MONUMENTAAL
DUURZAAM

COLOFON

DEELNEMENDE ORGANISATIES

Deventer Energie, *de lokale Energie Coöperatie*
Erfgoedorganisatie Heemschut, *team Salland*
Monumentenzorg, *Gemeente Deventer*

ADVISEURS

Henk Kasper *energieadviseur*
Coraline Vester *bouwkundig adviseur*
Steven Oost (s010 sinds 2014) *ontwerp/opmaak*
Janleo van de Laar en Mariëlle Vrijkotte
medewerkers monumentenzorg

PROJECTBEGELEIDING

Gijs van Elk (Heemschut) *projectleiding*
Cees Kunkeler (Heemschut) *ondersteuning*

DE VIJF MONUMENTEN

Waterstraat 18
Polstraat 34-36
Polstraat 30
Waterstraat 8
Bergstraat 48

JANUARI 2019

Het project is gerealiseerd met subsidie van de provincie Overijssel.

NADERE INFORMATIE

Gijs van Elk - vanelkgijs@icloud.com
06 51 17 17 07

INHOUD

1	Lees- en gebruikswijzer	4
2	Aanleiding en doelen	5
3	Monumentenzorg en energie	6
4	Energiebesparing per onderdeel	
	Dak	8
	Muur	10
	Glas en ramen	12
	Vloer en bodem	13
5	Installaties	14
6	Kosten van energetisch verduurzamen	16
7	Bouwhistorische analyse en energieadvies per pand	18
	Waterstraat 8	19
	Waterstraat 18	49
	Polstraat 30	79
	Polstraat 34	115
	Bergstraat 48	151

LEES- EN GEBRUIKSWIJZER

Dit rapport is bedoeld voor verschillende doelgroepen van lezers: eigenaren, bewoners, belangenverenigingen, beslissers en adviseurs voor monumenten. De tekst en indeling is daarop op afgestemd.

Het rapport geeft antwoord op de volgende vragen. Hoe om te gaan met monumentenzorg en energie (*hoofdstuk 3*). Welke algemene energiebesparende maatregelen zijn er te treffen per bouwdeel zoals dak, muren, ramen, vloeren en eveneens voor glas en installatie (*hoofdstuk 4*). Welke installaties zijn daarbij voorstelbaar met een benadering van kosten en verwijzing naar financieringsfaciliteiten (*hoofdstuk 5*). Hoe zien de voorbeeldmonumenten er uit, welke maatregelen kunnen daarop worden toegepast en wat zijn de onderleggers van de geadviseerde maatregelen met gedetailleerde gegevens (bouwfysisch en bouwkundig (*hoofdstuk 6*).

MONUMENTENZORG EN ENERGIE

In dit hoofdstuk staan de voorbeelden centraal in relatie tot de uitgangspunten van Monumentenzorg, met de algemene uitgangspunten van beleid en wet- en regelgeving.

MAATREGELEN PER BOUWDEEL

De denkbare klimaatscheidende maatregelen worden per bouwdeel beschreven. Extra aandacht krijgen de bouwfysische consequenties voor het betreffende bouwdeel en de luchtkwaliteit in het pand. Verder beschrijving van toestellen voor verwarming, koeling, ventilatie, zonnepanelen en zonneboilers.

VOORBEELDEN PER PAND.

De maatregelen worden aan de hand van de geschetste kenmerken per pand geselecteerd, waarbij rekening worden gehouden met de wensen van de betreffende eigenaren. De adviezen worden per bouwdeel gegeven, waarbij de gevolgen voor de bouwhistorische waarden worden aangeven en schematisch gepresenteerd voor bouwfysische onderwerpen als thermische isolatie, vocht- en hittebescherming met verwijzingen naar specialistische gegevens. Deze zijn vooral bedoeld voor specialisten en adviseurs. Op het onderdeel glas worden nadere bouwkundige details opgenomen van de bestaande situaties en de geadviseerde maatregelen. Ook deze zijn vooral bedoeld voor specialisten en adviseurs.

GEBRUIKSWIJZER.

De voorbeeldprojecten kunnen worden gezien als een menukaart met bouwdelen en maatregelen, waarmee de eigen situatie kan worden vergeleken en daarmee een basis bieden voor de te nemen maatregelen voor het eigen monument. Door plaatsing op de website van Heemschut en de Deventer Energie zal het een levend document blijven, waarin de toekomstige ontwikkelingen worden opgenomen en reacties van gebruikers kunnen worden verwerkt.

AANLEIDING EN DOELEN

Monumenten zijn gebouwd in een tijd dat er van energiebesparing nog geen sprake was. De energetische kwaliteit van monumenten laat dan ook nog meer te wensen over dan die van de zgn. reguliere panden. De te nemen maatregelen zijn over het algemeen ook ingrijpender. De karakteristieke waarden van het betreffende pand komen daarbij gemakkelijk in het geding. Bij eigenaren leeft dan ook vaak het idee dat er op dit punt “weinig mag” en dat de investeringen onrendabel zijn.

Energiespecialisten, bouwkundigen én toezichthoudende gemeenten (monumentenzorg) moeten hiermee nog ervaring opdoen. Daarvoor is een nauwe samenwerking nodig, waarbij elkaars kennis en ervaring wordt uitgewisseld. Daarom hebben de erfgoedvereniging Heemschut en de Energiecoöperatie Deventer het initiatief genomen om in nauw overleg met de gemeente tot een voorbeeldproject voor eigenaren van monumenten te komen. Een van de eigenaren is de N.V. Bergkwartier die een groot aantal monumenten in Deventer in eigendom heeft en daarvoor als verhuurder optreedt. Daarom zullen ook huurders van monumenten uit het plan de mogelijkheden voor hun huurwoning kunnen afleiden.

