangen dienen te worden

Maatregel: Nieuwe deuren plaatsen	
Raming investeringskost	€ 15.750
Raming energiebesparing aardgas	1.840 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	37 jaar
Energiebesparing op aardgas	1,3%

Tabel 10: Overzicht maatregel: vervangen schrijnwerk

2.3 INSTALLATIETECHNISCHE MAATREGELEN

2.3.1 OPTIMALISATIE STURING

Uit de persoonlijke ervaringen van de gebruikers blijkt de verwarming één van de knelpunten in het energieverbruik en het comfort. De sturing is zeer beperkt qua mogelijkheden en functies.

Momenteel is er enkel sturing via een buitenvoeler. Op het eerste en tweede verdiep is er één thermostaat per verdiep aanwezig.

Ruimtevoelers meten de ruimtetemperatuur en geven deze informatie door aan de weersafhankelijke regelaar, zodat deze laatste de temperatuur van het door de installatie circulerende water kan bijsturen. De ruimtevoeler beschikt niet over een contact dat opent of sluit zoals een thermostaat, maar heeft een progressief gedrag. Het is een weerstand die omgekeerd proportioneel varieert ten opzichte van de gemeten temperatuur.

Er is berekend wat de kost is voor de installatie van 12 ruimtevoelers die geïnstalleerd kunnen worden in de afzonderlijke ruimtes. Aangezien de radiatoren in de ruimtes beschikken over thermostatische kranen is het voordeliger om de warmtevraag te sturen via de thermostatische kranen.

Maatregel: optimalisatie sturing

Momenteel is er een suboptimale regeling aanwezig. Door de regeling correct en energiezuinig in te stellen kan 5 % brandstof en 0 % elektriciteit bespaard worden.

Raming investeringskost	€ 5.000
Raming energiebesparing brandstof	7.043 kWh/jaar
Raming energiebesparing elektriciteit	0 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	6 jaar
Energiebesparing op brandstof	5,0%
Energiebesparing op elektriciteit	0,0%

Tabel 11: Overzicht maatregel: optimalisatie sturing

2.3.2 PLAATSEN VAN EEN WARMTEKRACHTKOPPELING

Bij warmtekrachtkoppeling of cogeneratie wordt een brandstof omgezet in zowel elektrische energie als warmte. De verbranding van aardgas, stookolie of diesel wordt gebruikt om een generator aan te drijven die op zijn beurt elektriciteit opwekt, hierbij komt onvermijdelijk warmte vrij. Deze warmte wordt nuttig aangewend voor de productie van warm water, hete lucht of stoom.

Een WKK-installatie wordt best gedimensioneerd op de warmtevraag. Indien de warmte niet nuttig gebruikt kan worden, verliest het z'n grote voordeel t.o.v. gescheiden opwekking.

Het plaatsen van een micro-WKK installatie is onderzocht voor het kasteel in Selsaeten. Er is berekend om een installatie met een thermisch vermogen van 3 kW en een elektrisch vermogen van 1 kW te installeren. Op deze manier kan de basislast van het elektrisch verbruik overwonnen worden. Indien er meer elektriciteit geproduceerd wordt dan er verbruikt wordt, kan dit aan het net verkocht worden maar vaak aan een te laag tarief om rendabel te zijn. Het aantal vollasturen zal te beperkt zijn om de installatie rendabel te maken aangezien er geen continue nood is aan warmte over een volledig jaar.

Maatregel: plaatsen WKK		
Raming investeringskost		€ 17.600
Raming energiebesparing elektriciteit		3.397 kWh/jaar
Raming energieverbruik brandstof		-4.065 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	NTV	
Energiebesparing op elektriciteit		10,9%

Tabel 12: Overzicht maatregel: plaatsen van een warmtekrachtkoppeling

2.3.3 PLAATSEN VAN PV-PANELEN

Fotovoltaïsche zonnepanelen zetten zonlicht om in elektriciteit. Door lokale opwekking met deze techniek kan er op het verbruik uit het elektriciteitsnet worden bespaard. Het is daarbij van belang dat de panelen op de juiste manier worden gepositioneerd. Voor de opbrengst van de zonnepanelen is een zuidelijke oriëntatie en een hellingshoek van ca. 35° het meest gunstig. Daarnaast moeten de zonnepanelen zo veel mogelijk vrij zijn van schaduw om beperkingen in opbrengst te voorkomen.

Onderstaande investeringsanalyse gaat uit van het plaatsen van 29 m² aan paneeloppervlak en een totaal geïnstalleerd vermogen van 7 kW_{piek}. De totale jaaropbrengst van de zonnepanelen komt op 7.273 kWh. De totale zelfconsumptie van de door de panelen opgewekte energie wordt berekend op 6.546 kWh. Dit bedraagt ongeveer 21% van het totale huidige verbruik. Om te vermijden dat er te veel van de geproduceerde elektriciteit wordt geïnjecteerd op het net is het belangrijk om niet te veel panelen te plaatsen.

Het plaatsen van de zonnepanelen op het dak is energetisch een goede installatie. Er moet echter ook rekening gehouden worden met de stabiliteit van het dak. De stabiliteit van het huidige platte dak zal een pv-installatie hoogstwaarschijnlijk niet kunnen dragen. Er kan een bijkomende stabiliteitsstudie uitgevoerd worden maar op dit moment lijkt het plaatsen van zonnepanelen niet mogelijk te zijn.



Figuur 20: PV-panelen (links) en satellietbeeld (rechts)

Maatregel: plaatsen van zonnepanelen	
Op het dak kan een PV-installatie geplaatst worden met een piekvermogen van 7 kW en een oppervlakte van 29,12 m ² . Van de jaarlijks geproduceerde elektriciteit zal 90 % lokaal benut worden.	
Geïnstalleerd piekvermogen (panelen)	7 kWp
Totale paneeloppervlakte	29 m ²
Totaal geproduceerde elektriciteit	7.273 kWh/jaar
Zelfconsumptie zonnepanelen	6.546 kWh/jaar
Raming investeringskost	€ 10.269
Raming terugverdientijd	10 jaar
Energiebesparing op elektriciteit	21,0%

Tabel 13: Overzicht maatregel: plaatsen van PV-panelen

2.3.4 RELIGHTING

Relighting is een term die gebruikt wordt voor het volledig herdimensioneren en vervangen van de verlichting. Het doel is enerzijds een verhoging van het lichtcomfort en anderzijds een verlaging van het energieverbruik zonder te kort te doen aan de wettelijke eisen betreffende minimale lichtsterkte. Om dit doel te bereiken wordt gebruik gemaakt van de best beschikbare en meest betrouwbare verlichtingstechnieken op de huidige markt om, naast de energieverlaging en comfortverhoging, een maximale levensduur na te streven en zo de benodigde werkuren voor vervanging te minimaliseren.

Onderstaande tabellen geven de huidige te vervangen lampen weer per type ten opzichte van de voorgestelde verlichting. Er wordt rekening gehouden met de benodigde werkuren voor het plaatsen van de nieuwe lampen, armaturen en sturing.

Zo goed als alle verlichting in het gebouw is ondertussen ledverlichting. Enkel in de kelder zijn er nog een paar TL-lampen. Deze kunnen vervangen worden door ledverlichting. Door het beperkt aantal branduren zullen de lampen zich niet snel terugverdienen.

Huidige verlichting								
Type armatuur	Aantal	Locatie	Type sturing	Benutting	Totaal vermogen (kW)	Branduren (u/jaar)	Jaarverbruik (kWh)	Jaarlijkse kostprijs (€)
TL-lampen								
T8 TL 58 W	15	Kelder	Manueel aan/uit	100%	1,04	520	543	119
Totaal	15				1,04		543	119

Tabel 14: Overzicht huidige verlichting

Voorstel nieuwe verlichting								
Type armatuur	Aantal	Locatie	Type sturing	Benutting	Totaal vermogen (kW)	Branduren (u/jaar)	Jaarverbruik (kWh)	Investering (€)
Vervanging TL-lampen								
LED-armatuur 23 W	15	Kelder	Aanwezigheidsdetectie	87,5%	0,35	520	157	1.013
Totaal	15				0,35		157	1.013

Tabel 15: Overzicht relightingsvoorstel

Maatregel: relighting	
Er zijn momenteel 15 armaturen aanwezig met een totaal vermogen van 1,04 kW. Door de inefficiënte verlichting te vervangen door ledverlichting kan het geïnstalleerd vermogen teruggebracht worden tot 0,35 kW. Bij de relighting wordt met lumenbehoud gerekend: de nieuwe armaturen geven eenzelfde lumenoutput als de oude. Door een verhoogde lichtefficiëntie is hiervoor minder energie nodig.	
Aantal armaturen	15
Totaal geïnstalleerd vermogen (huidig)	1,04 kW
Totaal geïnstalleerd vermogen (relighting)	0,35 kW
Raming investeringskost	€ 1.013
Raming energiebesparing elektriciteit	386 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	9 jaar
Energiebesparing op elektriciteit	1,2%

Tabel 16: Overzicht maatregel: relighting

2.3.5 OPTIMALISEREN VAN DE STURING VAN DE VERLICHTING

De verlichting wordt momenteel manueel bediend via schakelaars. Hierdoor zal de verlichting soms aangeschakeld staan wanneer dit niet nodig is. Er zijn verschillende ingrepen mogelijk om de verlichting intelligenter aan te sturen om zo energie te besparen:

1. Plaatsen van aanwezigheidsdetectie

Men kan gebruik maken van aanwezigheidsdetectoren om het gebruik van de verlichting te beperken tot de momenten dat het effectief nodig is. Deze worden bij voorkeur gebruikt in toiletten, kleedkamers en/of gangen die niet steeds verlicht moeten worden. Het is tevens energiezuiniger de tl-verlichting bij afwezigheid van meer dan 3 minuten uit te schakelen. Weliswaar moeten we opmerken dat het toepassen van aanwezigheidsdetectie op tl-verlichting met KVSA de levensduur van de lamp drastisch verlaagt. Het is raadzaam om bij toepassing van aanwezigheidsdetectie ook de voorschakelapparatuur te vernieuwen.

Er is berekend wat de impact is van de installatie van aanwezigheidsdetectoren in de kelder. Wanneer de lampen vervangen worden in de kelder is het voordelig om meteen een aanwezigheidsdetector te plaatsen. In de kelder is er een beperkte aanwezigheid gedurende de dag.

Er kunnen ook aanwezigheidsdetectoren geplaatst worden op andere locaties in het gebouw. De besparing zal enerzijds kleiner zijn bij ruimtes met ledlampen aangezien deze ledlampen minder energie gebruiken. Anderzijds zal er bij meer branduren per lamp een hogere besparing gerealiseerd kunnen worden.



Figuur 21: Regeling verlichting

Maatregel: optimaliseren sturing verlichting	
Aantal sturingsmodules	1
Raming investeringskost	€ 150
Raming energiebesparing elektriciteit	386 kWh/jaar
Raming terugverdiendtijd	2 jaar
Energiebesparing op elektriciteit	0,2%

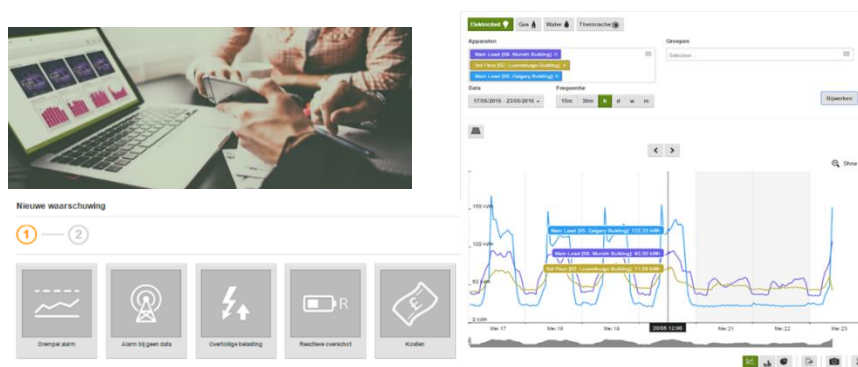
Tabel 17: Overzicht maatregel: optimaliseren van de sturing van de verlichting

2.3.6 ENERGIEMONITORING

Energiemonitoring is een essentieel onderdeel van energiezorg. Weten hoeveel energie je waar en waarom verbruikt, maakt het mogelijk besparende maatregelen te nemen. Een energiemonitoringsysteem is een systeem bestaande uit software of een combinatie van hard- en software waarmee energieverbruikgegevens worden verzameld, bewerkt, geanalyseerd en gerapporteerd aan de gebruiker van het systeem. Naast het bijhouden van de meterstanden kan men werken met energiemeters. Zo kan men het energieverbruik van bepaalde kringen in kaart brengen. Een energiemonitoringsysteem vergt wel investeringen, tijd (verwerken en rapporteren van meetdata) en kennis (analyse meetdata). Soms wordt veel geld geïnvesteerd in energiemonitoringsystemen, maar krijgt de dataverwerking (te) weinig aandacht of ontbreekt de managementtool om deze data optimaal te interpreteren. Expertise en ervaring binnen verschillende meetsystemen helpt in begeleiding in het selecteren en opzetten van het meest kostenefficiënt meterplan. Periodieke data-interpretatie en analyse met bijhorend advies voor potentiële energiebesparing (sluimerverbruik reductie, peak shaving, benchmarking, ...) realiseren een blijvende gereduceerd energieverbruik. Studies wijzen een besparing uit van 8 % op de energiefactuur. Na bijkomende correctieve investeringen kan dit oplopen tot 15 %.

