

VERSLAG ENERGIE-AUDIT

Villa Malvina

OPDRACHTGEVER

WDW Services BVBA
Krabbenberg 9
3090 Overijse

PROJECTLOCATIE

Zeedijk 69
8420 Wenduine

PROJECTOMSCHRIJVING

Restauratie & renovatie beschermd monument



ONZE PROJECTREFERENTIE

19067 Villa Malvina Wenduine

DATUM

29 april 2019

Zonder de voorafgaande schriftelijke toestemming van EMS mag geen enkel onderdeel of uittreksel uit deze tekst worden weergegeven of in een elektronische databank worden gevoegd, noch gefotokopieerd of op een andere manier vermenigvuldigd.

Onze ref.: 19067 Villa Malvina Wenduine Audit verslag

Vosselaestraat 7 - 9850 Nevele

Tel : 09/328.58.54

Fax : 09/328.64.59

Ondern. Nr.:0886335520

www.ems-advies.be

info@ems-advies.be

IBAN BE33 8902 6409 3746

BIC VDSPBE91

Energiedeskundige (erkenningen EPB & types A, B en C)

Milieuoördinator type A H.R.: rpr Gent

Inhoud

1	INLEIDING	2
2	Analyse van de erfgoedwaarden, - elementen, en -kenmerken die impact ondervinden van de energiebesparende maatregelen	3
3	Analyse van de bestaande energie-efficiënte toestand van het gebouw	5
4	Analyse van de energieverliezen	7
5	Concrete aanbevelingen om beter te isoleren en energie te besparen	9
5.1	Dakisolatie	9
5.2	Schrijnwerk	11
5.3	Muurisolatie	13
5.4	Vloerisolatie	15
5.5	Luchtdichtheid	17
5.6	Technieken	18
6	Kostenbatenanalyse van de ingrepen	20
7	Impactanalyse / wijze van verzoenen energiebesparende maatregelen met erfgoedwaarden en risicoanalyse	22
8	Bijlagen	25
8.1	Zonnekaart	25
8.2	Premieoverzicht	25

1 INLEIDING

Voor de renovatie van het beschermd monument 'Villa Malvina', gelegen te Zeedijk 69 – 8420 Wenduine, wordt een energie-audit opgesteld in het kader van de richtlijn 'betoelaagbaarheid van beheersmaatregelen, werkzaamheden of diensten voor bouwkundig erfgoed met erfgoedpremie of onderzoekspremie' van onroerend erfgoed.

Op basis van de richtlijn zijn o.m. comfort- en isolatiewerkzaamheden of werkzaamheden opgelegd door andere regelgevingen (bv. EPB-wetgeving) betoelaagbaar als ze essentieel zijn voor het behoud van de erfgoedkenmerken en -elementen.

De energiebesparende maatregelen dienen beschreven worden in een 'onroerend erfgoed energieaudit'. Dit wordt in de volgende pagina's weergegeven.

Op basis van een simulatieberekening met de EPC-software wordt een analyse van het energieverbruik gemaakt en worden de maatregelen geëvalueerd.

Opgemaakt te Nevele, 29 april 2019.

Yannick Slowack

EMS bvba

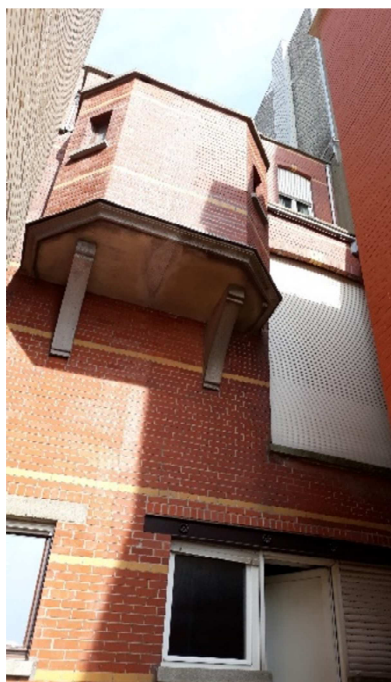
2 Analyse van de erfgoedwaarden, - elementen, en -kenmerken die impact ondervinden van de energiebesparende maatregelen

Voor de bestaande toestand en historiek van de woning wordt verwezen naar de beschrijvingen op de inventaris bouwkundig erfgoed: <https://inventaris.onroerenderfgoed.be/erfgoedobjecten/39912>

Op basis van de uitvoeringsperiode is de aanwezigheid van isolatie in de woning onwaarschijnlijk. Ook de inspectie ter plaatse bevestigt dit.

Het buitenschrijnwerk bestaat uit houten buitenschrijnwerk voorzien van enkel glas. Ook de luchtdichtheid van het schrijnwerk (en rolluiken) zijn in zeer slechte staat. Enkele ramen in de achtergevel bevatten dubbel glas met een kunststof raamprofiel.

De (volle) bakstenen buitengevels zijn aan het souterrain afgewerkt met een blauwhardstenen sokkel, op de overige niveaus is dit gevelpleisterwerk. De gevels aan de achterbouw zijn afgewerkt met rood gevelmetselwerk met gele accenten.



Het platte dak bestaat uit een houten constructie (balkenlaag) afgewerkt met een bitumineuze dakdichting.

De technieken van de woning zijn voorzien d.m.v. een decentrale verwarming met 2 nog aanwezige kolenkachels. Andere toestellen zijn niet (meer) aanwezig. Het warm water in de keuken wordt via een gaseisertje voorzien.



3 Analyse van de bestaande energie-efficiënte toestand van het gebouw

De woning is op het moment van het plaatsbezoek (16 april 2019) niet meer bewoond.

Op basis van de visuele inspectie kon geen isolatie worden vastgesteld (verder destructief onderzoek is mogelijk om definitief uitsluitsel te geven, bv. voor de dakopbouw). In de tussenvloer kon wel minerale wol waargenomen worden. Deze interne isolatie heeft echter geen impact op de energieverliezen.

De buitenwanden bestaan uit vol gemetste buitenwanden. De aanwezigheid van een spouw kan niet geverifieerd worden. De vloer van het souterrain situeert zich op volle grond, het achterste deel (keuken) situeert zich op een onverwarmde kelder. De dakstructuur bestaat uit een houten roostering, er is geen indicatie dat er isolatie aanwezig is in deze structuur. Verder destructief onderzoek is daarvoor nodig.

Van al deze buitenschildelen wordt bijgevolg uitgegaan dat er geen isolatie aanwezig is: niet op basis van de vaststellingen ter plaatse, niet op basis van de documentatie (plannen) van de woning.

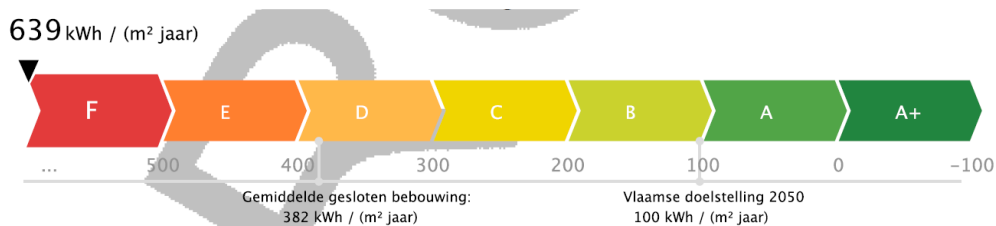
Het buitenschrijnwerk bestaat voornamelijk uit enkel glas met houten kaderwerk, behalve enkele ramen in de achter waar er dubbel glas in combinatie met kunststofprofielen aanwezig is. Het (houten) buitenschrijnwerk is niet meer luchtdicht, met ook talrijke openingen rond de rolluiken en erkerstructuren.

De verwarming van de woning gebeurt met enkele plaatselijke kolenkacheltjes.