DOELEN

- Voor vijf verschillende rijksmonumenten in de binnenstad van Deventer is een plan gemaakt voor verminderen van het energieverbruik en dit minimaal op label B of hoger te brengen met behoud van de monumentale waarden.
- De vijf plannen samen vormen een menukaart met allerlei mogelijkheden om woonhuis monumenten en monumentwaardige gebouwen geheel of gedeeltelijk te verduurzamen.
- De menukaart draagt bij aan de kennis van de monumentenbezitter en daarbij betrokken partijen over de verschillende mogelijkheden om hun monument te verduurzamen en in de praktijk toe te passen.

MONUMENTENZORG EN ENERGIE

Wat is het beleid van de gemeente op het gebied van energie en duurzaamheid? De gemeente wil de bouw van gasloze en energie-neutrale woningen bevorderen. Bij bestaande bouw zoals monumenten zet de gemeente samen met betrokkenen en partners in op het maximaal haalbare. Daarom heeft de gemeente ook aan de ontwikkeling van deze menukaart - in samenwerking met de erfgoedvereniging Heemschut en de Deventer Energiecoöperatie - meegewerkt. De adviseurs van de gemeentelijke monumentenzorg denken graag met u mee over het duurzaam en betaalbaar veranderen van uw monument.

VIJF MONUMENTEN

De eigenaren van vijf monumenten waren bereid in de planfase mee te doen. Per monument hebben we naar de mogelijkheden gekeken. Er zijn gebouwen bij, die intern volledig waren gestript maar ook woningen die al prima bewoonbaar waren, maar waarvoor men wel naar een betere oplossing zocht voor het vraagstuk van de energie. Uit de pilot blijkt, dat de energieadviseur, de bouwkundige en de adviseur van monumentenzorg bij elk pand een passende oplossing hebben gevonden.

Deze oplossingen zijn maatwerk: de verbeterpunten hebben we per monument net weer anders moeten oplossen, omdat de omstandigheden steeds verschilden.

WAT ZIJN DAARBIJ DE UITGANGSPUNTEN VAN MONUMENTENZORG ?

Monumenten zijn vaak monument geworden, omdat ze om allerlei redenen van bijzondere waarde zijn: vanwege hun ouderdom, zeldzaamheid, schoonheid en het achterliggende verhaal. Daarom willen we graag dat het monument, of het nu een schip, een hijskraan of een woonhuis betreft, dicht bij het oude blijft. We streven dus naar een gelijk beeld, maar ook naar behoud van oude onderdelen. We vervangen bijzondere zaken niet graag.

Dat is voor monumentenzorg - ook bij het duurzaam maken van gebouwen - het uitgangspunt: we willen het uiterlijk zo weinig mogelijk veranderen en zo weinig als kan vervangen. Een monument veranderen of er iets aan toevoegen is dus zeker mogelijk: maar pas nadat de deskundigen bij de gemeente hebben vastgesteld, dat de veranderingen ten goede komen aan het monument of dat de toevoeging passend is.

WAT ZIJN DE WETTELIJKE REGELS ?

Er is een omgevingsvergunning nodig voor

- Het treffen van bouwkundige maatregelen, zoals het isoleren van muren, daken, vloeren en ramen
- Het plaatsen van zonnecollectoren, zonnepanelen en warmtewisselaars.

Bij de beoordeling van de vergunningsaanvraag gaat het er steeds om of de cultuurhistorische waarden en het beschermd stadsgezicht worden aangetast.

Dat is **niet** het geval:

- Bij het plaatsen van zonnepanelen buiten het zicht van de openbare ruimte, de straat of het uitzichtpunt,
- Als er in het recente verleden – te rekenen vanaf de jaren zeventig – al bouwkundige voorzieningen zijn aangebracht waarbij de historische kenmerken zijn weggenomen of aangetast. Dan zal niet worden geëist dat die waarden alsnog worden teruggebracht.

NOG KEUZEN TE MAKEN

Voor deze vijf monumenten staan er voor de eigenaren vaak nog meerdere keuzen open. Die worden in deze menukaart aangegeven. Daarbij zullen ook de kosten van de verschillende maatregelen een rol spelen. Binnen de in dit menu gestelde keuzen kunnen de vergunningen worden verleend.

WAT IS HET RESULTAAT ?

Het blijkt dat het duurzaam maken van een monument met deze uitgangspunten goed mogelijk is. Het geheim is namelijk om met de juiste materialen het bestaande gebouw beter te isoleren op de plaatsen waar dat mogelijk is. Daarbij hoeft bijna niets van het uiterlijk en bijna niets van het oude bouwmateriaal verloren te gaan. Zo wordt het bijvoorbeeld mogelijk in de zomer hinderlijke warmte buiten te houden en in de winter kostbare warmte binnen te houden.

TENSLOTTE

Niet alle maatregelen die u in dit menu toegepast ziet, passen één op één op ieders wensen en zullen niet op ieder monument van toepassing kunnen zijn. De monumenten, de wensen, de mogelijkheden en de oplossingen zijn daarvoor te verschillend. De medewerkers van monumentenzorg zijn in alle gevallen bereid met u mee te denken om tot een goed resultaat te komen.

DAKISOLATIE

Monumenten hebben in de meeste gevallen een hellend dak. Een dakconstructie draagt het dak: planken (het dakbeschot) met daarop de pannen. Soms, bij jongere monumenten of na verbouwen of aanbouwen, is een deel van het dak plat en gedekt met planken met daarop dakleer of zink. Een dakbeschot is niet winddicht, dat is gunstig voor het behoud van de kapconstructie, want nat hout is door de wind na lekkage weer snel droog. Maar door de kieren kan er ook warmte verloren gaan en andersom: in de zomer warmt zo'n kap snel op. Een ongeïsoleerde kap, die men als slaap- of woonruimte gebruikt, is dus niet comfortabel. Isoleren is dan nodig, bij een pannendak kan dat aan de binnenkant of aan de buitenkant. Bij een plat dak ook, maar aan de binnenzijde is dat risicovoller.