Energiemonitoring biedt tal van voordelen. Zo besparen gebouweigenaars niet alleen energie en geld, tevens blijft energieverbruik niet langer in het ongewisse. Gebouweigenaars hebben op de dag van vandaag om diverse redenen vaak geen besef van inefficiëntie en afschrijfbaarheid van een installatie of van gebouwdelen. Bij opvolging van rendementen weet men dat de installatie goed functioneert.

Er is berekend wat de investeringskost is voor de installatie van een energiemonitoringsysteem met 3 nieuwe tellers voor het gasverbruik en 4 nieuwe tellers voor het elektriciteitsverbruik. Energiemonitoring geeft een meer gedetailleerd overzicht van het energieverbruik en kan piekverbruiken zoals in november 2020 en in januari 2021 mogelijks verklaren. Het kan de reden geven wanneer er tijdelijk een verhoogd gebruik aanwezig is, zodat dit ook actief opgelost kan worden.



Figuur 22: Energiemanagement en -monitoring

Maatregel: energiemonitoring	
Raming investeringskost	€ 13.177
Raming energiebesparing elektriciteit	2.491 kWh/jaar
Raming energiebesparing aardgas	11.269 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	11 jaar
Energiebesparing op elektriciteit	8,0%
Energiebesparing op aardgas	8,0%

Tabel 18: Overzicht maatregel: energiemonitoring

2.3.7 RADIATOREN VERVANGEN DOOR CONVECTOREN

De omkasting van radiatoren verlaagt de energie-efficiëntie van de radiatoren doordat de stralingsenergie beperkt kan vrijkomen. Bij radiatoren komt er 70% warmte vrij als straling.

Bij convectoren komt er slechts 10% vrij onder de vorm van straling waardoor de energie-efficiëntie hoger ligt. Er kan 10% energiewinst geboekt worden doordat het verlies van warmte via straling beperkter is. Er is rekening gehouden met het vervangen van de radiatoren op het gelijkvloers. Hiervoor zullen 7 convectoren geplaatst moeten worden die elk 30m² kunnen verwarmen. De totale investeringskost houdt rekening met het plaatsen van de convectoren.

Er zal echter ook een licht verhoogd elektriciteitsverbruik zijn vanwege de ventilator die in een convector geïnstalleerd is.



Figuur 23: Radiatoren vervangen door convectoren

Maatregel: Radiatoren vervangen door convectoren	
Raming investeringskost	€ 12.950
Raming energiebesparing aardgas	4.144 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	20 jaar
Energiebesparing op aardgas	13,3%

Tabel 19: Overzicht maatregel: radiatoren vervangen door convectoren

2.4 REG-MAATREGELEN

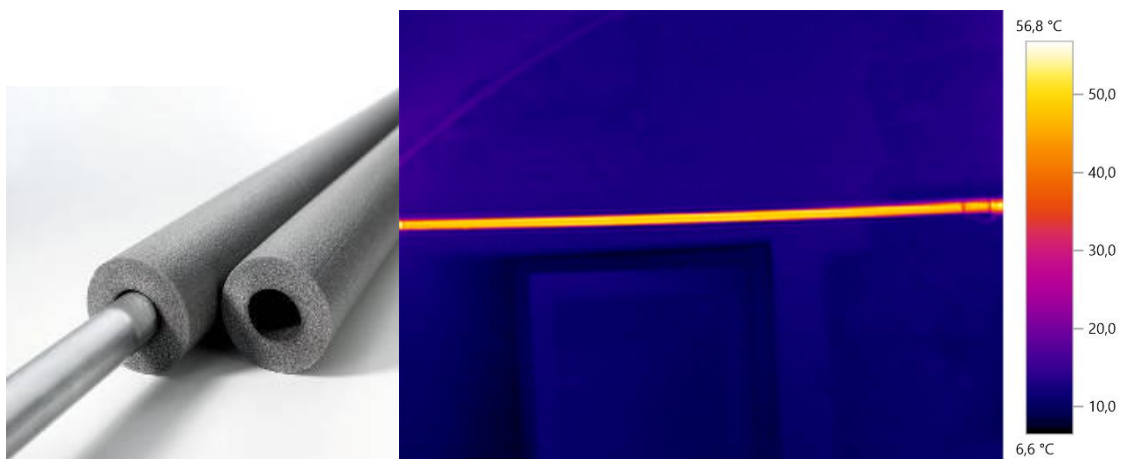
2.4.1 ISOLEREN VAN DE CV-LEIDINGEN

Verwarmingsbuizen verliezen constant warmte aan de omgeving doordat het water hierin een veel hogere temperatuur heeft dan de omgeving. Als de omgeving een onverwarmde ruimte is, zoals de stookplaats, dan is al deze warmte verspilling. Daarom is het nuttig om de CV-leidingen te isoleren, de warmte wordt zo afgegeven aan de plaatsen die effectief moeten verwarmd worden. Isoleren van leidingen is zeer eenvoudig, zeker op plaatsen waar deze vrij toegankelijk zijn, zoals in de stookplaats meestal het geval is.

Afhankelijk van de plaats waar de leidingen zich bevinden, kan gekozen worden om de isolatie af te werken met een folie of met schalen om de isolatie te beschermen tegen stoten. Deze schalen kunnen uit kunststof of aluminium bestaan.

In het kasteel in Selsaeten zijn er voornamelijk in de kelder leidingen die niet geïsoleerd zijn in een onverwarmde ruimte. Dit betekent dat er een verlies is aan warmte en energie-efficiëntie.

Onderstaande foto toont een PE-buisislatiemantel. De kost een buisislatiemantel is heel beperkt en kan ook zeer gemakkelijk geïnstalleerd worden.



Figuur 24: Isolatie CV-leidingen

Maatregel: isoleren van leidingen

Er is 74,53 meter niet-geïsoleerde leiding aanwezig in niet-verwarmde ruimtes. Deze worden geïsoleerd.

Aantal meter niet-geïsoleerde leiding	75 m
Raming investeringskost	€ 1.278
Raming energiebesparing brandstof	12.535 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	1 jaar
Energiebesparing op brandstof	8,9%

Tabel 20: Overzicht maatregel: isoleren van CV-leidingen

2.4.2 PLAATSEN VAN RADIATORFOLIE

De buitenmuren van het gebouw zijn niet/beperkt geïsoleerd en veel van de radiatoren zijn tegen een buitenmuur geplaatst. Er kan dus nog energie bespaard worden door de warmte die door de radiatoren wordt afgegeven, beter in het gebouw te houden. Dit kan gedaan worden door achter de radiatoren een radiatorfolie te kleven tegen de muur.

De radiatorfolie is een reflectiescherm of aluminiumfolie met daarachter een dun laagje isolatie. De warmte die aan de achterkant van de radiator vrijkomt, wordt zo naar de ruimte gericht en niet naar de buitenmuur. De folie kan aangebracht worden tegen de buitenmuur, maar er zijn ook soorten folie die tegen de achterkant van de radiator zelf worden aangebracht. Radiatorfolie is relatief goedkoop en er kan dus al snel bespaard worden op de energiefactuur.

Er is gerekend wat de besparing is bij het plaatsen van radiatorfolie bij de radiatoren van de 2^{de} verdieping.



Figuur 25: Radiatorfolie

Maatregel: plaatsen radiatorfolie

Er zijn 26 radiatoren aanwezig tegen een niet-geïsoleerde buitenmuur. Door tussen deze radiatoren en de buitengevels radiatorfolie aan te brengen zal het afgifteverlies van de radiatoren beperkt worden.

Aantal radiatoren	26
Totale oppervlak radiatoren	52 m ²
Raming investeringskost	€ 2.470
Raming energiebesparing brandstof	5.361 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	5 jaar
Energiebesparing op brandstof	4%

Tabel 21: Overzicht maatregel: plaatsen van radiatorfolie

2.5 GEBRUIKERS

2.5.1 UITVOEREN VAN EEN SENSIBILISERINGSCAMPAGNE

Deze maatregel zet de gebruikers aan om zich milieuvriendelijker te gedragen. De beste stimulansen zijn een motivatiecampagne, of milieuvriendelijk gedrag belonen. Uit verschillende studies en op basis van eigen ervaring blijkt dat het energieverbruik van een gebouw 5 tot 15 % kan dalen door gedragswijzigingen van de gebruiker. Onder de gebruikers van een gebouw verstaan we iedereen die in contact komt met het gebouw en zijn installaties: bezoekers, personeelsleden, onderhoudstechnici, gebouwverantwoordelijke ...

Tijdens een sensibiliseringscampagne worden de gebouwgebruikers eerst bewust gemaakt van de impact van hun gedrag op het energieverbruik en het klimaat. Vervolgens worden nuttige tips meegegeven die kunnen leiden tot een direct resultaat naar gedragsverandering toe. Hieronder kan men al een selectie van tips terugvinden:

De gebouwverantwoordelijke verklaarde dat het personeel al zeer energiebewust is. De potentiële besparing op aardgas en elektriciteit via een sensibiliseringscampagne zal dan ook niet zo hoog zijn als bij andere bedrijven. Er kan wel nog steeds geïnvesteerd worden in sensibilisering om het energiebewust omgaan op de werkplaats te behouden bij de werknemers.

Er is gerekend met een initiële investeringskost van 1500 euro en een jaarlijkse kost van 500 euro. Er is ingeschat dat het energiebewustzijn behouden kan blijven en nog 1% van het aardgasverbruik en 1% van het elektriciteitsverbruik besparing gerealiseerd kan worden.

Maatregel: uitvoeren sensibiliseringscampagne	
Raming investeringskost	€ 1.500
Raming energiebesparing elektriciteit	1.449 kWh/jaar
Raming terugverdientijd	33 jaar
Energiebesparing op elektriciteit	4,6%

Tabel 22: Overzicht maatregel: uitvoeren van een sensibiliseringscampagne

Enkele voorbeelden van mogelijke sensibiliseringsacties worden hieronder breder besproken:

2.5.1.1 VERWARMING

Het verbruik van de verwarming daalt bijvoorbeeld wanneer er **thermometers** worden geplaatst en een “**verwarmingsverantwoordelijke**” wordt aangesteld om die thermometers uit te lezen. Die verantwoordelijke kan dan de verwarming op de juiste temperatuur instellen en afschakelen wanneer dat kan. Via een ludieke aanpak verkrijgt men het beste resultaat.

Bovendien moeten de **radiatoren** worden **vrijgehouden** zodat de lucht er gemakkelijk langs kan circuleren om een optimale warmteafgifte te bekomen.

Wanneer er **thermostatische kranen** op de radiatoren staan, moeten die ook correct worden gebruikt. Net zoals de radiatorlichamen zelf mogen de thermostaatkranen niet worden afgedekt. Wanneer een thermostaatkraan 1 stand hoger wordt gezet, zal het lokaal niet sneller op temperatuur komen, maar zal er naar een hogere temperatuur worden geregeld. Bovendien houdt een thermostaatkraan rekening met invloeden van buitenaf zoals zoninstraling, warmte afkomstig van verlichting, apparaten en personen.

Best worden **deuren zoveel mogelijk gesloten** gehouden tijdens het stookseizoen om het op te warmen volume zo klein mogelijk te houden. Wanneer men een raam opent om te **ventileren**, dienen de **thermostaatkranen** van de radiatoren **dichtgedraaid** te worden.

2.5.1.2 VERLICHTING

In veel gebouwen is het gebruikelijk om het licht 's morgens aan te schakelen en pas bij het naar huis gaan terug **uit te schakelen**. Bij voldoende daglicht vergeet men de verlichting te doven. Ook als men het lokaal of het gebouw tijdelijk verlaat, blijft de verlichting vaak branden. De (tl-)verlichting uitschakelen is altijd energiezuiniger, ook als men het lokaal slechts voor een korte tijd verlaat.

2.5.1.3 TOESTELLEN

Bij het verlaten van een lokaal dient men er op toe te zien dat alle kantoorapparatuur wordt uitgeschakeld. Indien men gedurende het weekend of slechter nog, tijdens de verlofperiode een pc, printer of kopieermachine vergeet **uit te schakelen** is er zodoende een totaal sluipverbruik per potentiële gebruiker (toestel) van ongeveer 1 à 2 kWh per dag. Ook tijdens de middagpauzes kunnen bepaalde apparaten zoals **computerschermen** worden uitgeschakeld.

Wegens de lange opstarttijd van computers is het niet zo efficiënt om ook de computers uit te schakelen tijdens korte onderbrekingen. Het **uitschakelen van het computerscherm** is echter wel een mogelijkheid: na enkele seconden is het terug gebruiksklaar. Het activeren van de **powersafe** mode en het vermijden van screensavers leiden eveneens tot besparingen.

2.5.1.4 SCOPEBEPALING

Een sensibiliseringscampagne kan periodiek uitgevoerd worden op verschillende manieren, zoals het versturen van een e-mail met tips verwerkt in een digitale brochure, het spelen van een online energiequiz of -spel, of het uitnodigen van een gastspreker die aan de hand van een presentatie de sensibilisering overbrengt.