Verder is er geen ventilatiesysteem in de woning voorzien. Er is evenmin koeling (airco) en de woning beschikt niet over hernieuwbare energie (PV-panelen, zonneboiler, warmtepomp).

De woning wordt met deze parameters ingerekend in de EPC-evaluatiesoftware.

De algemene bestaande energie-efficiënte toestand van het gebouw is als zeer slecht te categoriseren, zoals ook blijkt uit de onderstaande resultaten van de EPC-berekening van de woning (label "F").



Het indicatieve resultaat van 639 kWh/m² per jaar ligt ver van de Vlaamse doelstelling 2050, die 100 kWh/m² bedraagt. Dit resultaat vormt geen werkelijk verbruik, aangezien dit sterk afhankelijk is van de gebruiker van de woning. Dit resultaat laat wel toe een algemene analyse te maken, en maatregelen onderling op een uniforme wijze te evalueren.

In onderstaande tabel wordt een overzicht gegeven van de (over de woning gemiddelde) U-waarde van de verschillende schilddelen, en hun verhouding tot de te behalen doelstelling die bij een grondige renovatie/herbouw van toepassing zou zijn.

Onderdeel en gemiddelde U-waarde	Beschrijving
Daken  Doelstelling 0,24 W/(m²K)	Houten dakconstructie zonder isolatie (met luchtsponw tussen balken)
Muren  Doelstelling 0,24 W/(m²K)	Buitenmuren zonder isolatie
Vensters (beglazing en profiel)  Doelstelling 1,5 W/(m²K)	Vensters en beglazing in houten raamkaders met enkel glas of gewoon dubbel glas (achtergevel)
Beglazing  Doelstelling 1 W/(m²K)	
Deuren, poorten en panelen  Doelstelling 2 W/(m²K)	Deuren en poorten in houten schrijnwerk zonder isolatie
Vloeren  Doelstelling 0,24 W/(m²K)	Vloer op volle grond / boven kelder zonder isolatie

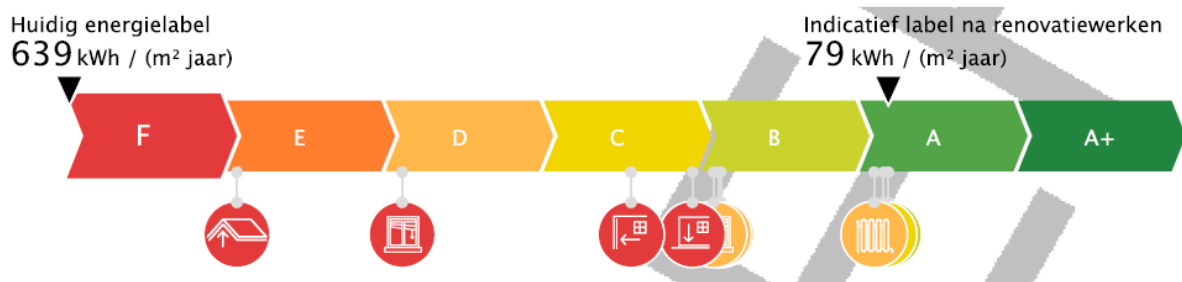
De U-waarden van de gebouwschil wijken ver af van de doelstellingen.

De luchtdichtheid van de woning is onbekend. Op basis van de visuele inspectie is ook deze in zeer slechte toestand (lekkende langsheen schrijnwerk en dakstructuur te verwachten, talrijke openingen rondom erkers en rolluiken).

4 Analyse van de energieverliezen

De analyse van de energieverliezen gebeurt door het gebouw in een simulatieberekening via de EPC-software in te rekenen.

Het huidige energielabel "F" bedraagt 639 kWh/m². Dit cijfer vormt een basis om verdere vergelijkingen van maatregelen in dit verslag te evalueren. Het staat niet voor een werkelijk energieverbruik of dimensioneringsvermogen van het gebouw aangezien de EPC-software met enkele randvoorwaarden en vaste aannames rekent m.b.t. het gebruikspatroon.



In bovenstaande figuur zijn ter illustratie alle mogelijke maatregelen stap voor stap weergegeven om na een grondige renovatie tot een A-label te komen voor deze woning:

- Isoleren van het dak
- Isoleren van de buitenmuren
- Isoleren van de vloeren
- Vervangen van het buitenschrijnwerk
- Vervangen van de verwarmingsinstallatie (ketel)
- Voorzien van hernieuwbare energie

Deze weergave is in de veronderstelling dat de eerder vermelde doelstellingen inzake isolatie kunnen behaald worden, met als resultaat U-waarden die met nieuwbouw overeen stemmen. Dit is gezien de specifieke situatie van deze woning (beschermd monument) niet steeds realistisch gezien er bv. geen ruimte is om de muren voldoende te isoleren. Ook andere ingrepen zijn bij deze woning moeilijker te integreren (bv. plaatsen van voldoende hernieuwbare energie).

Alle verschillende stappen uit bovenstaande figuur toepassen om zo naar het A-label te evolueren zal dus niet zomaar mogelijk zijn, maar dit geeft wel een goede inschatting van de verhoudingen van de maatregelen.

In de volgende stappen onder punt 5 wordt hier mee rekening gehouden, en worden de aangepaste (tussen)resultaten weergegeven.

Onderstaande tabel tot slot toont in detail de theoretische energieverliezen van de woning (huidige toestand):

Naam	Waarde	Eenheid
Berekende energiescore	639	kWh/m ² jaar
Totaal primair energieverbruik	179006	kWh/jaar
Bruikbare vloeroppervlakte	279,92	m ²
Primair energieverbruik voor ruimteverwarming	171492	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor sanitair warm water (inclusief zonneboiler)	7515	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor hulpenergie	0	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor koeling	0	kWh/jaar
Primaire energiebijdrage door PV-cellen	0	kWh/jaar
Primaire energiebijdrage door WKK	0	kWh/jaar
CO ₂ -emissie	58466	kg/jaar
Gemiddelde U-waarde van de gebouwschil	2,42	W/m ² K
Gemiddeld installatierendement	0,35	-
Indicatief S-peil	139	-

Het totale primaire energieverbruik wordt opgedeeld in een verbruik voor ruimteverwarming, een deel voor sanitair warm water, en een deel hulpenergie (bv. pompen, ventilatie). Merk op dat verlichting of waterverbruik niet wordt opgenomen bij de EPC-evaluatie.

Voorname het energieverbruik voor ruimteverwarming weegt zwaar door gezien het gebrek aan isolatie in de buitenschil. Dit uit zich dan ook in een hoge gemiddelde U-waarde (2,42 W/m².K) en een hoog S-peil (S139 - vergelijk huidige eis bij nieuwbouw: S31!).

Het isoleren van de buitenschil is dan ook een logische eerste stap om de energie-efficiëntie van het gebouw te optimaliseren.

Ter info:

- De **berekende energiescore** is een maat voor de energieprestatie van de woning en is gelijk aan het karacteristiek jaarlijks primair energieverbruik, gedeeld door de bruikbare vloeroppervlakte van de woning. Dit omvat de energie nodig voor verwarming, aanmaak sanitair warm water, ventilatie, koeling (en eventuele bijdrage van zonneboilers en PV-panelen). Noteer dat bv. de verlichting of het waterverbruik hierin niet opgenomen zijn.
- **Primaire energie** is de energie die beschikbaar is in de natuur, en die nodig is bij de bron om het uiteindelijk energieverbruik te dekken. Er gaat bv. immers heel wat energie verloren tijdens de productie en distributie van elektriciteit.
- Een **U-waarde** is de isolatiewaarde van een onderdeel. Hoe lager de U-waarde, hoe beter de constructie isoleert. De gemiddelde U-waarde is de oppervlakte-gewogen U-waarde van de totale gebouwschil.
- Het **S-peil** is een maat voor de energieprestatie van de gebouwschil en houdt rekening met de isolatie, luchtdichtheid, oriëntatie, zonnewinsten en vormefficiëntie. Hoe lager het S-peil, hoe energie-efficiënter de gebouwschil.