ISOLEREN AAN DE BINNENKANT

Wanneer een pannendak is voorzien van een dakbeschot, is het belangrijk om onder de pannen een waterdichte laag te hebben, om inregenen te voorkomen. De pannen, panlatten en tengels moeten er dan af en rechtstreeks op het dakbeschot brengt men een damp-open, maar waterdichte folie aan. De damp van het wonen (het woonvocht) kan dan naar buiten verdampen. De folie dient ook als winddichting, daarom is het belangrijk om de folie zorgvuldig aan te brengen: de banen folie moeten overlappen en goed worden afgeplakt op de naden en aan de randen.
Vervolgens plaatst men de isolatie aan de binnenkant tussen de sporen. Om voldoende isolerend te zijn is de dikte van de isolatie soms groter dan de dikte van de sporen. Deze sporen kan men, afhankelijk van de monumentale waarde van de kap, dikker maken, waarna de afwerking aan de binnenzijde bevestigd kan worden. Afhankelijk van het toegepaste materiaal is een dampdichte of intelligente folie nodig aan de binnenzijde. De dampdichte folie voorkomt toetreding van woonvocht in de isolatie, dat daar zou kunnen gaan condenseren en schimmel op of rotting van het dakbeschot zou kunnen veroorzaken. Zorgvuldig dampdicht aanbrengen is daarbij erg belangrijk, de overlappende randen goed afplakken met kwalitatief goede tape.

Hoe groter de massa van het dak en hoe hoger de warmtecapaciteit van de isolatie, hoe langer het duurt voordat in de zomer de warmte binnen is. Op zolders waar slaapkamers of andere verblijfsruimtes gemaakt worden is het comfortabel om de zomerwarmte buiten te houden.

Toepasbaar voor daken zijn alle gangbare isolatiematerialen zoals glaswol of PIR platen, maar tegen de opwarming in de zomer helpen natuurlijke materialen beter; vlaswol, papiervezel (Isofloc) of houtvezel of houtwol (Gutex, Pavatex) hebben een tweemaal zo grote warmtecapaciteit als kunststof platen (PIR). Om echt voordeel te hebben van de warmtecapaciteit moeten wel dikten van minimaal 16 cm toegepast worden. Natuurlijke materialen hebben als bijkomend voordeel dat ze damp-open verwerkt kunnen worden, zodat ze de vochtbalans in de woning gelijkmatig houden en het risico op vocht in de houtconstructie veel kleiner wordt.

ISOLEREN AAN DE BUITENKANT

Als het dak gerenoveerd moet worden, bijvoorbeeld wegens slechte panlatten, dakbeschot of sporen, kan er ook gekozen worden voor isoleren aan de buitenzijde. Dit is energetisch gunstig, maar het kan het uiterlijk van het gebouw wijzigen, dus het is niet altijd mogelijk. Overleg met Monumentenzorg geeft daarvoor uitsluitsel. Het dakbeschot ligt dan onder de isolatie, de pannen erop. De sporen verdwijnen hierbij soms, de functie wordt overgenomen door prefab dakdozen of ter

plekke gemaakte dakisolatie. Hierbij is keuze uit een groot assortiment gangbare dakisolatie. Ook hierbij kan gekozen worden voor natuurlijke materialen, Isovlas (vlaswol) maakt prefab dakdozen op maat. Ook hier past men aan de buitenzijde een dampopen waterdichte folie toe, die winddicht aangebracht moet worden.

ISOLEREN VAN EEN PLAT DAK

Het isoleren van een plat dak in een monument verloopt min of meer het zelfde als bij een gewone woning met een plat dak. In principe is isoleren aan de buitenzijde, dus boven op het dakbeschot, voor behoud van de constructie de beste keuze. Daarbij wordt vaak op de bestaande dakbedekking isolatie aangebracht en deze wordt met bitumen waterdicht afgewerkt. Ook worden wel “losliggende” isolatietegels toegepast, die dan met ballast verzwaard worden tegen wegwaaien.

Isolatie van een plat dak aan de binnenzijde is veel kritischer dan bij een pannendak omdat de dakbedekking van een plat dak geen vocht van binnen naar buiten doorlaat. Onder de dakbedekking kan het woonvocht niet weg en zou tegen de koude dakbedekking in het dakbeschot kunnen condenseren. Isolatie van een plat dak of zinken dak aan de binnenzijde is altijd maatwerk. Er moet gezorgd worden dat het woonvocht, voordat het tegen de onderkant van de dakbedekking condenseert, door natuurlijke ventilatie kan worden afgevoerd naar buiten. Dus de ruimte tussen dakbeschot en isolatie moet met buitenlucht geventileerd worden. Dat vereist maatwerk in de aanleg en uitvoering. Het voert te ver om dat in dit algemene stuk uit te gaan werken.

MUURISOLATIE

Veel monumenten zijn gebouwd vóór 1920 en hebben geen spouw in de gevel. De buitenzijde mag niet aangepast worden. Isoleren van de gevel kan dus alleen aan de binnenzijde.

De meeste gevels zijn steens gebouwd en ca. 20 – 30 cm dik. Aan de binnenzijde zijn deze gevels vaak afgewerkt met een tengel en een afwerklaag, vroeger vaak jute o.i.d., tegenwoordig vaak een gipsbeplating. Deze gevels verliezen veel warmte in het stookseizoen en zijn niet comfortabel. Het binnen oppervlak straalt kou uit en door condens kan het zelfs vochtig worden. Isoleren aan de binnenkant kan prima waarbij er rekening moet worden gehouden met belangwekkende historische binnen afwerking. Binnen isolatie geeft zeer goede resultaten. We geven hier twee voorbeelden.