3 HAALBAARHEID ENERGIEVOORSTELLEN T.O.V. DE ERFGOEDWAARDEN

3.1 BOUWFYSISCH E MAATREGELEN

3.1.1 ISOLEREN HELLENDE DAKEN LANGS DE BINNENZIJDE

Eén van de belangrijkste onderdelen van een woning die de bewoners beschermt tegen weersinvloeden is het dak. Vandaag is nog één dak op drie in Vlaanderen, waaronder woningen met erfgoedwaarde, onvoldoende of niet geïsoleerd. De algemene richtlijnen voor de thermische isolatie van bestaande daken, zijn dezelfde als deze die gelden voor nieuwe constructies. Aangezien het isoleren van een lekkend dak geen zin heeft, moet men voor men overgaat op de werken de waterdichtheid van het bestaande bovendak controleren. Ook moet nagegaan worden of de kwaliteit van de dakstructuur in orde is en of er een onderdak aanwezig is.

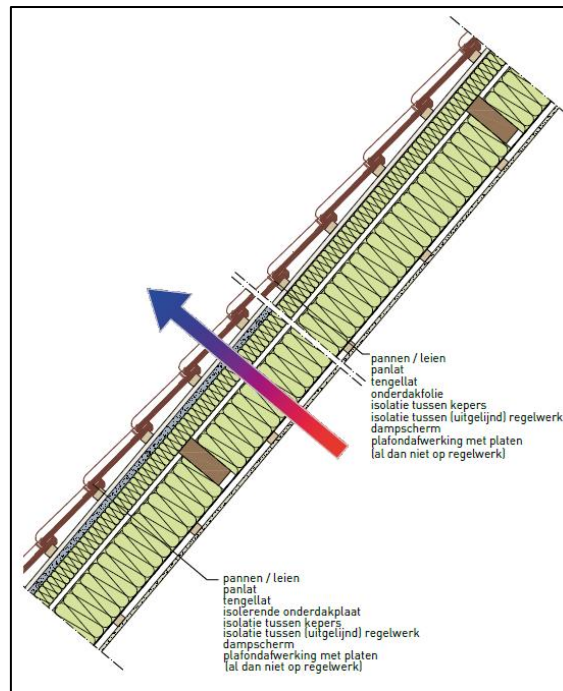
De dakisolatie kan aan de **binnenzijde** van het dak worden geplaatst, waarbij de isolatie aangebracht wordt tussen de kepers. Wanneer er reeds een onderdak aanwezig is, is isolatie aan de binnenkant van een dak sneller aan te brengen dan een sarkingdak omdat de dakbedekking (pannen of leien) kan blijven liggen. Bij het ontbreken van een onderdak kan de isolatie vochtig worden door infiltratie van regenwater tussen de dakbedekking. *De meeste woningen met erfgoedwaarde dateren uit een periode waarin op een andere manier gebouwd werd dan vandaag. De gebouwen werden zo opgetrokken dat vocht altijd gemakkelijk kon verdwijnen door luchtlekken in de bouwschil zonder schade aan te richten. Het ondoordacht plaatsen van isolatie in deze woningen (zonder ventilatie) kan resulteren in ernstige problemen in de vochthuishouding van het gebouw.*⁴ Bij het voorzien van isolatie, dient onder meer rekening te worden gehouden met de aard van het isolatiemateriaal maar bovenal ook met de manier waarop de luchtcirculatie wordt aangepakt.

Damp- en waterdichte isolatiematerialen	Damp- en watertoelaatbare isolatiematerialen
- geëxtrudeerd polystyreen (XPS) - polyurethaan (PUR)	- hennepvezel - vlas - schapenwol
Voordeel: werkwijze	Voordeel: ademend en organisch
Nadeel: geen luchtcirculatie mogelijk	Nadeel: hogere kans op schimmels

Tabel 23: Afweging isolatiematerialen

Bij isoleren aan de binnenzijde moet er rekening gehouden worden met het in huis geproduceerde vocht dat naar buiten zal willen treden. Een dampremmende folie is onontbeerlijk om condensatie tegen het koude onderdak op te vangen. Het dampscherm houdt namelijk het natuurlijke 'damptransport' tegen mits het naadloos en luchtdicht aangebracht wordt (inclusief afgeplakte randen en openingen). Bij binnenisolatie van een woning met erfgoedwaarde, is het wenselijk dat de kapstructuren zichtbaar blijven. Dit heeft wel als consequentie dat het naadloos doortrekken van het dampscherm – zeker ter hoogte van de gordingen – niet meer mogelijk is. Daarom is een luchtdichte aansluiting ter hoogte van de houten spanten van cruciaal belang om het risico op interne condensatie door convectie te vermijden. Dit is de beste garantie om vochtproblemen te vermijden, en laat ook toe om een eventuele aantasting door houtborende insecten op te volgen. Het is belangrijk een goede ventilatie van de binnenruimten te voorzien.

⁴ Graef, 'Afwegingskader voor het plaatsen van dakisolatie bij beschermd erfgoed'.



Figuur 26: Schematische voorstelling van isolatie van een hellend dak tussen de kepers en gordingen

Voor de hellende daken van de tweede verdieping van kasteel Selsaeten is isoleren tussen de kepers een optie. De binnenaafwerking mag hedendaags zijn aangezien het dakgedeelte zelf geen of weinig historische elementen of waarde heeft, noch artistiek of architecturaal.

3.1.2 ISOLEREN PLATTE DAKEN LANGS DE BUITENZIJD

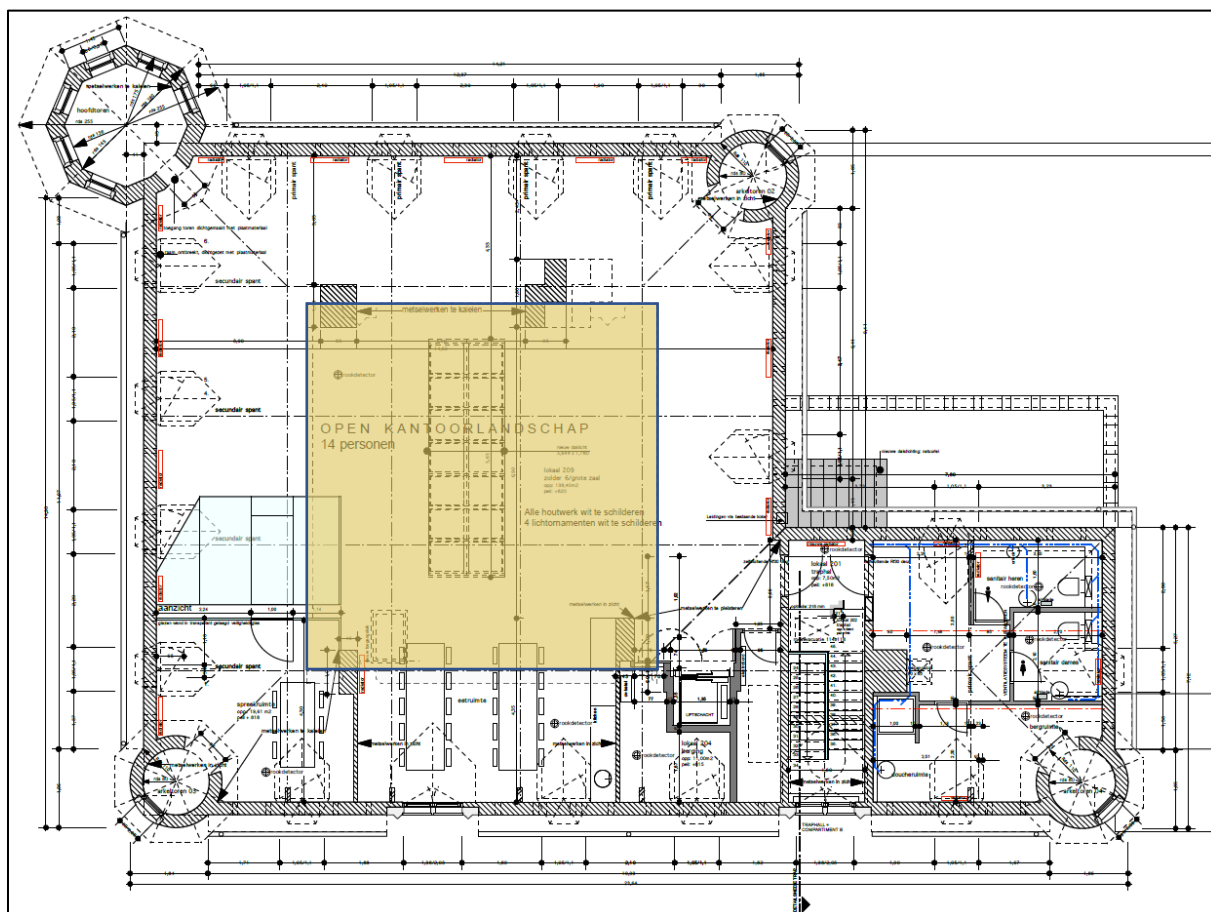
De meeste woningen met erfgoedwaarde hebben een hellend dak, maar een aantal van deze woningen, bijvoorbeeld uit het 20^{ste}-eeuwse interbellum- en naoorlogse erfgoed, is afgewerkt met vlakke dakbedekkingen. Er zijn 3 types

Type	voordelen	nadelen
'warm' dak	- isolatie langs de buitenzijde - gebruik van een waterdichte afdekkingslaag zoals EPDM	- rekening houden met een verhoogd volume - aansluitingen aanpassen wat de erfgoedwaarde kan aanpassen - de hoogte is meestal niet zichtbaar vanaf de straat
omgekeerd dak	- gebruik maken van de bestaande dakafdichting, fungeert als dampscherm. Doorsnede bestaat uit de bestaande dakafdichting, een vochtbestendige isolatielaag en een laag ballast (zoals grind)	- het ballast van het bijkomende gewicht moet op voorhand goed onderzocht worden - rekening houden met een verhoogd volume - aansluitingen aanpassen wat de erfgoedwaarde kan aanpassen
groendak	- het dak wordt voorzien van verschillende soorten vegetatie - het vormt een natuurlijke vorm van isolatie zowel in de winter als zomer. Het is koeler in de zomer en houdt warmte langer vast in de winter.	- Het vergt specifieke technische eisen inzake opbouw, stabiliteit en waterhuishouding. Er is een drainagelaag nodig onder de laag humus. - Bijkomend debiet van regenwater en kans op overstroming van het plat dak.

	- Uit het standpunt van erfgoed zijn er enkel voordelen.	
--	--	--

Tabel 24: Opsomming mogelijkheden isolatie plat dak⁵

Het platte dak heeft een werkingsruimte van ongeveer 70m² om bijkomend te isoleren. Er moet afgewogen worden met de gewenste comforteisen van het kantoorgedeelte op de 2^{de} verdieping of de investering voor bijkomende isolatie nodig is.



Figuur 27: Dakenplan met aanduiding zone plat dak

In elk geval zal het isoleren tot een 'warm' dak of zelfs de aanleg van een groen dak de erfgoedwaarden van het dakgedeelte niet aantasten. Echter blijkt uit een technisch-bouwfysische analyse dat het plat dak de voorgestelde ingrepen niet zal kunnen dragen. De constructie is heden te fragiel.

3.1.3 PLAATSEN MUURISOLATIE LANGS DE BINNENZIJDE

In woningen met erfgoedwaarde zijn vaak monumentale interieuronderdelen aanwezig, zoals houten lambriseringen, historische wandbespanningen, plafondlijsten en monumentale plafonds. In deze gevallen is na-isolatie aan de binnenzijde van gevels niet aangewezen. Isolatiemateriaal mag immers nooit aangebracht worden op historisch waardevolle materialen of wandafwerkingen. Hierdoor zouden elementen met erfgoedwaarde aan het gezicht onttrokken of onherstelbaar beschadigd worden. Het is echter wel zo dat de historische afwerking op zich vaak reeds een zeker isolerend vermogen heeft, wanneer deze in goede staat verkeert. Zo heeft bijvoorbeeld een wandafwerking bestaand uit op kaders gespannen textiel of (papier)behangsel aan de achterzijde een stilstaande luchtlaag die isolerend kan werken. Het aanbrengen van na-isolatie aan de binnenzijde van de gevels in een woning met

⁵ Ibid.

erfgoedwaarde is een drastische ingreep, waaraan een grondige analyse van het hygrothermisch gedrag, de algemene oriëntering (blootstelling aan zon, regen, wind) en de kwaliteiten van de bouwschil dient vooraf te gaan. Concreet dient met heel wat risico's rekening gehouden te worden wanneer binnengevelisolatie wordt aangebracht in een woning met volle muren.⁶

Er zijn verschillende risico's verbonden aan binnenmuurisolatie:

Risico's	Beschrijving
oppervlaktecondensatie	- Schimmelvorming en rot - Slechte isolatie van bouwknopen - Ontstaan van koudebruggen (connectie vloerbalken in het metselwerk)
inwendige condensatie door convectie (luchtstromen)	- Ontsnappen van lucht (winter) of vochtige lucht kan binnenstromen (zomer) via lekken. - Vocht- en schimmelschade op termijn.
inwendige condensatie (door diffusie van waterdamp)	- Kleiner dan schade door convectie - Uitgelokt door wisselend damptransport doorheen de bouwschil doorheen de seizoenen. - Kan voorkomen worden door een dampremmende isolatiesystemen dmv een dampremmende folie aan de 'warme' zijde van de wand. Echter ook weer risico op vocht aan het interieur. En op termijn schimmel. - Een betere oplossing zijn capillair actieve systemen met calciumsilicaatplaten of houtvezelplaten. De mogelijke inwendige condensatie wordt gebufferd en gespreid in het isolatiemateriaal om later terug als damp afgegeven te worden aan de omgeving. Nadeel is een mindere isolerende werking.
vorstschade aan het metselwerk (na isolatie)	- Door de binnenisolatie is er geen uitdroging van vocht naar het interieur meer mogelijk. De buitenmuur zal hierdoor kouder en natter worden. Dit kan resulteren in het stuvriezen van de parementzijde van het metselwerk en/ of het verschijnen van barsten in het metselwerk bij vorst. Het verschijnsel zal voornamelijk optreden op gevels met een hoge regenbelasting (vooral zuidwestgevels).