5 Concrete aanbevelingen om beter te isoleren en energie te besparen

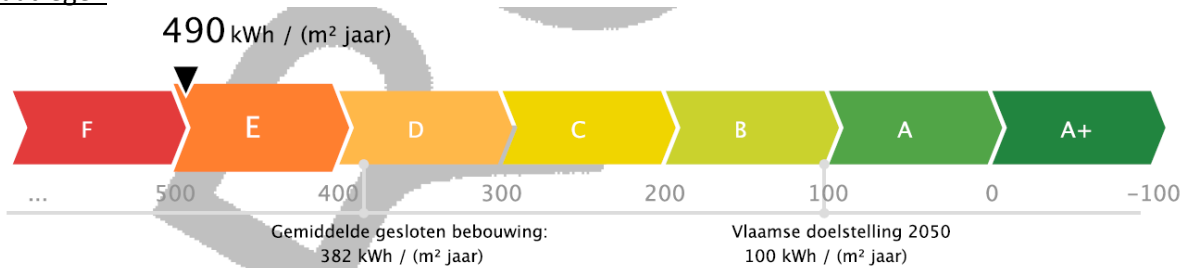
Volgens het principe van de 'trias energetica' wordt onderzocht hoe het energieverbruik in eerste instantie kan beperkt worden door het gebouw goed te isoleren. Tot slot kunnen ook de technieken aangepast worden om zo veel mogelijk duurzame, hernieuwbare energie te gebruiken en indien nodig de resterende fossiele energievraag zo optimaal mogelijk te benutten.

5.1 Dakisolatie

De bestaande draagconstructie van de daken blijft behouden en kan worden geïsoleerd door isolatie aan de buitenzijde en/of aan de binnenzijde te voorzien. Daarbij dient gestreefd te worden naar een **maximale U-waarde van 0.24 W/m².K** (deze eis geldt ook vanuit de EPB-regelgeving in het geval van na-isolatie). Dit kan door te isoleren met bv. minimaal **22 cm minerale wol** tussen de draagstructuur, maar ook harde isolatieplaten, bv. **12 cm PUR-isolatie** bovenop de draagstructuur zijn een optie. Gezien de beperkte hoogte van de dakopstand is allicht een combinatie van beide uitvoeringswijzen aangewezen (zie ook verder onder punt 7).

Bij het platte dak van het souterrain is er minder ruimte om te isoleren en houden we rekening met 7 cm PUR-isolatie.

De energiescore van 639 kWh/m² (label F) daalt tot 490 kWh/m² (label E) na toepassen van deze maatregel:



Alle daken dienen analoog mee geïsoleerd te worden, om zo ook de individuele doelstelling voor daken te behalen:

Daken

U = 0,25 W/(m²K)*

Doelstelling
0,24 W/(m²K)

Merk op dat de U-waarde van het dak van het souterrain boven 0,24 W/m².K zal uitkomen bij toepassen van 7 cm isolatie (+/- 0,30 W/m².K). Indien echter de overige daken beter worden geïsoleerd, zal de gemiddelde waarde wel kunnen voldoen aan de vooropgestelde doelstelling van 0,24 W/m².K.

De andere resultaten, na toepassing van deze maatregel:

Naam	Waarde	Eenheid
Berekende energiescore	490	kWh/m ² jaar
Totaal primair energieverbruik	137217	kWh/jaar
Bruikbare vloeroppervlakte	279,92	m ²
Primair energieverbruik voor ruimteverwarming	129703	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor sanitair warm water (inclusief zonneboiler)	7515	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor hulpenergie	0	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor koeling	0	kWh/jaar
Primaire energiebijdrage door PV-cellen	0	kWh/jaar
Primaire energiebijdrage door WKK	0	kWh/jaar
CO ₂ -emissie	44475	kg/jaar
Gemiddelde U-waarde van de gebouwschil	1,80	W/m ² K
Gemiddeld installatierendement	0,35	-
Indicatief S-peil	109	-

We zien een belangrijke eerste daling van het energieverbruik van 149 kWh/m².

Ook in het primaire energieverbruik, en bij de gemiddelde U-waarde en het S-peil, zien we een sterke daling van ongeveer 25%. Het optimaal isoleren van alle daken is een eerste belangrijke stap om de energiescore te verlagen. Verdere details worden ook in punten 6 en 7 weergegeven.

5.2 Schrijnwerk

Voor nieuw buitenschrijnwerk dient er voldaan te worden aan de **gemiddelde U_w -waarde van $1.50 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$** (U_w = U-waarde voor het raamgeheel = combinatie van glas, profiel en afstandshouders) én aan de **maximale U_g -waarde van $1,1 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$** (U_g -waarde = isolatiewaarde van het glas). Dit kan door het toepassen van hoogrendementsbeglazing in een houten kaderwerk, maar ook kunststof of aluminium profielen zijn een optie.

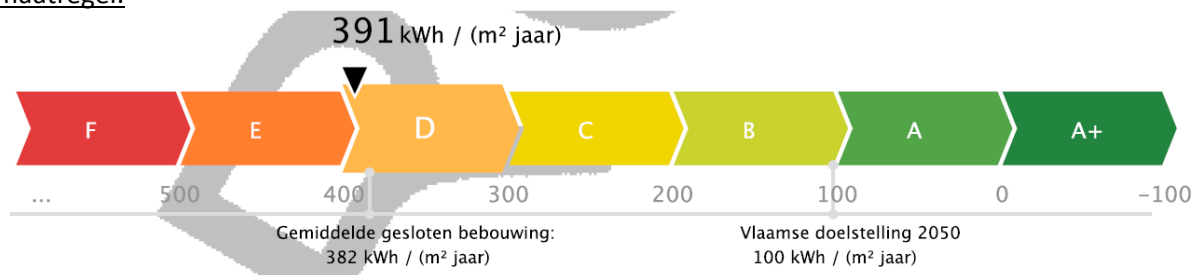
- Voorzie glas met U_g -waarde $1.0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ en thermisch verbeterde afstandshouders
- Bij hout: minimale dikte van het vaste kader van 70 mm
- Bij kunststof (PVC): minimaal 5 kamerprofielen en een U_f -waarde van $1.8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ of lager (*)
- Bij aluminium: thermisch onderbroken en een U_f -waarde van $1.8 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ of lager (*)
- (*) gedetailleerde U_w -waarden berekeningen kunnen met een hogere U_f -waarde toch gunstige resultaten opleveren, vraag hiervoor een geldige calculatie aan de schrijnwerker.

De staat van het huidige houten schrijnwerk laat niet toe dit te behouden (o.a. grove luchtplekken, onvoldoende dikte i.f.v. nieuw glas). De ramen dienen integraal vervangen te worden.

Ook de nieuwe daklichten dienen met dezelfde eigenschappen worden gerenoveerd.

Ook de buitendeur en de garagepoort kunnen bij vervanging geïsoleerd worden met **minimaal 4 cm PUR-isolatie**, en zo voldoen aan de maximale U-waarde van $2.0 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ die voor deuren geldt. Ook hier dient de luchtdichtheid geoptimaliseerd worden.