ISOLEREN MET NATUURLIJKE MATERIALEN

Bij gebruik van natuurlijke materialen tegen de gevel wordt dampopen gewerkt. Dat wil zeggen dat waterdamp in de woning in het isolatiemateriaal mag trekken en door de gevel naar buiten kan verdampen. Een dampdichte laag is dan niet nodig. Wel moet een intelligente folie aan de binnenzijde worden toegepast. Deze folie reageert op de hoeveelheid waterdamp in de lucht; is die hoog, dan trekt de folie dicht, is die laag, dan gaat de folie open en ademt dan mee met het woningvocht. Het voordeel van natuurlijke materialen is dat ze mee ademen met de woning, dat geeft een prettiger leefklimaat, een betere vochtbalans en in de zomer kan het vocht in de isolatie weer opdrogen. Een dampopen afwerking is gipsstuc, maar ook een leemstuc of Tadelac houdt de ademende werking. Natuurlijke isolatiematerialen zijn houtvezelplaten (Gutex, Pavatex), vlaswol, papierwol (Isofloc) e.d.

ISOLEREN MET GANGBARE MATERIALEN

Bij gebruik van gangbare materialen moet er altijd een dampdichte folie worden toegepast. Het is belangrijk om deze zorgvuldig en goed kierdicht aan te brengen. Dat kan door met overlap te werken en de naden goed af te tapen, met een kwalitatief goede tape, die ook na vele jaren nog goed hecht. Het plaatsen van stopcontacten in de wand wil nog wel eens een luchtlek veroorzaken. Dat kan worden voorkomen door speciale luchtdichte inbouwdozen aan te brengen. Als isolatiemateriaal heeft een PUR of PIR plaat de voorkeur boven glaswol of steenwol, omdat het beter vochtbestendig is en omdat het een hogere isolatiewaarde heeft bij gelijke dikte. Daardoor gaat er minder ruimte verloren en worden vensternissen niet te diep.

KOUDEBRUGGEN

Extra aandacht moet besteed worden aan de aansluitingen van de gevel met het maaiveld, met de verdiepingsvloeren, met het dak en met binnenwanden. Dit zijn de plaatsen waar zogenaamde koudebruggen kunnen optreden en waar dus condens / vocht kan ontstaan. Vocht kan leiden tot schimmelvorming en balkrot. Het voorkomen van koudebruggen is maatwerk en moet in elke situatie kritisch beoordeeld worden, zodat er een passende oplossing kan worden gevonden.

ISOLATIEDIKTE

Het bepalen van de beste dikte van isolatie is een afweging van verschillende belangen, zoals te bereiken isolatiewaarde in combinatie met de glasopeningen, afwerking dagkanten, kosten, ruimteverlies en esthetische overwegingen.
Is het te gebruiken materiaal eenmaal gekozen, dan bepaald de dikte van de isolatie

de uiteindelijke isolatiewaarde (Rc) van de gevel. Hoe dikker hoe hoger de isolatiewaarde, waarbij de stijging vrijwel lineair is, tweemaal zo dik geeft een tweemaal zo hoge isolatiewaarde. Het ruimteverlies wordt echter ook groter bij dikkere isolatie. De kosten lopen ook op, maar niet lineair. De grootste kostenpost van de gevel isoleren zit in de arbeid en in de afwerking. Op een kamer van 600 cm lengte is een verschil van 10 cm in de isolatiedikte niet merkbaar. Een dikkere isolatie vraagt meer aandacht voor de esthetische afwerking, maar in de praktijk blijkt dat vaak goed op te lossen. Zelfs extra mogelijkheden te bieden, zoals een zitplaats maken in de vensterbank en het schuin afwerken van dagkanten waardoor een optische vergroting van de vensteropening ontstaat en het daglicht onbelemmerd kan toetreden.

GLASISOLATIE

Zorg er allereerst voor dat ramen, deuren en luiken goed sluiten. Door tochtstrippen gaat u de stroom van koude lucht door kieren tegen. Maak in onbruik geraakte raamluiken weer bruikbaar, sluit ze 's avonds in de winter: raamluiken isoleren bijna net zo goed als dubbel glas!

ENERGIEVERLIES DOOR ENKELGLAS KUNT U EENVOUDIG BEPERKEN

Door historische raamluiken te gebruiken. Ook met dikke isolerende gordijnen, vouwgordijnen met een reflecterende coating of een isolerende transparante raamfolie die op de binnenzijde van het glas wordt aangebracht. Zie b.v.. *www.enekelglasisolatie.nl*
Deze folie is niet geschikt voor hobbelig oud glas: de ondergrond moet vlak zijn.

EEN KEUZE TUSSEN ACHTERZETGLAS OF ACHTERZETKOZIJNEN.

Achterzetglas kan zonder hak- en breekwerk worden gemonteerd aan de achterkant van het bestaande kozijn. Het is belangrijk, dat er zich geen damp ophoopt tussen de beide ramen, vocht is slecht voor het hout van de ramen.
Een goede dichting tussen het bestaande houtwerk en het nieuwe achterzetglas is belangrijk.
Achterzetramen met HR++glas: Als er aan de binnenzijde van de gevel een isolerende voorzetwand wordt gemaakt, is het mogelijk om in die wand een nieuw raam met isolerend glas op te nemen. Dan verbetert de isolatiewaarde naar het niveau van het toegepaste glas, HR++ glas U=1,2.
Voor een achterzetkozijn met draairaam voorzien van HR++ glas bijvoorbeeld *www.metaglas.nl*

AANDACHTSPUNTEN VOOR NIEUW GLAS IN MONUMENTALE RAMEN

Soms zijn de sponningen in de bestaande ramen diep genoeg om isolerende beglazing te plaatsen. Er zijn veel soorten glas in de handel, die beter isoleren dan het traditionele enkelglas. Maar let op, dit is vaak ook zwaarder glas, de bestaande ramen moeten daarvoor ook stevig genoeg zijn. Als glas wordt vervangen is een schilderbeurt ook nodig.
Er bestaat gelaagd glas met een folie, dit is ca. 6 mm dik en dit isoleert ongeveer gelijk aan achterzetglas.
Dubbel glas met een spouw is leverbaar in een dikte vanaf 10 mm. De luchtspouw kan gevuld worden met gas. Afhankelijk van de opbouw van dit glas kan men nog betere isolatiewaarden bereiken. Als er veel kleine ruitjes in een raam zitten, kunnen de kosten oplopen en is een andere oplossing waarschijnlijk beter.
Enkel, getrokken glas heeft een minder vlak uiterlijk dan het moderne floatglas. Als het enkel glas een karakteristiek onderdeel van het monument is, is vervangen van dat glas door modern floatglas niet gewenst en zoeken we een andere oplossing.
Glas met een (metaal-)coating ziet er heel anders uit dan glas zonder coating. Overleg dan met monumentenzorg of het gewijzigde uiterlijk bij het monument past.