Tabel 25: Risico's van binnenisolatie muren

Binnengevelisolatie kan niet aangebracht worden wanneer waardevolle interieurbekledingen aanwezig zijn. In alle andere gevallen is diepgaand onderzoek van de mogelijke risico's noodzakelijk. Wanneer beslist wordt binnengevelisolatie toe te passen, is ook de kwaliteit van de uitvoering belangrijk en moet de nodige aandacht besteed worden aan het ventileren van de binnenruimte.

Omwille van bovenstaande bemerkingen over interieurafwerking, zijn verschillende niveaus van het kasteel in ieder geval uitgesloten. Enkel op de tweede verdieping (zolderverdieping) is er een mogelijkheid om te isoleren aan de binnenzijde.

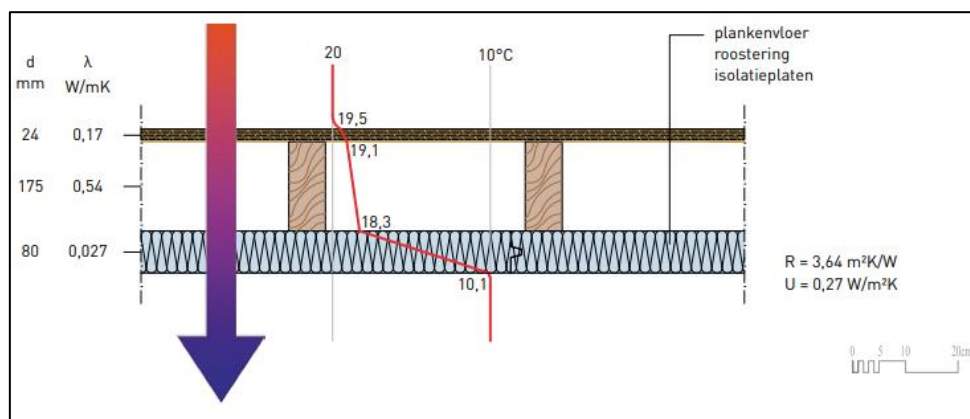
⁶ Vernimme, 'Energiezuinig leven in woningen met erfgoedwaarde', 99–100.

3.1.4 ISOLEREN VAN HET KELDERPLAFOND

Vloerisolatie is voornamelijk interessant bij vloeren die grenzen aan onverwarmde ruimtes zoals kelders en kruipruimtes. In 2011 waren 28% van de Vlaamse woningen uitgerust met vloerisolatie en 11% met kelderisolatie.⁷ Er zijn 2 opties:

A. Isoleren aan de onderkant van de vloer/keldergewelf

Bij vloerisolatie verlaagt de verwarmingsfactuur in de winter, maar wordt het zomercomfort gereduceerd (snellere opwarming in de zomer). Isolatie van vloeren grenzend aan kelders is meestal ook mogelijk in monumenten of woningen met erfgoedwaarde. Voor het aanbrengen van de isolatie dient men wel te vermijden dat monumentale vloeren verwijderd of ontmanteld worden of dat ze door de isolatie aan het zicht onttrokken worden. Daarom gaat men als de kruipruimte hoog genoeg is om erin te komen of als je een onverwarmde kelder hebt, best **isoleren aan de onderkant van de vloer** (eenvoudig in geval van een houten roostering, gecompliceerder in geval van bijvoorbeeld troggewelven). Het extra voordeel bij een houten vloer is dat de kans op houtrot afneemt. Je dient er op te letten dat de warme zijde van de isolatie met een damprem afgewerkt is. Bij deze vorm van isolatie zal er wel een koudebrug blijven bestaan bij de aansluiting op de fundering of dragende muur. Dit is moeilijk te vermijden. Ook mag je niet vergeten de kruipruimte of kelder nadien altijd goed te ventileren. Door de warmteverliezen naar je kelder te beperken, zal die namelijk kouder en vochtiger worden. Indien de kelder vochtig is, kies je best voor waterresistente isolatiematerialen.

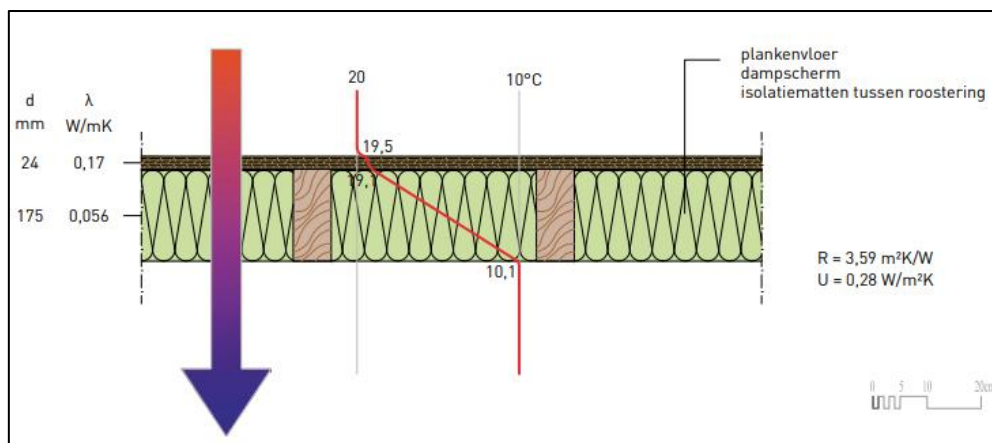


Figuur 28: Schematische voorstelling van isolatie van het keldergewelf

B. Isoleren van de grondvloer

Het **isoleren van de grondvloer** in een woning met erfgoedwaarde is minder evident als er geen kruipruimte of kelder aanwezig is. Een isolatielaag aanbrengen op de vloer zal de (mogelijk waardevolle) vloer en plinten verbergen en je zult genoodzaakt zijn de deuren in te korten. Dit is in het geval van monumentale deuren niet wenselijk. In sommige gevallen- bijvoorbeeld als de vloer in slechte staat is- kan beslist worden de oude vloer weg te nemen en nadien terug te plaatsen met isolatie aan de onderkant. Dan wordt na het wegnemen van de vloer meestal een ondervloer gegoten, want de meeste oude vloeren liggen op een zandbed met daaronder een fundering van steenslag. Bij restauratie kan een vochtfolie worden geplaatst, daarboven een licht gewapende ondervloer en verder buizenchape, thermische isolatie en een dampscherm. De nieuwe draagvloer wordt iets lager geplaatst dan de oorspronkelijke. Daarna kan de gerecupereerde vloerafwerking op het originele niveau herplaatst worden op het zandbed. Het is wel een ingrijpende en dure ingreep in verhouding tot de opgeleverde energiebesparing.

⁷ Ibid., 114.



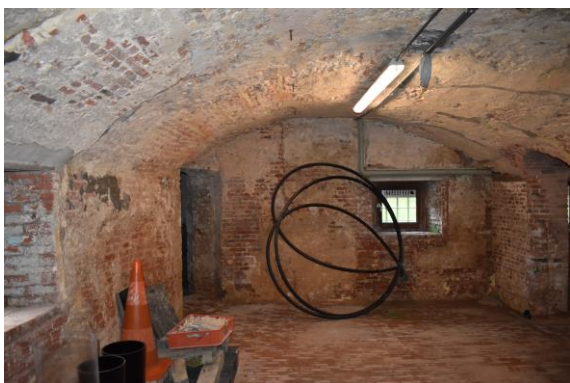
Figuur 29: Schematische voorstelling van isolatie van de grondvloer



Figuur 30: Lokaal 010



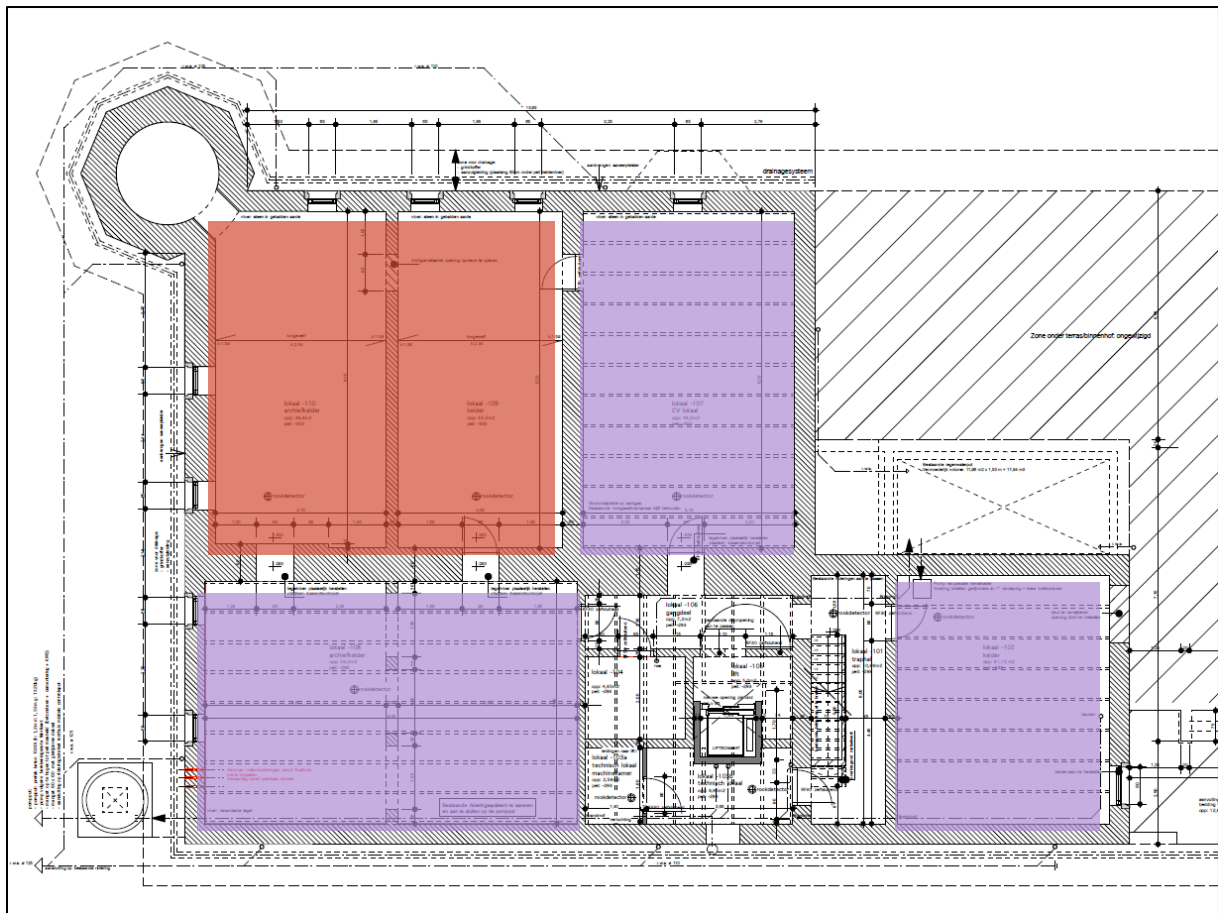
Figuur 31: Lokaal 012



Figuur 32: Lokaal -110



Figuur 33: Lokaal -107



Figuur 34: Kelderplan met aanduiding van de twee typen gewelven.

Voor de case wordt er idealiter geopteerd voor optie A. Het is immers niet mogelijk om zonder schade de huidige parket- en tegelvloer van de gelijkvloerse verdiepingen te verwijderen en terug te plaatsen.

Gezien de complexe vorm van het troggewelf (paarse kleur op kelderplan) is isoleren een complexe technische zaak, zeker om te voorkomen dat er koudebruggen gaan ontstaan. Bijkomend gaat hierdoor het zicht van het gewelf geheel esthetisch aangepast worden. De optie is an sich wel mogelijk, maar is praktisch gezien onmogelijk voor deze casestudy.