De energiescore van 490 kWh/m^2 (label E) daalt tot 391 kWh/m^2 (label D) na toepassen van deze maatregel:



De individuele doelstellingen voor vensters, glas en deuren kan zo behaald worden:

Vensters (beglazing en profiel)

$U = 1,50 \text{ W/(m}^2\text{K)}^*$

Doelstelling

$1,5 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Beglazing

$U = 1,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}^*$

Doelstelling

$1 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

Deuren, poorten en panelen

$U = 2,00 \text{ W/(m}^2\text{K)}^*$

Doelstelling

$2 \text{ W/(m}^2\text{K)}$

De andere resultaten, na toepassing van deze maatregel:

Naam	Waarde	Eenheid
Berekende energiescore	391	kWh/m ² jaar
Totaal primair energieverbruik	109467	kWh/jaar
Bruikbare vloeroppervlakte	279,92	m ²
Primair energieverbruik voor ruimteverwarming	101952	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor sanitair warm water (inclusief zonneboiler)	7515	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor hulpenergie	0	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor koeling	0	kWh/jaar
Primaire energiebijdrage door PV-cellen	0	kWh/jaar
Primaire energiebijdrage door WKK	0	kWh/jaar
CO2-emissie	35184	kg/jaar
Gemiddelde U-waarde van de gebouwschil	1,30	W/m ² K
Gemiddeld installatierendement	0,35	-
Indicatief S-peil	87	-

We merken ook hier een sterke besparing van ongeveer 25% op de eindresultaten inzake primaire energie, gemiddelde U-waarde en S-peil. Na de isolatie van het dak is het vervangen van alle buitenschrijnwerk een belangrijke tweede stap.

Naast de energie-winst geeft het vervangen van het buitenschrijnwerk ook een sterke verhoging van het comfort (minder koudestraling, minder luchtlekken).

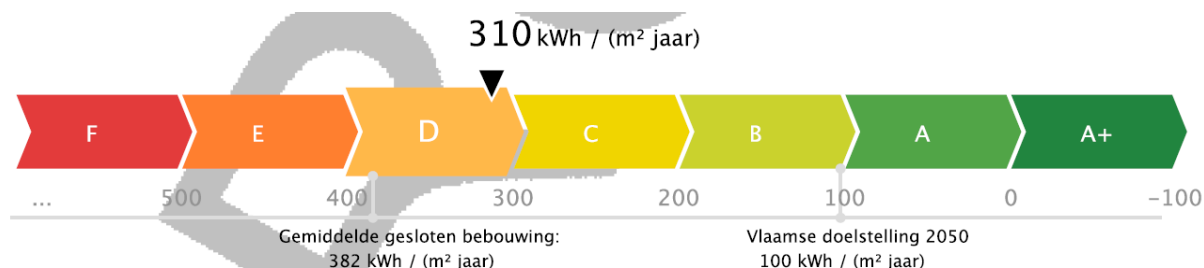
5.3 Muurisolatie

De bestaande draagconstructie van de muren blijft behouden en bestaat hoofdzakelijk uit (vol) metselwerk. Het isoleren van deze gevel aan de buitenzijde is gezien het beschermd karakter niet evident. Een alternatief is het plaatsen van isolatie aan de binnenzijde. Om een U-waarde van $0.24 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ te behalen, is daarvoor minimaal 10 cm PUR-isolatie nodig. Indien de isolatie tussen een (houten) regelwerk wordt geplaatst, is 4 à 6 cm extra isolatie noodzakelijk.

Ook de muren naar aangrenzende buurgebouwen kunnen best mee geïsoleerd worden tot een U-waarde van $0.60 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ of lager. Voorzie daarvoor minimaal 5 cm minerale wol isolatie.

Concreet worden voor de geplande renovatie de gevels aan de achterzijde allen na-geïsoleerd met 8 cm isolatie (bv. EPS-isolatie met λ -waarde $0.032 \text{ W/m}\cdot\text{K}$) en steenstrips. Deze gevels kunnen zo een U-waarde van $0.36 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ behalen. Een hogere isolatiedikte (om tot een U-waarde van $0.24 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$ te komen) is gezien de aansluitingen met buurwoningen niet mogelijk. De voorgevel kan niet op deze wijze geïsoleerd worden.

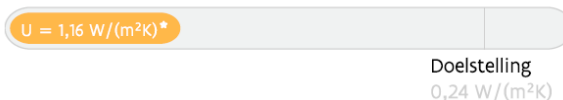
Indien de gevels aan de achterzijde van de woning worden na-geïsoleerd met 8 cm EPS-isolatie (λ -waarde $0.032 \text{ W/m}\cdot\text{K}$), daalt de energiescore van 391 kWh/m^2 (label D) tot 310 kWh/m^2 (label D):



*(In een ideaal scenario, waarbij alle muren geïsoleerd worden tot een **U-waarde van $0.24 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$** (bv. minimaal 10 cm PUR-isolatie), zal de berekende energiescore nog verder dalen tot ongeveer **250 kWh/m^2** en in klasse C terecht komen. Dit is echter geen optie bij deze woning aangezien de buitenschil intact moet blijven.)*

De individuele doelstelling voor de muren wordt niet behaald met 8 cm isolatie, maar de gemiddelde U-waarde van de wanden daalt wel van 2.26 tot $1.16 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$:

Muren



De andere resultaten, na toepassing van deze maatregel:

Naam	Waarde	Eenheid
Berekende energiescore	310	kWh/m ² jaar
Totaal primair energieverbruik	86670	kWh/jaar
Bruikbare vloeroppervlakte	279,92	m ²
Primair energieverbruik voor ruimteverwarming	79155	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor sanitair warm water (inclusief zonneboiler)	7515	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor hulpenergie	0	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor koeling	0	kWh/jaar
Primaire energiebijdrage door PV-cellen	0	kWh/jaar
Primaire energiebijdrage door WKK	0	kWh/jaar
CO ₂ -emissie	27551	kg/jaar
Gemiddelde U-waarde van de gebouwschil	0,96	W/m ² K
Gemiddeld installatierendement	0,35	-
Indicatief S-peil	70	-

Belangrijke opmerkingen:

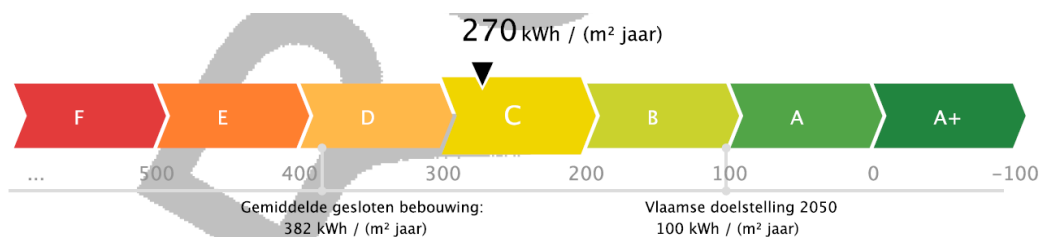
- Isolatie aan de binnenzijde van de buitengevels vormt ook een optie. In combinatie met spouwisolatie kan de U-waarde van de gevels nog drastisch dalen. Echter dient opgemerkt worden dat de onderbrekingen van de binnenmuren, vloeren en dakrand voor koudebruggen kunnen zorgen. Ook de aansluiting van de isolatie op het buitenschrijnwerk is minder evident. Een damprem aan de binnenzijde dient dan dampdicht afgewerkt worden om de kans op inwendige condensatie te vermijden, wat door de aanwezigheid van technieken evenmin evident is.
- Indien er een luchtspouw vastgesteld kan worden: Het na-isoleren van de spouw dient te gebeuren door een erkende firma en volgens de STS 71-7 (http://economie.fgov.be/nl/binaries/STS_71_tcm325-175064.pdf). Er dient voorafgaandelijk onderzocht worden of de spouw en de toestand van de gevel geschikt zijn om isolatie te voorzien. De spouw moet onder meer minimaal 5 cm breed zijn, en de gevel moet vochtbestendig zijn. De huidige afwerking met verf zou bijvoorbeeld een hinder kunnen zijn in het voldoende uitdrogen van het buitenspouwblad. Bovendien zullen verschillende verbindingen (o.a. balken boven de ramen, spouwankers, eventueel vuil of afval in de spouw, ...) een mogelijke koudebrug vormen, dewelke na isolatie meer risico zullen inhouden op vlak van condensvorming en schimmel. Laat dus een correct nazicht doen van de gevel zodat kan uitgemaakt worden of het navullen van de spouw in dit geval zonder risico kan.