Monumentenzorg in Deventer accepteert dat u ruiten van enkelglas laat vervangen door dubbelglas, mits de bestaande profielen en roeden behouden blijven en men het glas plaatst in speciale kit aan de buitenzijde, zoals vroeger met stopverf.

VLOER- EN BODEMISOLATIE

Vloerisolatie is een eenvoudige en rendabele manier van energie besparen en kan het comfort van de woning flink verbeteren. De begane grondvloer is meestal de scheiding tussen een verwarmde en een onverwarmde ruimte zoals een kelder of de kruipruimte.

BODEMISOLATIE

Als er een (krappe) kruipruimte is kan het inblazen van isolatiekorrels of isolatie chips voor een drogere en dus warmere kruipruimte zorgen.

VLOERISOLATIE

Als er voldoende vrije hoogte is om te werken, minimaal 50 cm, kan een (houten) vloer aan de onderzijde geïsoleerd worden. Vaak wordt vloerisolatie gecombineerd met een laag folie op de bodem van de kruipruimte. Vocht uit de bodem kan zo niet meer verdampen in de kruipruimte. Een droge kruipruimte isoleert beter.

AANDACHTSPUNTEN

De kruipruimte wordt beperkt geventileerd. Om tocht te voorkomen is een goede afdichting tussen de rand van de vloer en de opgaande wand nodig. Lichte ventilatie van de kelder- of kruipruimte is belangrijk voor het droog en fris houden van de lucht onder de vloer.

EEN VLOER BOVEN EEN GEWELF

In de Deventer binnenstad hebben oudere gebouwen vaak een gewelfkelder met daarboven een houten- of steenachtige vloer. Isolatie van deze vloeren op gewelven te bekijken met een constructeur, omdat de manier waarop een (nieuwe) begane grond-vloer op het gewelf rust per geval bekeken moet worden.

LAGE TEMPERATUURVERWARMING IS DUURZAAM EN HEEFT DE TOEKOMST

Vloerverwarming is bij uitstek geschikt in combinatie met lage temperatuurverwarming. Het isoleren van de begane grondvloer is een goed moment om vloerverwarming aan te leggen. Let bij het isoleren van de vloer op het vermijden van “koudebruggen”; het weglekken van warmte naar niet-geïsoleerde constructiedelen.

VLOERVERWARMING EN LTV

Er zijn veel mogelijkheden om vloerverwarming toe te passen. In een nieuwe betonvloer kunnen daarvoor slangen worden mee gestort. Maar er zijn ook andere systemen voor vloerverwarming, z.g. droogbouwsystemen, zonder beton. Het voordeel van droogbouwsystemen is de snelle opwarmtijd die vergelijkbaar is met radiatoren, dit in tegenstelling tot vloerverwarming in een betonvloer.
Bij een betonvloer met vloerverwarming moet eerst de zware betonmassa worden opgewarmd voordat opwarming van de ruimte kan plaatsvinden.

Bij vloerverwarming in combinatie met een betonvloer moet de temperatuur van de vloer zo veel mogelijk constant worden gehouden. Nachtverlaging is in deze situatie niet economisch en niet comfortabel.

INSTALLATIES

In monumenten treffen we allerlei installaties voor verwarmen aan, maar de ventilatie gaat vaak via kieren of door het openzetten van de ramen. We treffen soms nog gaskachels aan, maar ook verwarming met hoogrendementsketels, die het water tot ca. 80°C opwarmen.

DUURZAAM VERWARMEN IS LAGE TEMPERATUURVERWARMING

Omdat we op termijn van het gas af willen, adviseren wij om vloer- of wandverwarming aan te leggen, zodat we met een lage watertemperatuur (minder dan 40°C) kunnen verwarmen. Het is dan mogelijk om dat water met een elektrische warmtepomp te verwarmen. Het vinden van een geschikte plaats voor de buitenunit (airco) is bij een monument soms wel lastig, omdat die uit het zicht moet staan. Wordt de vloer niet aangepakt dan kan men wandverwarming overwegen. In de nieuwe isolatiewanden worden verwarmingsleidingen verwerkt in de stuclaag. Een andere optie is om radiatoren te vervangen door lage-temperatuur verwarmingsradiatoren.

Vloer- en wandverwarming geven een prettige warmte, die wegens de lage temperatuur, niet opstijgt in de vaak hoge ruimtes van historische panden. Dit soort verwarming komt het wooncomfort en energiebesparing sterk ten goede.

VENTILATIE

Het is belangrijk een woning, die kierdicht en geïsoleerd is, goed en vooral gecontroleerd te ventileren. Natuurlijke ventilatie is in zo'n woning minder geschikt, omdat men de hoeveelheid verse lucht niet kan regelen: de hoeveelheid wordt dan meer door de windkracht dan door de bewoner bepaald. Een CO^2 en vocht gestuurde mechanische ventilator is een betere oplossing. Een detector meet het CO^2- en vochtgehalte en wanneer dat voor de luchtkwaliteit nodig is, schakelt hij de ventilator aan, dit kan zelfs per ruimte. Voor een goed ventilatiesysteem moet een ontwerp gemaakt worden. In een monument is het namelijk belangrijk, dat men rekening houdt met het verloop van de kanalen.
Ventilatie met warmteterugwinning (WtW) is energetisch gunstiger en geeft nog meer comfort. Daarbij verwarmt men de inkomende verse koude lucht met de uitgaande ventilatielucht, waardoor ca. 80% van de energie teruggewonnen kan worden. Hiervoor is soms een dubbel leidingsysteem nodig, wat niet overal gemakkelijk toe te passen is.