3.1.5 VERHOGEN VAN DE LUCHTDICHTHEID

Een ander probleem is het gevaar voor inwendige condensatie door convectie (luchtstromen). Het aanbrengen van binnenisolatie dient met een uitermate grote precisie te gebeuren en met oog voor de luchtdichtheid van de afwerking. Lucht zoekt altijd zwakke punten in de constructie uit, om van plaatsen met hoge luchtdruk naar plaatsen met lage luchtdruk te migreren. Bij een niet luchtdichte afwerking van de binnenisolatie zal de lucht ontsnappen (winter) of zal vochtige lucht binnenstromen (zomer) via deze lekken. Op termijn kan vocht- of schimmelschade ontstaan.

Bij historische draaiende ramen kan kierdichting gebeuren met tochtstrips op de aaneensluitingen van de vleugels en het kozijn. Afdichtingen in soepel materiaal worden aangebracht in sponningen die speciaal daarvoor gemaakt werden. Het bijstellen van de spanjoletten kan ook nuttig zijn om de luchtdichtheid te herstellen.

Energiebesparingen voor ramen ten opzichte van 'normaal' enkel glas zonder kierdichting	
Dubbel glas zonder kierdichting	10%
Kierdichting zonder isolerende beglazing	12%
Kierdichting met enkel isolerend glas	20%
Kierdichting met dubbele beglazing	28%
Achterzetaam	30%

Tabel 26: Percentages met energiebesparing na kierdichting

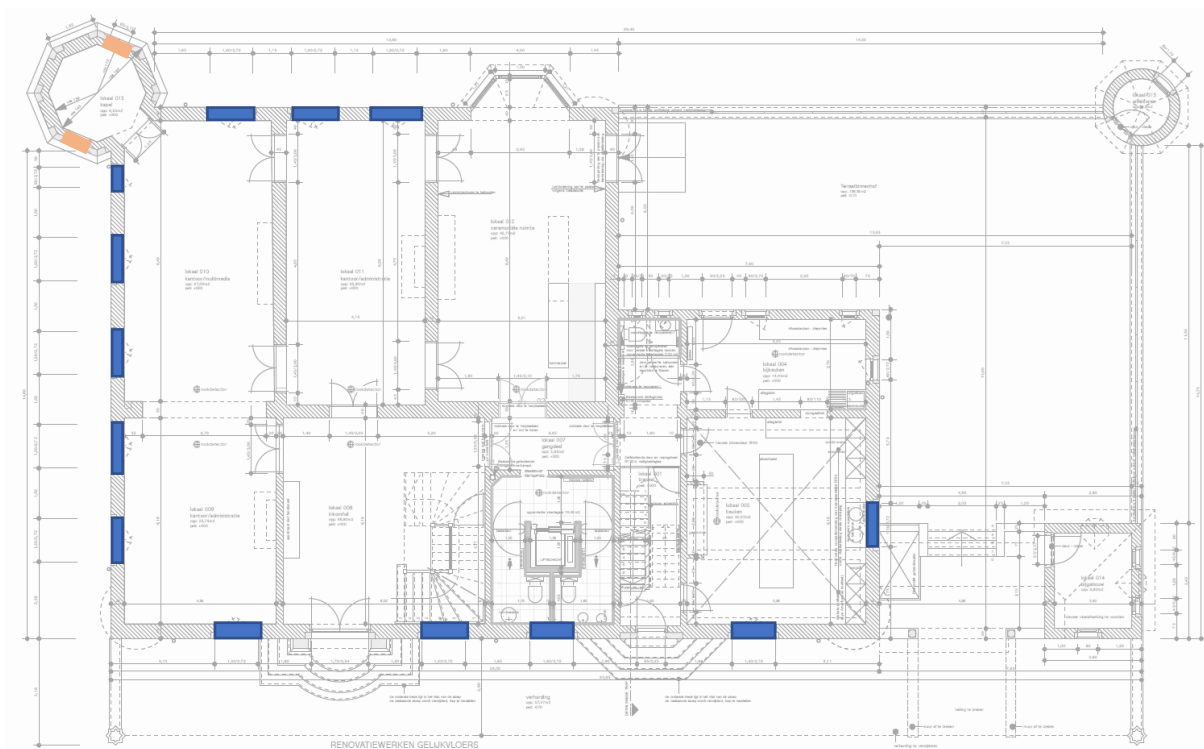
Daarnaast moeten ook andere kieren en spleten in de woning gedicht worden zoals bijvoorbeeld aan de rolluikkast of de brievenbus in de deur. Voor de spleet onder de deur kan je een tochtthond plaatsen of een tochtborstel aanbrengen. Ook in de deurkader kunnen tochtstrips geplaatst worden. Let er ook op dat er geen tocht langs de kelderdeur binnenkomt. Het kan zelfs nuttig zijn een inkomsgas of tochtportaal te voorzien - of in eer te herstellen - aan de voordeur om te vermijden dat koude in de woning binnendringt. Dit is een goede manier om de extra ruimte die vaak voorhanden is in historische gebouwen aan te wenden als thermische buffer.

Wanneer kierdichting aangebracht wordt, is het soms wel *noodzakelijk om extra te ventileren*, anders ontstaan er vochtproblemen binnen de woning. Dit kan op een gecontroleerde manier gebeuren. In ruimtes waar een haardvuur brandt, kan er zelfs gevaar op verstikking dreigen wanneer niet voldoende verlucht wordt.

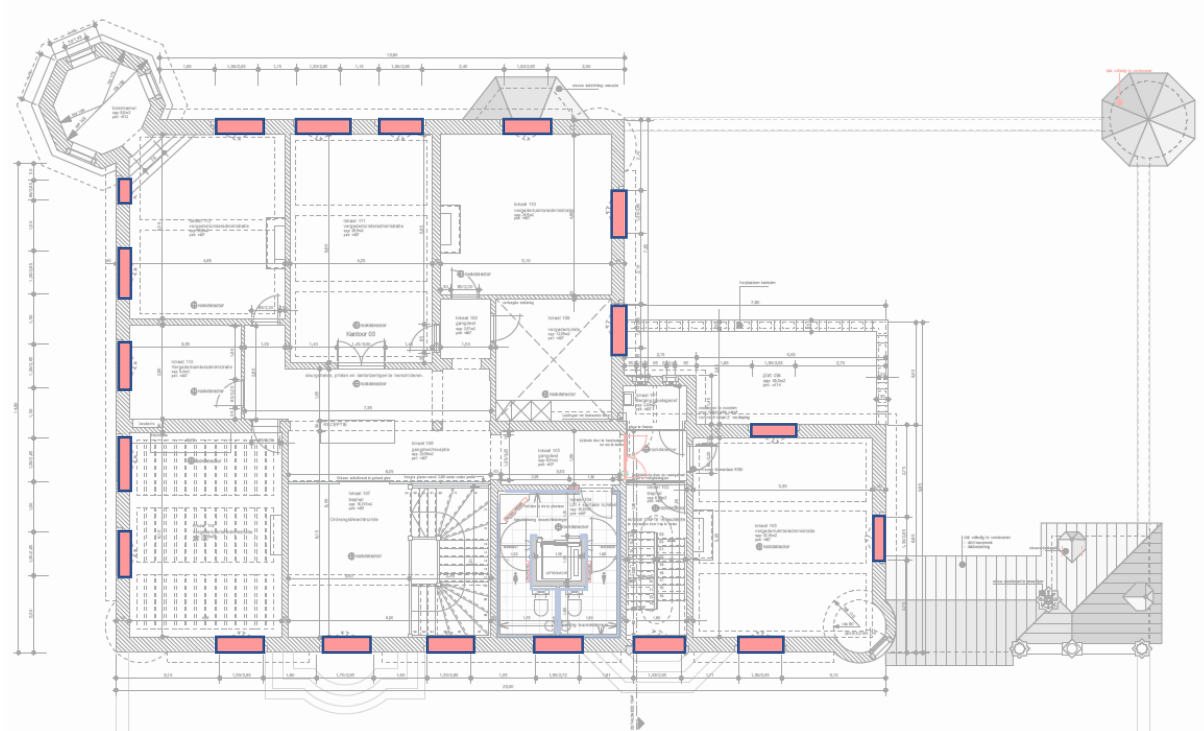
3.1.6 VERVANGEN RAMEN EN SCHRIJNWERK

In het gebouw zijn drie types vensters die nader bekeken moeten worden. Het gaat om glas-in-lood ramen van de kapel in lokaal 013 en kruisvensters in lokalen 010, 011, 008, 005, en 002. Op de eerste verdieping gaat het evenzeer om kruisvensters met een natuurstenen profiel maar met een andere setting. Er wordt telkens afgewogen in hoeverre de bestaande erfgoedwaarden, huidige en gewenste comfortnormen te verzoenen zijn. Er wordt telkens overwogen of de vensters moeten behouden en verbeterd of vervangen worden.⁸

⁸ Mahieu (ed.), 'Afwegingskader historisch schrijnwerk'.



Figuur 35: Plan gelijkvloers met aanduiding van de kruisvensters (blauw) en spitsboogvensters (oranje)



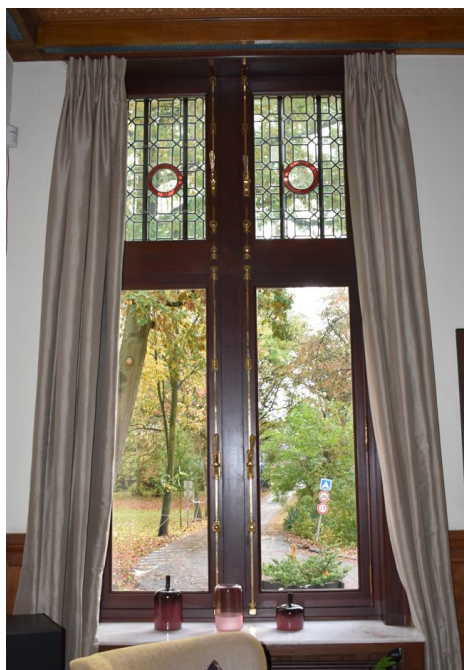
Figuur 36: Plan eerste verdieping met aanduiding van de kruisvensters (roze)

3.1.6.1 VENSTERS GELIJKVLOERS: KRUISVENSTERS

De gelijkvloerse verdieping van het gebouw heeft 13 kruisvensters met houten schrijnwerk. Het schrijnwerk vult de natuurstenen kruisvenster in de voorgevel aan met boven de tussendorpel glas-inlood ramen. Het onderste dubbele venster heeft geen roeden.



Figuur 37: Kruisvensters
gelijkvloers voorgevel



Figuur 38: Houten schrijnwerk kruisvenster
voorgevel interieur

STAP 1: erfgoedwaarden, behoud en herstel of vervangen.

onderzoek erfgoedwaarden

	<i>beoordeling</i>	<i>motivatie</i>
Historische waarde		
schrijnwerk	laag	De esthetiek van het houten schrijnwerk van de vensters is recent (catalogus venster), en dateert uit de late jaren 1970.
glas	laag	Het onderste dubbel venster is dubbel glas dat dateert uit 1982 met povere isolatie kwaliteiten. Het glas-in-lood venster van het bovenlicht is reeds voorzien van een achterraam
hang- en sluitwerk	geen	Het hang- en sluitwerk is een folie in verguld koper zonder historisch meerwaarde
Architecturale waarde	laag	Het houten schrijnwerk past in de zandstenen kruisvensters maar zijn geen meerwaarde <i>an sich</i>
Artistieke waarde	laag	Het venster heeft geen uitgesproken artistieke waarden

onderzoek bewaringstoestand en herstelbaarheid

	<i>beoordeling</i>
vast kader (onderdorpel, tussendorpels, stijlen...)	goed (herstelbaar en regulier onderhoud volstaat)
bewegende delen (raamvleugels, onderdorpels, roeden, deurblad,...)	goed (herstelbaar en regulier onderhoud volstaat)
hang- en sluitwerk	matig (herstelbaar)

EERSTE AFWEGING: historische erfgoedwaarde en bewaringstoestand

	<i>bewaringstoestand</i>	
<i>Historische waarde</i>	<i>Matig of goed</i>	<i>Slecht</i>
<i>Hoog of zeer hoog</i>	behoud en herstel	vervangen naar bestaand model
<i>Geen, lage of neutraal</i>	behoud en herstel of vervangen	vervangen

Conclusie:

In een voorgaande restauratiefase werd gekozen voor een historiserend houten schijnwerk dat ingepast kon worden in het natuurstenen frame van het kruisvenster. Het venster is opgedeeld in een natuurstenen middenstijl en tussendorpel naar een 17^{de}-eeuws voorbeeld. De bouwphase van het huidige kasteel dateert van 1897. Voor deze uitbreidingsfase werd een neorenaissance stijl gekozen en dus de toepassing van kruisvensters. De vensters die reeds in het kasteel aanwezig waren voor deze bouwphase waren 19^{de}-eeuwse Empire-vensters. Door de uitbreidingen en aanpassing van stijl, kan er niet teruggegrepen worden naar een historisch meer passend voorbeeld. Bij deze eerste afweging wordt er geopteerd voor 'behoud en herstel' of 'vervanging' van het schrijnwerk.