5.4 Vloerisolatie

Bij de renovatie van vloeren dient er voldaan te worden aan de maximale **U-waarde van 0.24 W/m².K**. Dit kan door te isoleren met bv. **10 cm gespoten PUR-isolatie**. Dit kan enkel bij een grondige renovatie, waarbij de bestaande draagstructuur wordt vervangen en er voldoende ruimte beschikbaar komt om te isoleren.

- Bij deze woning is het integraal isoleren van de vloer van het souterrain niet mogelijk omwille van het behouden van de vloertegels.
- Het deel van de vloer dat zich boven de kelder situeert kan wel geïsoleerd worden langs de onderzijde van de kelder; indien daar minimaal 5 cm PUR-isolatie wordt voorzien, kan voldaan worden aan de U-waarde van 0.24 W/m².K.
- De vloer boven het inpandig terras aan de voorzijde beschikt over voldoende ruimte om te isoleren tot een U-waarde van 0.24 W/m².K of lager. Eer kan tussen de houten balkenlaag geïsoleerd worden, en bij voorkeur wordt onder deze laag ook een bijkomende harde isolatie voorzien.
- De vloer van de uitkraging aan de achtergevel kan bij voorkeur analoog worden geïsoleerd dan de buitengevel met steenstrips op 8 cm EPS-isolatie.

De energiescore van 310 kWh/m² (label D) daalt tot 270 kWh/m² (label C) na toepassen van deze maatregel:



(Indien de vloer op volle grond (souterrain) ook geïsoleerd wordt, is een waarde van 260 kWh/m² haalbaar. De impact van deze vloer is beperkter gezien de perimeter van de vloer zeer beperkt is door de aangrenzende vuurgebouwen).

De individuele doelstelling voor de vloeren wordt goed benaderd, ondanks er geen isolatie mogelijk is in de vloer op volle grond:



De andere resultaten, na toepassing van deze maatregel:

Naam	Waarde	Eenheid
Berekende energiescore	270	kWh/m ² jaar
Totaal primair energieverbruik	75575	kWh/jaar
Bruikbare vloeroppervlakte	279,92	m ²
Primair energieverbruik voor ruimteverwarming	68061	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor sanitair warm water (inclusief zonneboiler)	7515	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor hulpenergie	0	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor koeling	0	kWh/jaar
Primaire energiebijdrage door PV-cellen	0	kWh/jaar
Primaire energiebijdrage door WKK	0	kWh/jaar
CO ₂ -emissie	23837	kg/jaar
Gemiddelde U-waarde van de gebouwschil	0,79	W/m ² K
Gemiddeld installatierendement	0,35	-
Indicatief S-peil	62	-

Er wordt een besparing van meer dan 10% behaald door het zo optimaal mogelijk isoleren van de vloeren.

Net als bij de gevels dient bij het plaatsen van isolatie aandacht uit te gaan om bouwknopen te vermijden. Onder meer bij de bestaande draagstructuur van de vloeren in overkraging dient de detaillering verder in detail bekeken worden en wordt aangeraden een minimale R-waarde van 2 m².K/W aansluitend te plaatsen.

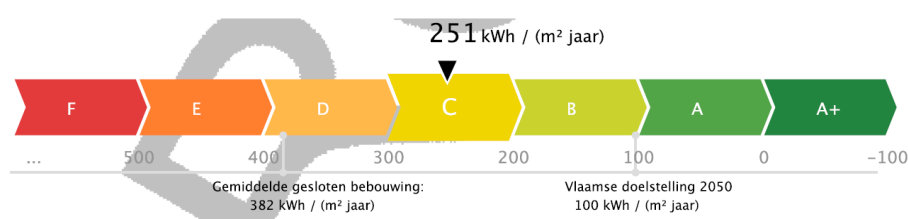
5.5 Luchtdichtheid

Door het plaatsen van nieuw buitenschrijnwerk, het voorzien van een luchtdichte afwerking in de daken (dampscherm), zal de luchtdichtheid gevoelig beter scoren. Bij renovaties is het moeilijk in te schatten welk niveau van luchtdichtheid na de werken kan bereikt worden. Dit resultaat is het gevolg van verschillende keuzes en uitvoeringen.

Er kan gestreefd worden om een v50-waarde van $6 \text{ m}^3/\text{h}\cdot\text{m}^2$ als doelstelling te behalen. Bij een verzorgde uitvoering van alle aansluitingen en leidingdoorvoeren is dit zeker realiseerbaar.

Een beter resultaat kan nagestreefd worden. Vooral bij houten constructiedelen (daken, tussenvloeren) is aandacht nodig om de roostering luchtdicht af te werken. Bij het nieuwe schrijnwerk dient de aansluiting naar het pleisterwerk luchtdicht ingebouwd worden. Om de luchtdichtheid van andere bouwaansluitingen te verbeteren kan gebruik gemaakt worden van membranen of vloeibare luchtdichte coatings.

De energiescore van $270 \text{ kWh}/\text{m}^2$ (label C) daalt tot $251 \text{ kWh}/\text{m}^2$ (label C) na toepassen van deze maatregel:



De andere resultaten, na toepassing van deze maatregel:

Naam	Waarde	Eenheid
Berekende energiescore	251	kWh/m ² jaar
Totaal primair energieverbruik	70136	kWh/jaar
Bruikbare vloeroppervlakte	279,92	m ²
Primair energieverbruik voor ruimteverwarming	62622	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor sanitair warm water (inclusief zonneboiler)	7515	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor hulpenergie	0	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor koeling	0	kWh/jaar
Primaire energiebijdrage door PV-cellen	0	kWh/jaar
Primaire energiebijdrage door WKK	0	kWh/jaar
CO ₂ -emissie	22016	kg/jaar
Gemiddelde U-waarde van de gebouwschil	0,79	W/m ² K
Gemiddeld installatierendement	0,35	-
Indicatief S-peil	58	-

Na deze maatregel zijn de stappen om de buitenschil te optimaliseren, doorlopen. Zowel het totale energieverbruik (-60%), als de gemiddelde U-waarde en het S-peil zijn sterk gedaald door cumulatie van deze individuele maatregelen. In dit scenario is ook de algemene Vlaamse doelstelling 2050 ($100 \text{ kWh}/\text{m}^2$) nog haalbaar door een verdere optimalisatie van de technieken.

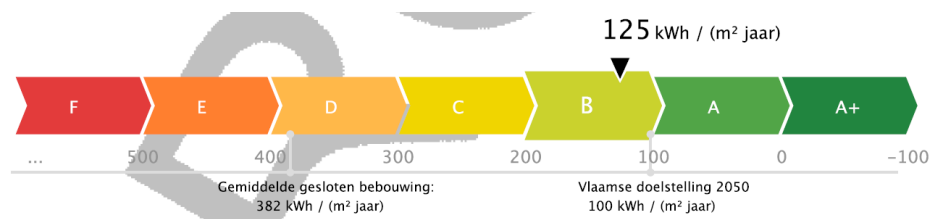
Gezien het beschermd karakter van deze woning kunnen niet alle stappen volwaardig benut worden; voornamelijk het voldoende isoleren van de bestaande buitengevels ligt moeilijk.

5.6 Technieken

De woning bevat momenteel slechts enkele decentrale kolenkacheltjes, en één opwekkingspunt voor sanitair warm water (gasgeiser).

Het is aangewezen om de verwarming en opwekking sanitair warm water te voorzien door een **nieuw, condenserend toestel**. Zorg verder voor een optimale regeling met een kamerthermostaat, buitenvoeler, pompregeling, en thermostatische kranen.