Worden slechts één of enkele ruimtes verwarmd, dan is een decentraal ventilatiesysteem mogelijk. Deze worden meestal in de gevel toegepast.

ZOMERNACHTVENTILATIE.

Zomernachtventilatie is een vorm van passieve koeling, een energiearme vorm van koeling. Door 's nachts te ventileren kan een gebouw worden gekoeld met gratis koude buitenlucht. Oververhitting van gebouwen, dat wil zeggen een temperatuursoverschrijding tijdens hete periodes kan hiermee worden tegengegaan. De meeste warmte hoopt zich op de bovenste verdieping op. Op eenvoudige wijze kan hier een afzuiginstallatie worden geplaatst.
De standaard afzuiginstallatie heeft meerdere standen. In de nacht tot de ochtend kan deze op de hoogte stand de warme lucht afzuigen. De aanvoer van koele buitenlucht vindt in monumenten vaak plaats via kieren e.d.
Ook kan worden gedacht aan raamluiken met ventilatiegaten indien deze worden toegepast. (zie ook www.coralinevester.nl)
Nog verder doorgedacht kan ook een warmteterugwinningsunit worden toegevoegd, zodat bv een warmwaterboiler kan worden aangesloten. Voor de bediening van deze installaties

kan worden gedacht aan handmatige bediening, klokschakelaar en/of geavanceerd met binnen-/buitentemperatuurmeting en automatische bediening.

zonnepanelen op monumenten

Op monumenten of binnen het beschermd stadsgezicht kunt u eventueel ook zonnepanelen toepassen. Voor het plaatsen van zonnepanelen in het beschermde stadsgezicht en op monumenten heeft u een vergunning nodig. Over het algemeen wordt een dak er niet mooier op met zonnepanelen. Het is belangrijk voor het "daklandschap" om zorgvuldig met de keuze voor het leggen van zonnepanelen in een historisch stadscentrum of op monumentale panden om te gaan.
Bij een eventuele dakrenovatie en bij plaatsing van nieuwe dakramen is het van belang om het legplan van zonnepanelen mee te nemen in de planning en het ontwerp. Er zijn bijvoorbeeld ook dakramen die dezelfde afmeting als zonnepanelen hebben, dat geeft in combinatie een strak en ordelijk beeld.
Er bestaan ook al dakpannen met zonnecellen, deze zijn echter in verhouding erg duur en passen ook lang niet altijd bij een monumentaal pand.

zonneboiler

Een zonneboiler bespaart met name op het verwarmen van tapwater, voor douche en keuken. De jaarlijkse besparing is afhankelijk van de hoeveelheid tapwatergebruik. Dat gaat samen met het aantal gebruikers in de woning. Vooral bij meerdere gebruikers (>3 personen) en hoog tapwatergebruik wordt het plaatsen van een zonneboiler ook financieel interessant. Een zonneboiler heeft een dakpaneel van ca. 4 m^2 of groter, waarbij op monumenten de zelfde vergunningplicht geldt als bij zonnepanelen. Binnen staat, gekoppeld aan de installatie voor het maken van warm tapwater (HR-ketel, warmtepomp), een voorraadvat van minimaal 100 liter, waarvoor ruimte moet zijn.

elektrische installatie

Bij het plaatsen van wandcontactdozen in een isolatiewand met dampdicht folie gaat het vaak mis: doordat de folie door de wandcontactdoos plaatselijk doorsneden wordt ontstaat een lek. Zo'n klein lek zorgt voor een voortdurende vochtstroom (damp) naar de koude zijde van de isolatie, waar het condenseert in water. Dit geeft extra waterdruk op b.v. balkkoppen in de koude gevel, met alle risico's van rotting en schimmel. Ga er bij voorbaat niet vanuit dat uw elektra installateur hier rekening mee houdt. Simpelweg een gat in de dampdichte laag snijden om de wandcontactdoos te kunnen plaatsen is vragen om problemen. Dit gat moet altijd weer zorgvuldig met een extra stuk folie dichtgemaakt worden.

Wij adviseren om de dampdichte laag niet te doorsnijden en waterdichte wandcontactdozen toe te passen. Het toepassen van een installatiespouw (70 mm) in de afwerking van de isolatiewand is wellicht een nog betere optie, maar levert wel extra ruimteverlies.

KOSTEN VAN ENERGETISCH VERDUURZAMEN

Monumenten renoveren en isoleren is een kostbare zaak. Niet alleen omdat een monument iets kostbaars is om voor de toekomst te bewaren, maar ook omdat het een flink financieel budget vraagt om het goed te doen. Een belangrijke vraag daarbij is hoe de investering zich verhoudt met de toekomstige besparingen op onderhoud en energiekosten.

Een en ander is natuurlijk sterk afhankelijk van de ontwikkeling van energietarieven en met name de belastingen daarop. Voorspelling daarvan is nog riskanter dan het weer voorspellen, maar wij wagen het erop aan te nemen dat in elk geval aardgas (veel) duurder gaat worden.

VOORDELEN VAN VERDUURZAMEN

De huidige lage rentes en verwachtte stijging van het tarief voor aardgas geven een gunstige situatie ten voordele van goed isoleren en daarmee energie besparen. Een bedrag op de bank brengt nauwelijks iets op, stop het in uw monument, waardoor de energiebesparing wel rendement oplevert. Daarnaast wordt het monument meer waard bij een toekomstige verkoop, want ook voor een nieuwe bewoner ligt er een lagere energierekening in het verschiet.
Stel dat de kosten voor gas en elektriciteit voor een ongeïsoleerd monument nu € 2500,- per jaar zijn (2500 m³ gas en 4000 kWh elektriciteit). Inclusief 2% inflatie is dat in 30 jaar een totaalbedrag van afgerond € 100.000,- energiekosten. Door isolatie en toepassing van een warmtepomp weet je de jaarlijkse energiekosten terug te brengen tot € 1500,-, dat is in 30 jaar € 60.000,-. Een besparing van € 40.000,- op energiekosten in 30 jaar. Als de inflatie hoger is wordt dit verschil nog groter.