STAP 2: onderzoek comfortprestatie**onderzoek bestaande en gewenste comfortprestatie**

	<i>bestaande comfortprestatie</i>	<i>gewenste comfortprestatie</i>
<i>warmtecomfort</i>	laag	voldoet niet, te verbeteren
<i>geluidscomfort</i>	gemiddeld	voldoet niet, te verbeteren
<i>veiligheid</i>	laag	voldoet niet, te verbeteren

Conclusie

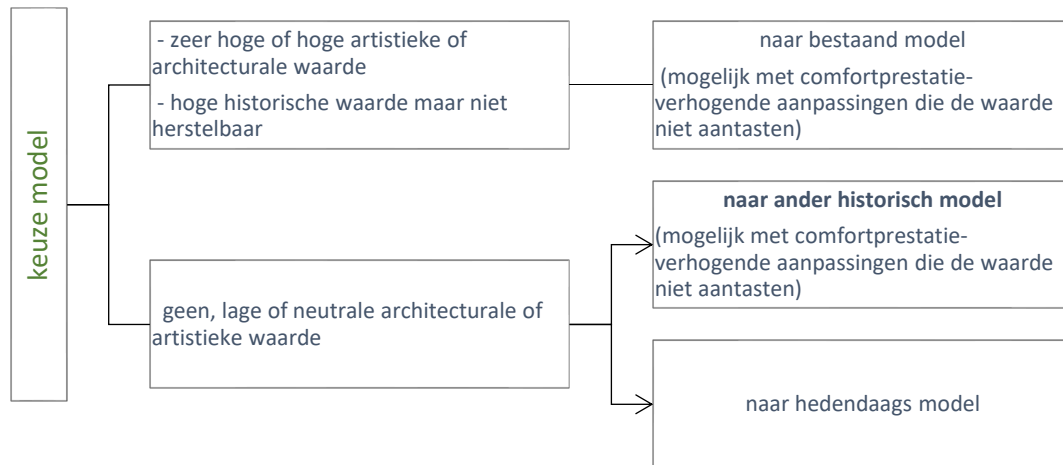
De energieanalyse heeft uitgewezen dat het warmtecomfort van de huidige vensters onvoldoende is. De dichting van de roterende delen is op heden versleten. Ook het huidige dubbel glas is niet van die aard dat het de huidige comfortnormen haalt. Het glas kan niet vervangen worden tot een hedendaags alternatief binnen het huidige schrijnwerk. Bijkomend is het hang- en sluitwerk van slechte kwaliteit en vertoont heden onvolkomenheden en defecten bij dichtingen zodat er courant warmteverlies is. Het hang- en sluitwerk is historiserend in ontwerp maar heeft geen enkele erfgoedwaarde. Door de slechte werking van het sluitwerk, is een aanpassing ervan nodig. Om het meest optimale comfort te behalen, wordt er voor deze ramen gekozen voor de vervanging van het schrijnwerk en de beglazing.

Besluit:

vervanging van het schrijnwerk (STAP3B)

STAP 3B: bij vervanging

TWEEDE AFWEGING: keuze model

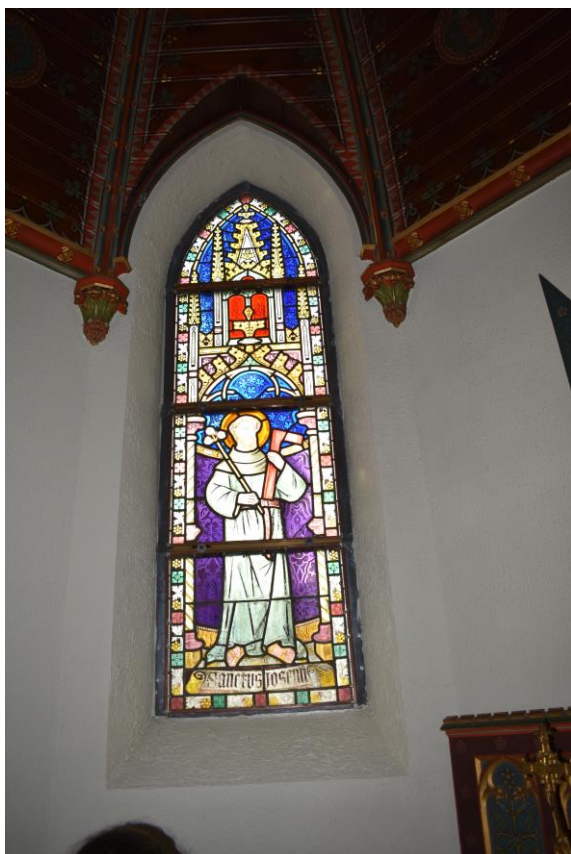


Conclusie en motivatie:

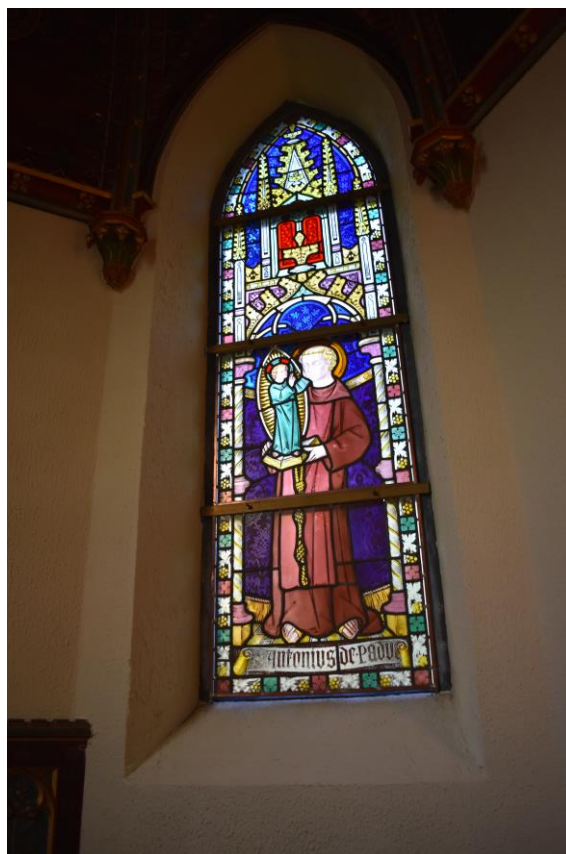
Na de nodige afwegingen komt de conclusie voor de kruisvensters op de gelijkvloerse verdieping neer op het advies om te veranderen naar een historisch verantwoord model met de hedendaagse comfort-, warmte- en veiligheidsnormen. Mits het behoud en herplaatsing van de glas-in-lood ramen boven de tussendorpel. Deze aanpassing moet het warmteverlies in de ruimte counteren. De gelijkvloerse verdieping heeft te maken met een hoog warmteverlies via de vloer naar de kelderverdieping.

3.1.6.2 VENSTERS GELIJKVLOERS: KAPEL

De kapel in de noordwestelijke hexagonale toren heeft twee spitsboogvormige vensters. Beide vensters zijn glas-in-lood ramen met elk een hagiografische beeltenis. Het venster links van het altaar geeft de H. Jozef met de typerende timmermansgereedschap en de bloeiende herdersstok als teken van zijn uitverkoren rol als 'voedervader'. Het venster aan de overzijde geeft Sint-Antonius van Padua weer met de typerende bruine franciscaner pui en een stralende Christusfiguur in een open boek, conform de legende.



Figuur 39: Spitsboogvenster met H. Jozef



Figuur 40: Spitsboogvenster met H Antonius van Padua

STAP 1: erfgoedwaarden, behoud en herstel of vervangen.

onderzoek erfgoedwaarden

	<i>beoordeling</i>	<i>motivatie</i>
Historische waarde		
schrijnwerk	hoog	Het schrijnwerk heeft een hoge historische waarde aangezien het de originele elementen zijn van de laat-19 ^{de} -eeuwse aanpassingsfase.
glas	zeer hoog	Het glas heeft een zeer hoge waarde voor dezelfde reden als het schrijnwerk.
hang- en sluitwerk	n.v.t.	Deze vensters kunnen niet geopend worden.
Architecturale waarde	zeer hoog	De architecturale waarde van deze vensters is zeer hoog. Ze bepalen de functie en vormgeving van de kapelruimte.
Artistieke waarde	zeer hoog	Opnieuw een zeer hoge waarde. De glasramen zijn een voorbeeld van precies historisch vakmanschap.

onderzoek bewaringstoestand en herstelbaarheid

	<i>beoordeling</i>
vast kader (onderdorpel, tussendorpels, stijlen...)	goed (herstelbaar en regulier onderhoud volstaat)
bewegende delen (raamvleugels,	n.v.t.

onderdorpels, roeden, deurbblad,...)		
hang- en sluitwerk	n.v.t.	
EERSTE AFWEGING: historische erfgoedwaarde en bewaringstoestand		
	bewaringstoestand	
Historische waarde	Matig of goed	Slecht
Hoog of zeer hoog	behoud en herstel	vervangen naar bestaand model
Geen, lage of neutraal	behoud en herstel of vervangen	vervangen

Conclusie:

De glas-in-lood ramen van de kapel hebben een zeer hoge historische, architecturale en artistieke waarde. Hun behoud is in ieder geval noodzakelijk voor de esthetiek van de kapel. Bijkomend moet opgemerkt worden dat de vensters in zeer goede staat zijn.

STAP 2: onderzoek comfortprestatie

onderzoek bestaande en gewenste comfortprestatie		
	<i>bestaande comfortprestatie</i>	<i>gewenste comfortprestatie</i>
<i>warmtecomfort</i>	laag	voldoet niet, te verbeteren
<i>geluidcomfort</i>	laag	voldoet niet, te verbeteren
<i>veiligheid</i>	gemiddeld	voldoet niet, te verbeteren

Conclusie

De glas-in-loodvensters zijn onveranderd sinds de plaatsing tijdens de laatste bouwphase aan het einde van de 19^{de} eeuw. Het gaat om enkel glas. Naar warmtecomfort toe is dit type glas ontoereikend. Het geluidcomfort is eveneens laag door de vlotte overgang van geluid doorheen enkel glas. De veiligheid ten opzichte van deze vensters is gemiddeld. Ze zijn hoger in de gevel ingebouwd waardoor de kans op inbraak in deze zone van het kasteel gering is. Desondanks is met zwaar object dergelijk glas zeer snel breekbaar. De prestaties op vlak van warmte, geluid en veiligheid dienen integraal aangepakt te worden.

Besluit: behoud van het schrijnwerk (STAP 3A)

STAP 3A: bij behoud

TWEEDE AFWEGING: comfortverbeteringsmogelijkheden			
mogelijke comfortverbeteringen	impact op historische waarde (schrijnwerk, glas, hang- en sluitwerk)	impact op bestaand raamprofiel	impact op het interieur
<i>kierdichting</i>	weinig	weinig	weinig
<i>luiken</i>	veel	veel	veel
<i>plaatsing achterzetraam</i>	geen	geen	weinig
<i>plaatsen voorzetraam</i>	veel	veel	geen

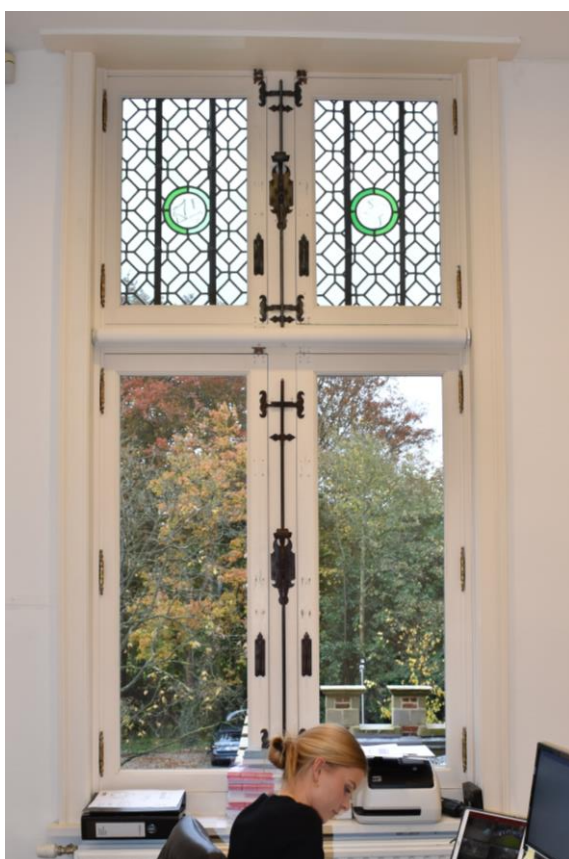
<i>plaatsen oplegbeglazing</i>	geen	weinig	weinig
<i>vervangen van het glas</i>	veel	veel	veel

Conclusie en motivatie:

Om de esthetische impact zo laag mogelijk te houden en de zichtbaarheid van de glasramen te behouden zijn er twee opties die wel de nodige comfortgaranties kunnen garanderen: plaatsing van een achterzetraam en plaatsen van oplegbeglazing. Een achterzetraam heeft visueel meer impact maar zorgt tevens voor extra isolatie door de tussenruimte. Deze optie heeft wel een groter visueel impact. Onze voorkeur gaat uit naar oplegbeglazing.

3.1.6.3 VENSTERS EERSTE VERDIEPING: KRUISVENSTERS

De eerste verdieping kent 18 kruisvensters van ongeveer hetzelfde type als de vensters op de gelijkvloerse verdieping. Het schrijnwerk dateert van de jaren 1970. Het glas in de vensters bestaat uit een drietal verschillende types met elk andere eigenschappen en samenstelling.