De energiescore van 251 kWh/m² (label C) daalt tot 125 kWh/m² (label B) na het plaatsen van een condenserende gaswandketel:



De andere resultaten, na toepassing van deze maatregel:

Naam	Waarde	Eenheid
Berekende energiescore	125	kWh/m ² jaar
Totaal primair energieverbruik	35009	kWh/jaar
Bruikbare vloeroppervlakte	279,92	m ²
Primair energieverbruik voor ruimteverwarming	26551	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor sanitair warm water (inclusief zonneboiler)	7596	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor hulpenergie	862	kWh/jaar
Primair energieverbruik voor koeling	0	kWh/jaar
Primaire energiebijdrage door PV-cellen	0	kWh/jaar
Primaire energiebijdrage door WKK	0	kWh/jaar
CO ₂ -emissie	6534	kg/jaar
Gemiddelde U-waarde van de gebouwschil	0,79	W/m ² K
Gemiddeld installatierendement	0,83	-
Indicatief S-peil	58	-

Tot slot kan de mogelijkheid om **hernieuwbare energie** te implementeren in de woning verder onderzocht worden:

- In plaats van een verbrandingstoestel op gas of stookolie, kan een **warmtepomp** als verwarmingsbron ingezet worden. Dit rendeert het meest optimaal nadat de woning integraal wordt geïsoleerd, en een gemiddelde U-waarde lager dan 0.45 W/m².K kan behalen. Deze piste zal enkel aangewezen zijn indien ook de buitengevels optimaal mee geïsoleerd kunnen worden.
- Voor de opwekking van het sanitair warm water kan een **warmtepompboiler** geïnstalleerd worden als eenvoudige vervanging van de huidige elektrische boiler.
- Een **zonneboiler** en **PV-panelen** kunnen geïntegreerd worden bij de renovatie van de woning. Door optimalisatie van deze technieken, kan een energiescore van 100 kWh/m² (A-label en Vlaamse doelstelling 2050) benaderd worden. In bijlage worden de resultaten van de opzoeking op de zonnekaart Vlaanderen meegegeven. Dat toont dat het perceel en de woning niet ideaal zijn gelegen om zonne-energie te voorzien. Een zeer beperkte installatie is wel mogelijk, maar is wellicht niet voldoende relevant.

6 Kostenbatenanalyse van de ingrepen

- Voor de geraamde kosten wordt verwezen naar de onderstaande prijsindicaties van het EPC. Deze zijn bedoeld als indicatie van de gemiddelde marktprijs voor een bepaald type werk en zijn geen concrete kostenraming. Deze prijzen zijn ook bedoeld om de individuele doelstellingen (bv. U-waarde 0.24 W/m².K voor alle gevels) te behalen.

	HUIDIGE SITUATIE	AANBEVELING	GEMIDDELDE PRIJSINDICATIE *
	Daken 94 m ² van het dak is vermoedelijk niet geïsoleerd.	Plaats isolatie.	€ 18 000
	Vensters 46 m ² van de vensters heeft enkele beglazing. De raamprofielen zijn niet thermisch onderbroken.	Vervang de vensters.	€ 36 000
	Muren 106 m ² van de muren is vermoedelijk niet geïsoleerd.	Plaats isolatie.	€ 25 500 / € 42 000
	Vloeren 34 m ² van de vloer is niet geïsoleerd.	Plaats isolatie.	€ 4 500
	Vensters 17,6 m ² van de vensters heeft dubbele beglazing. De raamprofielen zijn thermisch weinig performant.	Vervang de vensters.	€ 13 500
	Muren 5,8 m ² van de muren is vermoedelijk niet geïsoleerd.	Plaats isolatie.	€ 1 000
	Deuren, poorten en panelen 0,9 m ² van de deuren of poorten is onvoldoende geïsoleerd.	Vervang de deuren en poorten.	€ 1 500
	Verwarming De woning wordt inefficiënt verwarmd.	Vervang de inefficiënte verwarming.	€ 30 000 / € 26 000
	Zonne-energie Er is geen installatie op zonne-energie aanwezig.	Overweeg de plaatsing van zonnepanelen of een zonneboiler.	€ 1 500 / € 5 000
	Vloeren 60 m ² van de vloer is vermoedelijk redelijk goed geïsoleerd, maar voldoet nog niet aan de energiedoelstelling.	Overweeg eventueel om bijkomende isolatie te plaatsen.	

- Bij de muren is de eerste prijs richtinggevend voor binnenisolatie, de tweede prijs voorisolatie aan de buitenkant. Dit houdt geen rekening met het beschermd karakter van de gevel.
- Bij de verwarming is de eerste prijs een indicatie voor een (lucht/water)warmtepomp, de tweede prijs voor een condenserende ketel.

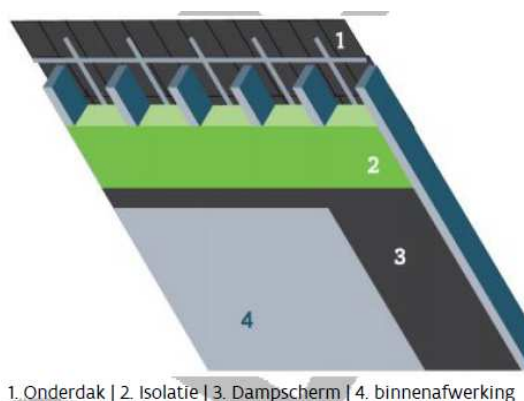
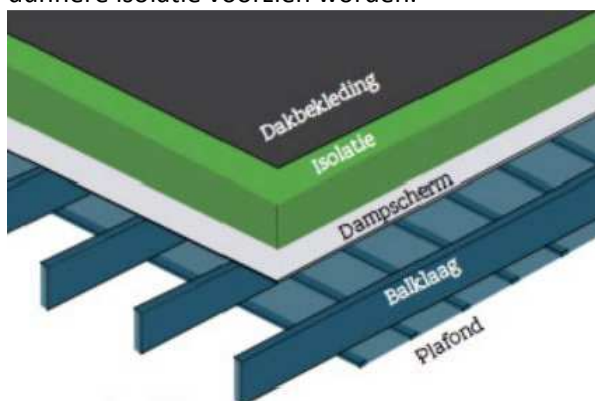
In onderstaande tabel wordt een samenvattend overzicht gegeven van de winsten (baten) van deze ingrepen, en hun relatieve besparing:

Maatregel	Voor ingreep (kWh/m ²)	Na ingreep (kWh/m ²)	Besparing (%)
Huidige toestand	639	-	-
Dakisolatie (zie 5.1)	639	490	23%
Vervangen schrijnwerk (zie 5.2)	490	391	15%
Plaatsen gevelisolatie (zie 5.3)	391	310	13%
Plaatsen vloerisolatie (zie 5.4)	310	270	6%
Luchtdichtheid verbeteren (en meten) (zie 5.5)	270	251	3%
Nieuwe verwarmingsinstallatie (zie 5.6)	251	125	20%

7 Impactanalyse / wijze van verzoenen energiebesparende maatregelen met erfgoedwaarden en risicoanalyse

Plat dak:

Bij de isolatie van een plat (of licht hellend) dak kan er best gekozen worden voor een warm dak (figuur links), met isolatie onder de dakbekleding maar bovenop de balkenlaag. Gezien de beperkte hoogte van de dakopbouw is het bijplaatsen van voldoende dikke isolatie bovenop deze structuur niet evident. Om het huidige uitzicht van de dakrand te behouden, kan daarom in de randzone een dunnere isolatie voorzien worden.