KOSTEN VAN VERDUURZAMEN

De kosten van isolatiemaatregelen zijn sterk afhankelijk van de toegepaste materialen, de arbeidskosten en de esthetische afwerking. Voor elke situatie zal daarvoor een maatwerkprijs gemaakt moeten worden middels offertes of goed onderbouwde prijsindicaties, gebaseerd op de werkelijke uitvoeringsvorm. In de regel is het isolatiemateriaal niet de grootste kostenpost, maar eerder de arbeidsuren en de afwerklagen. Isolatiemateriaal gaat een woninglang leven mee, mits het goed gekozen is, voldoende isolatie biedt en juist is aangebracht. Het vraagt dan geen onderhoud en vervanging gedurende de levensduur van de betreffende woning.

In elk geval verdient het aanbeveling om met kwalitatief goed materiaal te werken, afgestemd op de plaats van toepassing en op de juiste wijze aangebracht. Hierop bezuinigen is op het verkeerde paard wedden.

FINANCIERING VAN VERDUURZAMING

Verschillende provincies en gemeenten bieden mogelijkheden voor de financiering van verduurzaming van monumenten voor particuliere eigenaren tegen aantrekkelijke tarieven.

Het Nationaal Restauratiefonds biedt mogelijkheid tot financiering voor particulieren met met een vaste een rente van 1% en een looptijd van 10 jaar. Zie ook *www.restauratiefonds.nl/duurzame-monumentenlening*

BOUWHISTORISCHE ANALYSE EN ENERGIEADVIES PER PAND

WATERSTRAAT 18

WATERSTRAAT 8

POLSTRAAT 34

POLSTRAAT 30

BERGSTRAAT 48

WATERSTRAAT 8

BESTAANDE SITUATIE

Historisch rug aan rug pand, bouwjaar voor 1650 met een voorgevel die dateert uit ongeveer 1850. Rijksmonument. Het pand werd waarschijnlijk gebouwd aan de binnenzijde van de voormalige stadsmuur. De voorgevel, de rechter zijgevel op zolder en het topje van de achtergevel zijn buitengevels. Het oppervlak per verdieping is 30 m², er is geen indeling aanwezig (pakhuis). Het huis wil men verbouwen tot woonhuis. Het dak van het pand ligt in het volle zicht van de toren van de Grote- of Lebuïnuskerk, dit geeft extra beperkingen aan het plaatsen van dakramen, zonnepanelen en zonneboilerpanelen. Er is geen isolatie, verwarming of gasaansluiting aanwezig.

Indeling: gewelf kelder, begane grond vloer op “zand” boven kelder, wordt keuken/eetkamer. De eerste verdieping wordt woongedeelte. De tweede verdieping heeft zijgevels vanaf ca. 80 cm en daarboven een schuin pannendak, slaapkamer en badkamer. Geen isolatie, geen verwarming en geen gasaansluiting aanwezig.

INDELING EN INVENTARISATIE MONUMENTALE WAARDE VAN HET INTERIEUR

KELDER - Het pand is onderkelderd met een tongewelf. Er is een inpandige trap en een dichtgezette trap naar de straat. Op de vloer liggen gebakken klinkers in het zand. De kelder wil men gaan gebruiken als verblijfsruimte. Deze mogelijkheid zal door een constructeur moeten worden onderzocht.

BEGANE GROND - De bouwmuren zijn van gepleisterde oude baksteen en hebben een geschilderde zwarte plint. Ze zijn deels weggehakt ten behoeve van het parkeren van een auto. Tegen de achtergevel is een klamp gemetseld. Op de vloer liggen natuurstenen tegels en gebakken klinkers in het zand. De oorspronkelijke trappen zijn in het verleden verwijderd. De balklaag van de eerste verdiepingsvloer bestaat uit oude balken in slechte staat. Van de pui op de begane grond is de bovenzijde nog oorspronkelijk. De onderzijde is sterk aangetast omdat deze is aangepast tot garagedeuren. Bij de verbouwing wordt deze waarschijnlijk in de oorspronkelijke staat hersteld.

EERSTE VERDIEPING - De bouwmuren zijn van gepleisterde oude baksteen, die verkeren in een slechte staat door scheuren (mogelijk het

WATERSTRAAT 8

gevolg van gedeeltelijke fundering op de stadsmuur) en schoorsteenkanalen. Tegen de achtergevel is een klamp gemetseld.
De vloerplanken zijn van recente datum.
De balklaag van de tweede verdiepingsvloer bestaat deels uit oude balken, die verkeren in een in slechte staat. De schuiframen van de eerste verdieping zijn uit de bouwtijd met een hoge monumentale waarde. De ramen zijn slecht onderhouden en moeten waarschijnlijk vernieuwd worden.

TWEEDE VERDIEPING - De bouwmuren zijn van gepleisterde oude baksteen. Het kalkzandsteen van de rechter bouwmuur en de achtergevel is waarschijnlijk een klamp waarachter zich ouder metselwerk bevindt. Bijzonder zijn de natuurstenen consoles in de bouwmuur. Misschien werden deze gebruikt om een goot van Waterstraat 10 op te leggen voordat de Waterstraat 8 werd opgehoogd. Deze bouwfasering wordt ook ondersteund door de aanwezigheid van muurankers in de bouwmuur tegen Waterstraat 10. De vloerplanken zijn van recente datum .De ronde gietijzeren ramen zijn karakteristiek. Het hijsluik is gewijzigd in draaiende ramen. De kap heeft een eenvoudig grenen kapje met een zoldertje. Beide zijn van recente datum.

WENS EIGENAAR

Goed isoleren met standaard materialen en isolerend glas. Gasloos. Energiezuinig ventileren en verwarmen. Rekening houden met beperkte ruimte. Kelder gebruiken als verblijfsruimte, dus isoleren en keldervloer laten zakken. Ruimte tussen gevels met buren dichtzetten.