Figuur 41: Kruisvenster interieur 1^{ste} verdieping



Figuur 42: Detail schrijnwerk

STAP 1: erfgoedwaarden, behoud en herstel of vervangen.

onderzoek erfgoedwaarden

	<i>beoordeling</i>	<i>motivatie</i>
Historische waarde		

<i>schrijnwerk</i>	laag	De esthetiek van het houten schrijnwerk van de vensters is recent (catalogus venster), en dateert uit de late jaren 1970.
<i>glas</i>	geen	Het onderste dubbel venster is dubbel glas dat dateert uit 1982 met povere isolatie kwaliteiten. Het glas-in-lood venster van het bovenlicht is reeds voorzien van een achterraam
<i>hang- en sluitwerk</i>	laag	Het hang- en sluitwerk is een folie in verguld koper zonder historisch meerwaarde
Architecturale waarde	laag	Het houten schrijnwerk past in de zandstenen kruisvensters maar zijn geen meerwaarde <i>an sich</i>
Artistieke waarde	laag	Het venster heeft geen uitgesproken artistieke waarden

onderzoek bewaringstoestand en herstelbaarheid

	beoordeling
vast kader (onderdorpel, tussendorpels, stijlen...)	goed (herstelbaar en regulier onderhoud volstaat)
bewegende delen (raamvleugels, onderdorpels, roeden, deurblad,...)	matig (herstelbaar)
hang- en sluitwerk	matig (herstelbaar)

EERSTE AFWEGING: historische erfgoedwaarde en bewaringstoestand

	bewaringstoestand	
Historische waarde	<i>Matig of goed</i>	<i>Slecht</i>
<i>Hoog of zeer hoog</i>	behoud en herstel	vervangen naar bestaand model
<i>Geen, lage of neutraal</i>	behoud en herstel of vervangen	vervangen

Conclusie:

In een voorgaande restauratiefase werd gekozen voor een historiserend houten schijnwerk dat ingepast kon worden in het natuurstenen frame van het kruisvenster. Het venster is opgedeeld in een natuurstenen middenstijl en tussendorpel naar een 17^{de}-eeuws voorbeeld.⁹ De bouwfase van het huidige kasteel dateert van 1897. Voor deze uitbreidingsfase werd een neorenaissance stijl gekozen en dus de toepassing van kruisvensters. De vensters die reeds in het kasteel aanwezig waren voor deze bouwfase waren 19^{de}-eeuwse Empire-vensters. Door de uitbreidingen en aanpassing van stijl, kan er niet teruggerepen worden naar een historisch meer passend voorbeeld. Bij deze eerste afweging wordt er geopteerd voor 'behoud en herstel' of 'vervanging' van het schrijnwerk.

⁹ van Hemert, *Kozijnen, ramen, deuren, luiken*.

STAP 2: onderzoek comfortprestatie

onderzoek bestaande en gewenste comfortprestatie

	<i>bestaande comfortprestatie</i>	<i>gewenste comfortprestatie</i>
<i>warmtecomfort</i>	gemiddeld	voldoet niet, te verbeteren
<i>geluidscomfort</i>	gemiddeld	voldoet niet, te verbeteren
<i>veiligheid</i>	laag	voldoet niet, te verbeteren

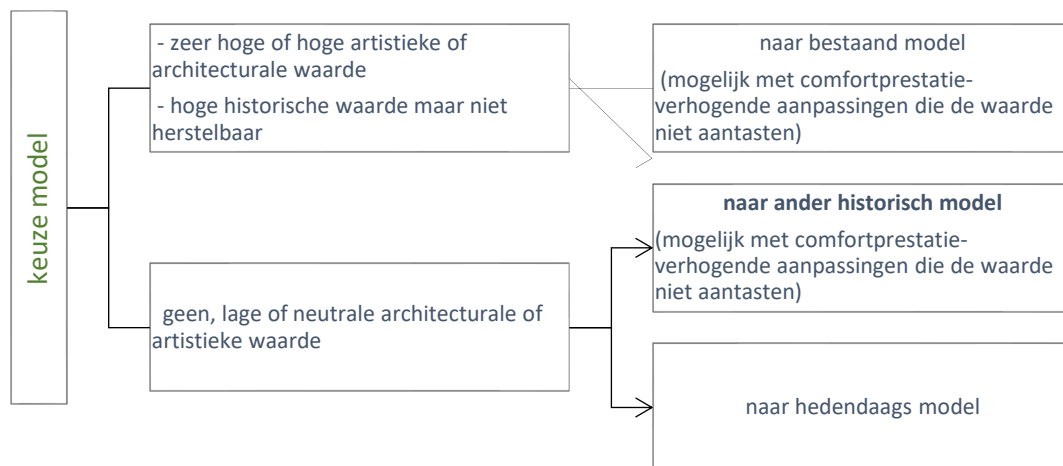
Conclusie

De energieanalyse heeft uitgewezen dat het warmtecomfort van de huidige vensters onvoldoende is. De dichting van de roterende delen is op heden versleten. Ook het huidige dubbel glas is niet van die aard dat het de huidige comfortnormen haalt. Bijkomend is het hang- en sluitwerk van slechte kwaliteit en vertoont heden onvolkomenheden en defecten bij dichtingen zodat er courant warmteverlies is. Het hang- en sluitwerk is historiserend in ontwerp maar heeft geen enkele erfgoedwaarde. Door de slechte werking van het sluitwerk, is een aanpassing ervan nodig. Om het meest optimale comfort te behalen, wordt er voor deze ramen gekozen aanpassingen zonder aanpassing van het schrijnwerk. Doordat de eerste verdieping een gelijkaardige energieanalyse heeft dan de gelijkvloerse verdieping, waar er warmteverlies is naar de kelderverdieping, gaat de volledige vervanging van het schrijnwerk en beglazing significante verbeteringen geven.

Besluit: vervanging van het schrijnwerk (STAP3B)

STAP 3B: bij vervanging

TWEDE AFWEGING: keuze model



Conclusie en motivatie:

Na de nodige afwegingen komt de conclusie voor de kruisvensters op de gelijkvloerse verdieping neer op het advies om te veranderen naar een historisch verantwoord model met de hedendaagse comfort-, warmte- en veiligheidsnormen. Mits het behoud en herplaatsing van de glas-in-lood ramen boven de tussendorpel. Deze aanpassing moet het warmteverlies in de ruimte counteren.

3.1.7 VERVANGEN DEUREN

De voorgevel van het gebouw heeft twee historische toegangsdeuren met erfgoedwaarde, een tot de inkomhal en een tot de traphal annex aan de keuken. Een derde toegangsdeur bevindt zich in de achtergevel, in de bijkeuken. Dit is echter reeds een recent model.



Figuur 43: Voordeur links



Figuur 44: Voordeur rechts (traphal)

STAP 1: erfgoedwaarden, behoud en herstel of vervangen.

onderzoek erfgoedwaarden

	<i>beoordeling</i>	<i>motivatie</i>
Historische waarde		
schrijnwerk	hoog	De deuren zijn vermoedelijk niet meer vervangen sinds de uitbreidingen van het einde van de 19 ^{de} eeuw. Hierdoor hebben ze een hoge erfgoedwaarde als neo-vlaamse renaissance getuigen.
hang- en sluitwerk	neutraal	Het hang- en sluitwerk lijkt aangepast.
Architecturale waarde	hoog	Het schrijnwerk van de deuren past in het kader van de natuurstenen portalen. Ongeacht de verandering in kleur (origineel in de natuurlijke bruine kleur) is de esthetiek architecturaal bepalend voor de gehele stijl van de gevel.
Artistieke waarde	hoog	De deuren hebben een hoge artistieke waarde, zeker met de aanvulling van de glasramen.

onderzoek bewaringstoestand en herstelbaarheid

	beoordeling	
bewegende delen (deurvleugels, onderdorpels, roeden, deurblad,...)	goed (herstelbaar en regulier onderhoud volstaat)	
hang- en sluitwerk	goed (herstelbaar en regulier onderhoud volstaat)	
EERSTE AFWEGING: historische erfgoedwaarde en bewaringstoestand		
	bewaringstoestand	
Historische waarde	<i>Matig of goed</i>	<i>Slecht</i>
<i>Hoog of zeer hoog</i>	behoud en herstel	vervangen naar bestaand model
<i>Geen, lage of neutraal</i>	behoud en herstel of vervangen	vervangen

Conclusie:

De deuren in de voorgevel zijn robuust, goed onderhouden en van een hogere erfgoedwaarde. Ze dragen bijkomend bij aan de artistieke en architecturale waarden van de voorgevel. De houten deuren worden best behouden en hersteld waar nodig.

STAP 2: onderzoek comfortprestatie

onderzoek bestaande en gewenste comfortprestatie

	bestaande comfortprestatie	gewenste comfortprestatie
warmtecomfort	laag	voldoet niet, te verbeteren
geluidscomfort	gemiddeld	voldoet niet, te verbeteren
veiligheid	laag	voldoet niet, te verbeteren

Conclusie

De energieanalyse heeft uitgewezen dat het warmtecomfort van de huidige deuren onvoldoende is. Vooral bij de centrale sluiting is er een aanzienlijk warmteverlies.

Besluit: behoud van de deuren met een initiatief voor kierdichting met tochtstrips bij de sluiting.

3.2 INSTALLATIE-TECHNISCHE MAATREGELEN

3.2.1 PLAATSEN VAN PV-PANELEN

Er zijn verschillende mogelijkheden om de zon als energiebron aan te wenden.

				installatie	
				inbouwinstallatie	vrijstaande installatie
systemen	zonnewarmtesystemen	zonneboiler	water of lucht wordt verwarmd via zonlicht / installatie met collector, buizensysteem, pomp, voorraadvat, temperatuursensoren en naverwarmer	/	ja, altijd zichtbaar, moet op dak (korte keten), altijd schade of verlies kwaliteit dakmateriaal
		zonthermische daken	zonnectoren geïntegreerd in het dakvlak / onafgedekte leien op collector (hogere dakrand)	ja, geen onderscheid zichtbaar	/
	zonnestroomsystemen		zonnectoren of fotovoltaïsche cellen zetten zonlicht om in elektriciteit (stroomproducerende dakpannen, leien, glas, epdm, bitumen of apart via zonnepanelen) / enkel kabels en een omvormer nodig	ja, vb. stroomproducerende leien of glas in het dakvlak	ja vb zonnepanelen, altijd zichtbaar, kan ook losstaand, altijd schade of verlies kwaliteit dakmateriaal

Figuur 1: Mogelijkheden zonne-energie

In een erfgoedcontext moet er echter steeds voor gekeken worden dat de erfgoedwaarden niet in het gedrang komen zowel voor het exterieur als interieur. Per erfgoedwaarde is een risico verbonden.

Hoog risico op schade door het winnen van zonne-energie bij	architecturale waarde artistieke waarde esthetische waarde historische waarde ruimtelijk-structurerende waarde
Risico is afhankelijk van de specifieke motivering bij	archeologische waarde industrieel-archeologische waarde stedenbouwkundige waarde technische waarde wetenschappelijke waarde
Zonder risico op schade door het winnen van zonne-energie bij	culturele waarde sociale waarde volkskundige waarde

Tabel 1: Hoog/laag/wisselend risico op schade door nieuwe toevoegingen voor het winnen van zonne-energie

De basisregel luidt 'een zonne-energie-installatie wordt geplaatst op de minst waardevolle en minst kwetsbare delen van een site'. Een installatie is te verkiezen op nieuwe constructies in plaats van op een (oud) waardevol gebouw en te verkiezen op secundaire gebouwen en daken boven een plaatsing op een hoofdgebouw of hoofddak. Ook de begane grond, apart van het gebouw is een optie, maar enkel voor zonnestroomsystemen.¹⁰

Het kasteel van Selsaeten heeft in eerste instantie een hoge architecturale, artistieke en esthetische waarde. Deze waarden zijn tevens op toepassing van het dak. Dit groot mansardedak bestaat uit een gedeelte van hellende daken met dakvensters. Echter deze dakgedeelten zijn goed zichtbaar vanaf de begane grond en bepalen de leesbaarheid en context van het gebouw. Op de hellende gedeelten is de plaatsing van zonnepanelen niet gunstig. Het gedeelte plat dak dat eerder reeds besproken werd, is ongeveer 70m² groot, maar de huidige dakconstructie is te fragiel om dergelijk gewicht op te vangen.

De oplossing kan bestaan in de plaatsing van zonnepanelen op de begane grond. Ten noorden van het kasteel kan dit in een open natuurzone, afgeschermd door een talud.

3.3 REG-MAATREGELEN

3.3.1 ISOLEREN VAN CV-LEIDINGEN

In het kasteel in Selsaeten zijn er voornamelijk in de kelder leidingen die niet geïsoleerd zijn in een onverwarmde ruimte. Dit betekent dat er een verlies is aan warmte en energie-efficiëntie.

Gezien deze leidingen in de kelderverdieping bevinden, uit het zicht, is er op vlak van erfgoedwaarden geen bezwaar tegen dit voorstel.