1. Onderdak | 2. Isolatie | 3. Dampscherm | 4. binnenafwerking

De dakstructuur kan ook tussen de balken worden geïsoleerd (figuur rechts). Een performant geplaatst dampscherm is dan essentieel om inwendige condensatie te vermijden, zeker in het geval van een plat dak, waarbij de buitenste laag "1" geen dampopen onderdak is, maar een gesloten dakdichting. Beter wordt daarom bovenop de balkenlaag een harde isolatieplaat voorzien met een totale R-waarde van minstens 1,5 keer de isolatiewaarde van de minerale wol die tussen de balkenlaag wordt voorzien!

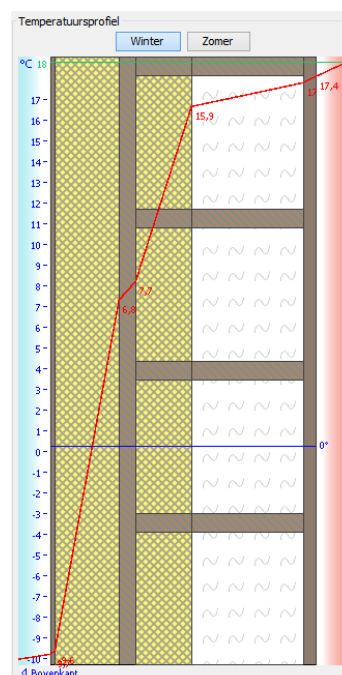
Op deze manier kan een zo optimaal mogelijke isolatiewaarde voor het dak bekomen worden, met behoud van de huidige dakrand, maar met een zeer beperkt risico op inwendige condensatie.

Zo kan bijvoorbeeld de combinatie met 7 cm PUR-isolatie aan de buitenzijde, en 6 cm minerale wol-isolatie aan de binnenzijde tussen de roostering, resulteren in een U-waarde van 0.24 W/m².K (zie temperatuursprofiel figuur rechts).

De isolatie moet steeds wind- en luchtdicht geplaatst kunnen worden. Een performant geplaatst dampscherm aan de binnenzijde is noodzakelijk. Een vochtregulerend dampscherm, dat uitdroging in de zomermaanden toelaat, geniet daarbij de voorkeur.

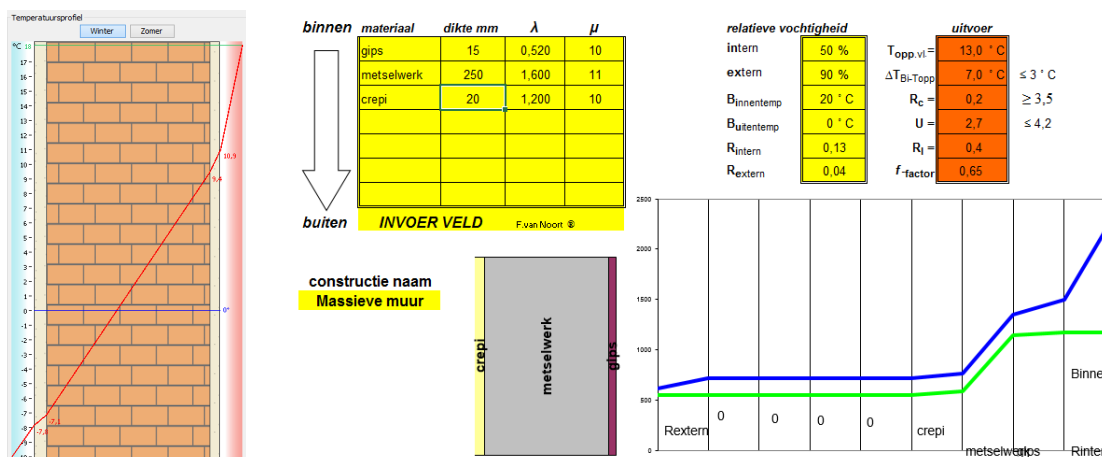
Het extra gewicht van de isolatie en afwerking kan een impact hebben op de draagkracht en stabiliteit van het dak.

Het plaatsen van isolatie tussen de draagstructuur van de daken vereist een nieuwe afwerking aan de binnenzijde van de dakstructuur.

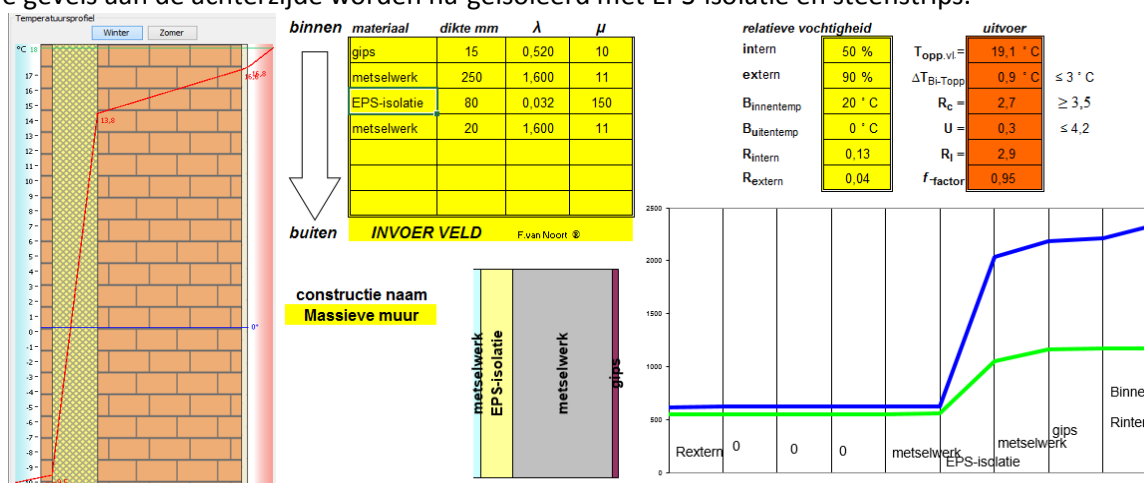


Buitengevels

De massieve buitenwanden (voorgevel) worden behouden. De buitengevels vormen na de renovatie het deel met de hoogste U-waarde, wat een zeker risico op condensatie inhoudt. Via de methode van Glaser kan een stationair nazicht gebeuren, wat in dit geval geen condensatierisico aantoonst.



De gevels aan de achterzijde worden na-geïsoleerd met EPS-isolatie en steenstrips.



De dampspanningslijnen komen dicht bij elkaar na de plaatsing van de isolatie, maar inwendige condensatie komt niet voor.

Via een dynamische simulatie kan hier verder onderzoek naar gebeuren.

Het is steeds aangewezen een doeltreffend ventilatiesysteem te installeren, dit neemt bijkomend risico's op condensatie of schimmels weg!

Bij de na-isolatie van gevels dienen alle aansluitingen geëvalueerd worden. Alle verankeringen die doorheen de isolatieschil gaan vormen een risico op koudebruggen, dewelke voor inwendige condensatie kunnen zorgen.

Isolatie aan de binnenzijde van de buitengevels vormt ook een optie. Echter dient hier opgemerkt worden dat de onderbrekingen van de binnenmuren, vloeren en dakrand voor koudebruggen kunnen zorgen. Ook de aansluiting van de isolatie op het buitenschrijnwerk is minder evident. Een damprem

aan de binnenzijde dient dan dampdicht afgewerkt worden, wat door de aanwezigheid van technieken evenmin evident is. Binnenisolatie is bouwfysisch de meest delicate oplossing.

Schrijnwerk:

De bestaande indeling van de raamgehlen worden behouden, alle erfgoedwaarden worden hierbij dan ook bewaard.

Momenteel zijn er geen sporen van condensatie op de ramen/profielen, al laat de huidige staat van de woning geen definitief uitsluitsel toe. Er valt dus te verwachten dat er ook na de plaatsing van nieuw glas geen condensatie op de beglazing aanwezig zal zijn.

Bij het vervangen van ramen is het ook aangewezen om ventilatieroosters te voorzien. Gezien het beschermd karakter van deze woning, vormt dat geen mogelijkheid/verplichting. Toevoer van verse lucht kan eventueel wel via een mechanisch ventilatiesysteem voorzien worden of door een andere vorm van natuurlijke toestroom.

Vloerisolatie

Isolatie van de vloer op volle grond is niet mogelijk gezien de huidige vloerafwerking behouden blijft. De isolatie van de andere vloerdelen (zie 5.4) kan wel voorzien worden, en omvat ook het grootste besparingspotentieel.

Bij de isolatie aan het plafond van de kelder dient rekening gehouden worden met de brandveiligheid indien deze isolatie onbeschermd zichtbaar blijft.

Bij de isolatie van de vloer boven het inpandig terras dient de bouwknop van het overhangend balkon indien mogelijk thermisch onderbroken worden.

Ook bij de isolatie van de vloer in overkraging aan de achterzijde wordt indien mogelijk een thermische onderbreking voorzien.

De muuraanzetten van de bestaande buitengevels blijven een onvermijdbare koudebrug vormen en zorgen voor een beperkte toeslag op het energieverbruik.

Isolatie van de interne tussenvloeren vormt geen onderdeel van deze energiestudie van het beschermd volume, maar is naast akoestische redenen ook nuttig om het te verwarmen volume te optimaliseren.

Luchtdichtheid

Na een ingrijpende renovatie van het gebouw zal de luchtdichtheid veel beter scoren. Om een gezond binnenklimaat te blijven garanderen, is daarom een **ventilatiesysteem** noodzakelijk. Dit dient geïmplementeerd te worden op basis van de minimale ventilatie-debietten die de EPB-regelgeving voor woongebouwen oplegt. Voorzie toevoer in alle droge ruimtes (woonkamer, slaapkamers) en afvoer in alle natte ruimtes (keuken, wc, badkamer, wasplaats). Voorzien ten slotte doorstroomopeningen als verbinding tussen beide ruimtes door kieren van ongeveer 1 cm onder de binnendeuren te voorzien.

Technieken

Het plaatsen van nieuwe technieken (verwarming, sanitair, ventilatie) kan zonder impact op de erfgoedwaarden geïmplementeerd worden. Een nieuwe verwarmingsinstallatie wordt binnen het beschermd volume van de woning geplaatst, met optimale isolatie van de leidingen.

8 Bijlagen

8.1 Zonnekaart

Zie afzonderlijke bijlage

8.2 Premieoverzicht

Via www.energiesparen.be kunnen alle mogelijke subsidies opgezocht worden:

Algemeen

Gegeven door De Haan

[Energieleening en energieadvies vanaf 2019: Renteloze energieleening voor kwetsbare doelgroep en energieadvies voor iedereen](#)

Subsidies voor dakisolatie

Gegeven door de Vlaamse overheid

[Verbeterings- en aanpassingspremie voor woningen](#)

Gegeven door Fluvius-Eandis / Elektriciteitsnetbeheerder

[2019: Premie van de netbeheerder voor dakisolatie in bestaande woningen \(doe het zelf, R-waarde minstens 4,5\)](#)

[2019: Premie via de netbeheerder voor dakisolatie in bestaande woningen \(via aannemer, R-waarde minstens 4,5\)](#)

[Huur- en isolatiepremie voor dakisolatie voor private huurwoningen](#)

[Totaalrenovatiebonus bij investering in minstens 3 energiebesparende investeringen](#)

Subsidies voor vloerisolatie

Gegeven door Fluvius-Eandis / Elektriciteitsnetbeheerder

[2019: Premie via netbeheerder voor vloerisolatie in bestaande woningen via aannemer \(R-waarde minstens 2\)](#)

[Totaalrenovatiebonus bij investering in minstens 3 energiebesparende investeringen](#)

Subsidies voor muurisolatie

Gegeven door de Vlaamse overheid

[Verbeterings- en aanpassingspremie voor woningen](#)

Gegeven door Fluvius-Eandis / Elektriciteitsnetbeheerder

[2019: premie van de netbeheerder voor buitenmuurisolatie aan de buitenkant in bestaande woningen via aannemer \(R-waarde minstens 3\)](#)

[2019: premie van de netbeheerder voor de isolatie van een buitenmuur via binnenzijde van bestaande woningen door aannemer](#)

[2019: premie van de netbeheerder voor de na-isolatie van spouwmuren in bestaande woningen door aannemer die werkt conform STS 71-1](#)

[Huur- en isolatiepremie voor na-isolatie spouwmuren voor private huurwoningen](#)

[Totaalrenovatiebonus bij investering in minstens 3 energiebesparende investeringen](#)

Subsidies voor verwarming

Gegeven door de Vlaamse overheid

[Renovatiepremie voor woningen](#)

[Steun voor micro wkk \(oa brandstofcel\)](#)

[Verbeterings- en aanpassingspremie voor woningen](#)

Gegeven door Fluvius-Eandis / Elektriciteitsnetbeheerder

[2019: Premie van de netbeheerder voor de plaatsing van een condensatieketel op aardgas of stookolie in bestaande woningen door beschermde afnemers](#)

Subsidies voor een warmtepomp - warmtepompboiler

Gegeven door Fluvius-Eandis / Elektriciteitsnetbeheerder

[2019: premie van de netbeheerder voor de plaatsing van een warmtepomp in bestaande woningen en nieuwbouwwoningen met bouwaanvraag tot 31/12/2013](#)

[2019: premie van de netbeheerder voor de plaatsing van een warmtepompboiler in bestaande woningen en nieuwbouwwoningen met bouwaanvraag tot 31/12/2013](#)

[Totaalrenovatiebonus bij investering in minstens 3 energiebesparende investeringen](#)

Subsidies voor glas

Gegeven door de Vlaamse overheid

[Renovatiepremie voor woningen](#)

[Verbeterings- en aanpassingspremie voor woningen](#)

Gegeven door Fluvius-Eandis / Elektriciteitsnetbeheerder

[2019: Premie van de netbeheerder voor de plaatsing van 1.0-beglazing of beter in bestaande woningen door aannemer](#)

[Huur- en isolatiepremie voor beglazing voor private huurwoningen](#)

[Totaalrenovatiebonus bij investering in minstens 3 energiebesparende investeringen](#)

Subsidies voor een zonneboiler

Gegeven door Fluvius-Eandis / Elektriciteitsnetbeheerder

[2019: Premie van de netbeheerder voor de plaatsing van een zonneboiler in bestaande woningen en nieuwbouwwoningen met bouwaanvraag tot 31/12/2013](#)

[Totaalrenovatiebonus bij investering in minstens 3 energiebesparende investeringen](#)

Gegeven door De Haan

[Energieleening en energieadvies vanaf 2019: Renteloze energieleening voor kwetsbare doelgroep en energieadvies voor iedereen](#)

[Premie voor de plaatsing van een zonneboiler](#)

Subsidies voor fotovoltaïsche zonnepanelen

Gegeven door De Haan

[Premie voor de plaatsing van fotovoltaïsche zonnepanelen](#)

Subsidies voor energieleening en energieadvies

Gegeven door de provincie West-Vlaanderen

[Planadvies voor bouwers en verbouwers inzake duurzaam bouwen](#)

Subsidies voor overige energiebesparingen

Gegeven door de Federale overheid

[6% BTW-Tarief bij renovatie en bij sloop /heropbouw](#)

[Ecocheques](#)

[Federale belastingvermindering voor elektrische motorfietsen, driewielers en vierwielers](#)

Gegeven door de Vlaamse overheid

[Renovatiepremie voor woningen](#)

[Sloop- en heropbouwpremie](#)

[Verlaging van schenkingsrechten bij energetische renovatie](#)