3.3.2 PLAATSEN VAN RADIATORFOLIE

Door het erfgoedkarakter in de openbare ruimtes, is het plaatsen van de radiatorfolie tegen de zichtbare muur afteraden. Een folie die aan de achterzijde van de radiatoren kan geplaatst worden om zo de warmtecoëfficiënt te verhogen, is wel toegestaan.

¹⁰ Buyle, 'Afwegingskader zonne-energie in een erfgoedcontext'.

4 AANBEVOLEN ENERGIEBESPARENDE MAATREGELN VOOR ONROEREND ERFGOED

Hieronder zijn alle maatregelen gerangschikt volgens terugverdientijd. Bovenaan zijn de maatregelen terug te vinden die snel terugverdiend worden, onderaan de maatregelen die over langere termijn terugverdiend worden. Op deze manier wordt er een overzicht verschaft van de verschillende maatregelen, en kunnen ze objectief tegenover elkaar afgewogen worden.

Verder wordt ook de impact op de erfgoedwaarde en de praktische haalbaarheid van deze maatregelen besproken.

De terugverdientijden zijn gebaseerd op geraamde investeringskosten enerzijds en op gemiddelde toegepaste energieprijzen anderzijds.

Elektriciteit gemiddeld	22 cent / kWh excl. BTW
Aardgas gemiddeld	10,5 cent / kWh excl. BTW

Op de volgende pagina is een overzicht te zien van alle maatregelen gerangschikt volgens terugverdientijd.

Legende:	TVT	Terugverdientijd
	A	Quick win
	B	Prioritair uit te voeren investering, technische haalbaar
	C	Interessante maatregel, technisch haalbaar
	D	Langere terugverdientijd
	E	Technische haalbaarheid onzeker

Let op: De geraamde besparingen kunnen niet zomaar zonder meer worden opgeteld. Het nemen van een eerste maatregel zal als gevolg hebben dat er al een energiebesparing wordt gerealiseerd. De daarop volgende maatregel zal procentueel wel de verwachte besparing realiseren, maar dan op het reeds door de vorige maatregel verlaagde verbruik. In absolute cijfers zal de volgende besparing dus lager liggen.

Nr	Haalbaarheid	Categorie	Beknopte beschrijving	Potentiële energiebesparing (kWh/jaar)		Jaarlijkse besparing (Euro/jaar)	Investering (Euro)	TVT (jaar)	IRR (% na 15j)	Reductie CO2-uitstoot (ton/jaar)
				Elektriciteit	Aardgas					
9	A	Verwarming	Isoleren van leidingen	0	12.535	1.316	1.278	1	1,1	2,5
19	B	Verlichting	Optimaliseren sturing verlichting	386	0	1.231	150	2	0,6	0,1
4	B	Isolatie	Isoleren vloer boven kelder	0	31.344	3.291	15.388	4	0,3	126,6
10	B	Verwarming	Plaatsen radiatorfolie	0	5.361	563	2.470	5	0,3	1,1
8	C	Verwarming	Optimalisatie sturing	0	7.043	740	5.000	6	0,2	1,4
11	C	Verlichting	Relighting	386	0	97	1.013	9	0,1	0,1
13	C	Opwekking	Plaatsen van zonnepanelen	6.546	0	815	10.269	10	0,1	1,7
18	C	Overige	Energie monitoring	2.491	11.269	1.231	13.177	11	0,1	2,9
16	D	Isolatie	Verhogen van de luchtdichtheid	0	7.043	740	16.375	16	0,0	1,8
15	D	Verwarming	Radiatoren vervangen door convectoren	0	4.144	435	12.950	20	0,0	0,8
3	D	Isolatie	Isoleren buitengevel	0	32.534	3.416	211.210	30	-0,1	6,6
2	D	Isolatie	Isoleren plat dak	0	1.170	257	21.813	36	-0,1	0,2
17	D	Isolatie	Nieuwe deuren plaatsen	0	1.840	193	15.750	37	-0,1	0,4
7	D	Isolatie	Voorzetgas toevoegen ramen kapel	0	456	48	5.000	42	-0,1	0,1
14	D	Overige	Uitvoeren sensibiliseringscampagne	289	1.409	-289	1.500	42	NVT	0,4
1	D	Isolatie	Isoleren hellend dak	0	2.993	314	37.337	43	-0,2	0,6
5	D	Isolatie	Vervangen ramen gelijkvloers	0	5.813	610	117.562	54	-0,2	1,2
6	E	Isolatie	Vervangen ramen verdieping 1 en 2	0	3.796	399	198.507	76	-0,2	0,8
12	E	Opwekking	WKK	3.397	-4.065	-1.738	17.600	NVT	NVT	0,1
Totaal				13.108	124.686	12.440	704.199			149,3

Tabel 27: Samenvatting potentiële jaarlijkse energiebesparing

4.1 MAATREGELEN DIE ENERGETISCH INTERESSANT ZIJN EN GEEN INBREUK DOEN OP DE ERFGOEDWAARDE

De volgende maatregelen besparen energie en doen geen inbreuk op de erfgoedwaarden. Deze maatregelen worden aangeraden om uit te voeren om het duurzaam karakter van het kasteel te verhogen. De maatregelen gerangschikt op de terugverdientijd.

type maatregelen	beschrijving
1. Maatregelen in de kelder	<i>Het isoleren van de warme leidingen in de onverwarmde kelder en de sturing van de verlichting aanpassen zijn maatregelen met een beperkte investeringskost en zijn snel terugverdiend.</i>
2. Radiatorfolie plaatsen	<i>Dit vraagt slechts een beperkte investering, zorgt dat de warmte binnengehouden wordt en heeft geen invloed op de waarde van het onroerend erfgoed.</i>
3. Optimalisatie sturing verwarming	<i>Momenteel is er weinig sturing aanwezig in het gebouw waardoor de warmtevraag niet goed verdeelt wordt. Het optimaliseren van de sturing van de warmte heeft geen invloed op de historische waarde en verhoogt de energie-efficiëntie.</i>
4. Energiemonitoring	<i>Een energiemonitoringssysteem zal de historische waarde van het gebouw niet verlagen en is op energetisch vlak een goede manier om het verbruik te leren kennen en actief te verlagen. Het is behulpzaam om bij momenten van een verhoogd energieverbruik te gaan analyseren waar het toekomstig verbruik vandaan komt.</i>
5. Radiatoren vervangen door convectoren	<i>Doordat de radiatoren omkast zijn gaat het deel van de warmte dat vrijkomt als straling minder efficiënt verspreid worden in de ruimte. De warmteoverdracht naar de ruimte zal efficiënter gebeuren via convectoren die minder warmte als straling vrijgeven. Het verschil is echter niet zo groot waardoor deze maatregel op langere termijn zich terugverdiend.</i>
6. Uitvoeren van een sensibiliseringscampagne	<i>Een sensibiliseringscampagne zal op deze site niet veel energie meer besparen. Het kan wel goed zijn om de duurzaamheidsgedachte die aanwezig is bij de werknemers te behouden en te versterken.</i>
7. Isoleren plat dak	<i>Het platte dak is momenteel geïsoleerd. Er kan hier nog extra geïsoleerd worden om het aardgasverbruik te verlagen.</i>
8. Vervangen van de ramen	<i>De warmte die momenteel verloren gaat via de ramen kan verlaagd worden door de ramen te vervangen door ramen en profielen met een lagere U-waarde. Het aardgasverbruik zal hierdoor dalen. Dit is van toepassing op de kruisvensters op de gelijkvloerse en eerste verdieping (31 in totaal). Het huidige schrijnwerk dateert uit de tweede helft van de 20^{ste} eeuw en heeft bijgevolg een lage historische of artistieke waarde. Echter, moet er wel benadrukt worden dat er niet geadviseerd mag worden voor een modern vensters. Nieuwe vensters moeten letterlijk kaderen in het 19^{de}-eeuwse uitzicht van het kasteel. Er is een lange terugverdientijd wanneer de ramen zullen vervangen worden maar uit duurzaamheidsperspectieven en langetermijnvisie blijft dit een interessante maatregel om uit te voeren.</i>

4.2 MAATREGELEN DIE ENERGETISCH RENDABEL ZIJN, GEEN INBREUK DOEN OP DE ERFGOEDWAARDE MAAR PRAKTISCH NIET HAALBAAR ZIJN

De volgende maatregelen voldoen aan de voorwaarden van energetische maatregelen en doen geen inbreuk aan de erfgoedwaarden maar zijn de praktisch gezien niet haalbaar:

type maatregelen	beschrijving
1. Plaatsen van zonnepanelen	<i>Zonnepanelen is energetisch interessant voor de site maar is praktisch niet haalbaar vanwege een slechte stabiliteit van het dak. De stabiliteit van het dak verhogen zou de erfgoedwaarde verlagen waardoor dit ook geen mogelijke optie is.</i>

2.	Verhogen van de luchtdichtheid	<i>Door een slechte aansluiting van de deuren en ramen ontsnapt er veel warmte via spleten en kieren. Er kunnen rubbers in de raamprofielen verwerkt worden maar er bestaat een groot risico dat de raamkozijnen hierbij beschadigd geraken door hun slechte toestand. Het plaatsen van nieuwe ramen is een veiligere optie en zal de warmte nog meer kunnen binnenhouden.</i>
3.	Warmtepomp	<i>Het plaatsen van een warmtepomp is niet in detail onderzocht aangezien de ketels die momenteel geïnstalleerd zijn, halen een hoog rendement. De energiewinst die behaald zou kunnen worden ten opzichte van de ketels zou beperkt zijn en niet voldoende om de investeringskost te overbruggen van een lucht-water warmtepomp.</i>

4.3 MAATREGELEN DIE ENERGETISCH RENDABEL ZIJN MAAR INBREUK DOEN OP DE ERFGOEDWAARDE

De volgende maatregelen voldoen aan de voorwaarden van onroerend erfgoed maar zijn energetisch en/of economisch niet rendabel zijn:

type maatregelen	beschrijving
1. Isoleren van de keldergewelven	<i>De erfgoedwaarden van de ton- en troggewelven van de kelder worden geschaad indien met overgaat op het aanbrengen van isolatie. Het kan een oplossing bieden voor het prangende warmteverlies. Echter, het aanpassen en isoleren van de bestaande parketvloer op de gelijkvloerse verdieping is evenzeer een optie zonder de eigenschappen en erfgoedwaarden aan te tasten.</i>
2. Isoleren van de buitengevel	<i>De historische waarde kan niet bewaard blijven wanneer de buitengevel geïsoleerd wordt, zowel aan de buitenzijde als aan de binnenzijde.</i>
3. Nieuwe buitendeuren plaatsen	<i>Het plaatsen van nieuwe deuren zal inbreuk doen op de historische waarde van het gebouw.</i>
4. Isoleren hellend dak	<i>Het uitzicht van het dak kan niet bewaard blijven wanneer er extra isolatiemateriaal zal worden toegevoegd.</i>

4.4 MAATREGELEN DIE ENERGETISCH NIET RENDABEL ZIJN

De volgende maatregelen zijn energetisch en/of economisch niet rendabel:

type maatregelen	beschrijving
1. Plaatsen van micro-WKK	<i>Een WKK plaatsen is niet voordelig aangezien de draaiuren te laag zouden zijn om de installatie voordelig te maken.</i>

5 BIBLIOGRAFIE

Agentschap Onroerend Erfgoed. 'Kasteel Selsaeten'. In *Inventaris Onroerend Erfgoed*. Geraadpleegd 3 november 2021. <https://inventaris.onroenderfgoed.be/erfgoedobjecten/14443>.

Buyle, Eline. 'Afwegingskader zonne-energie in een erfgoedcontext'. *Afwegingskaders agentschap Onroerend Erfgoed* 5 (2018). <https://oar.onroenderfgoed.be/publicaties/AKOE/5/AKOE005-001.pdf>.

Gervais, Michaël. 'Bouwhistorische nota, Kasteel Selsaeten'. Mol: EON Architecten, 2020.

Graef, Rudy De. 'Afwegingskader voor het plaatsen van dakisolatie bij beschermd erfgoed'. *Afwegingskaders agentschap Onroerend Erfgoed* 4 (2017). <https://oar.onroenderfgoed.be/publicaties/AKOE/4/AKOE004-001.pdf>.

Hemert, Ries van. *Kozijnen, ramen, deuren, luiken : handboek voor timmerlieden betrokken bij restauratie van monumenten*. Amsterdam : NRC, 2009. <https://www.unicat.be/uniCat?func=search&query=sysid:89571012>.

Mahieu (ed.), Frederik. 'Afwegingskader historisch schrijnwerk'. *Afwegingskaders agentschap Onroerend Erfgoed* 3 (2017). <https://oar.onroenderfgoed.be/publicaties/AKOE/3/AKOE003-001.pdf>.

Sledsens, Aloïs. *Wommelgem door de eeuwen heen. Tweede bijdrage tot de geschiedenis van Wommelgem*. Boechout Moderne Drukkerij Jos. Verheyen, 1965.

Vernimme, Nathalie. 'Energiezuinig leven in woningen met erfgoedwaarde'. *Handleidingen agentschap Onroerend Erfgoed* 1 (2013). <https://oar.onroenderfgoed.be/publicaties/HAOE/1/HAOE001-001.pdf>.