ADVIES ALGEMEEN

Voor alles is het belangrijk om het warmteverlies in de winter en de warmteopname in de zomer zoveel mogelijk te beperken. Dat geeft wooncomfort en verlaagt het energiegebruik en de energie kosten. Dat betekent zo goed mogelijk isoleren aan de buitenschil van de woning en in de zomer de zoninstraling beperken.

(Hierna volgt een beschrijving per bouwdeel)

WATERSTRAAT 8

DAK

Thermische isolatie

U = 0,30 W/(m²K)

Rc = 3,129 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>6,0 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 3,7

Faseverschuiving: 7,3 h

Warmtecapaciteit binnen: 21 kJ/m²K

Het dak maakt een groot deel van de uitwendige constructie van de bovenste verdieping uit, met veel warmteverliesoppervlak. Daarnaast worden deze zolders in de zomer in de huidige uitvoering zeer warm. Dit kan voorkomen worden door een “zwaar” isolatiemateriaal toe te passen, dat een hoge warmtecapaciteit (C) heeft (isoleert en veel warmte kan opslaan). Voorbeelden hiervan zijn vlaswol of houtwolvezelplaten (C = 2100). De isolatiewaarde van deze natuurlijke materialen is veel beter dan de gangbare. Tussen de sporen is 14 cm ruimte om te isoleren.

ADVIES - Het dak isoleren met Gutex houtflex van 14 cm tussen de sporen. Afwerken met een intelligente dampremmende laag (Proclima Intello) en gipsplaat, totale Rc = 3,3. Deze dampremmende laag is flexibel open en dicht, waardoor achterliggend isolatiemateriaal ook weer kan drogen.
Minstens zo belangrijk is hier het comfort in de zomer, de faseverschuiving wordt 7,3 uur, dat is nog niet optimaal. (faseverschuiving is het vertragen van opwarming binnen bij opwarming buiten: optimaal is > 12 uur).

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

Door het isoleren tussen de sporen is de kap niet meer zichtbaar, maar hierbij gaan geen monumentale waarden verloren, want de kapconstructie blijft behouden. De lichtopbrengst van de dakramen zal nagenoeg gelijk blijven met het isoleren tussen de sporen.

zie hierna de specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbestrijding en Hittebescherming.

1. Gipskartonplaat (9,5 mm)
2. pro clima INTELLO®
3. Gutex Thermoflex ab 2017 (140 mm)
4. Vuren (22 mm)
5. Unterdeckbahn sd=0,05m
6. Sterk geventileerde luchtlage (30 mm)
7. Dzkpannen inclusief tengels&panlatten (103 mm)

WATERSTRAAT 8

DAK

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Omgevingslucht: -5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 18,4°C / -4,7°C

sd-waarde: 10,2 m

Dikte: 30,5 cm

Gewicht: 82 kg/m²

Warmtecapaciteit: 48 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,038 W/mK.

WATERSTRAAT 8

DAK - TEMPERATUURVERLOOP

BOVEN Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

ONDER Schaaltekening van de constructie.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	λ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,100	18,4	20,0	
1	Gipskartonplaat	0,95 cm	0,250	0,038	17,8	19,4	6,5
2	pro clima INTELLO®	0,025 cm	0,170	0,001	17,8	19,1	0,1
3	Gutex Thermoflex ab 2017 (Keymark zertifiziert)	14,0 cm	0,038	3,684	-3,7	19,1	6,1
	Vuren (12%)	14,0 cm	0,130	1,077	-1,9	18,3	7,7
4	Vuren	2,2 cm	0,130	0,169	-4,7	-1,8	9,9
5	Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05 cm	0,500	0,001	-4,8	-4,4	0,4
	Warmteovergangsweerstand*			0,100	-5,0	-4,4	
6	Sterk geventileerde luchtlage (buitenlucht)	3,0 cm			-5,0	-5,0	0,0
7	Dzkpannen inclusief tengels&panlatten	10,3 cm			-5,0	-5,0	51,5
	Gehele constructie	30,525 cm		3,329			82,2

*Veronderstelling: Vrije luchtcirculatie aan de binnenzijde van de constructie.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	18,4°C	19,2°C	19,4°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,8°C	-4,7°C	-4,4°C

WATERSTRAAT 8

DAK - VOCHTBESCHERMING

RECHTS de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen. De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 18,4°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 55%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.

LET OP DIN 4108-3 is niet van toepassing op deze constructie. Om de vochtbescherming te onderzoeken is een rekenmethode op basis van DIN 4108-3 gebruikt.

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Gipskartonplaat	0,95 cm	0,04	-		6,5
2	pro clima INTELLO®	0,025 cm	8,67	-		0,1
3	Gutex Thermoflex ab 2017 (Keymark zertifiziert)	14,0 cm	0,14	-		6,1
	Vuren (12%)	14,0 cm	2,80	-	-	7,7
4	Vuren	2,2 cm	1,10	-	-	9,9
5	Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05 cm	0,05	-		0,4
6	Sterk geventileerde luchtlage (buitenlucht)	3,0 cm				
7	Dzkpannen inclusief tengels&panlatten	10,3 cm				
	Gehele constructie	30,525 cm	10,22			82,2

WATERSTRAAT 8

DAK - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15,11 en 7 uur en roze lijnen om 19,23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (roze) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	7,3 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	22:45
Amplitude demping	3,7	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	18,8°C
TAV	0,268	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	5,0°C

WATERSTRAAT 8

MUUR

Thermische isolatie

U = 0,22 W/(m²K)

Rc = 4,330 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>4,5 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 35

Faseverschuiving: 14,2 h

Warmtecapaciteit binnen: 45 kJ/m²K

Dit pand heeft bakstenen buitenmuren zonder spouw met een dikte van minimaal 20 cm. Om niet teveel binnenruimte te verliezen is het hier belangrijk om een zeer hoogwaardig, en daarmee wat duurder, isolatiemateriaal toe te passen. Met een spouw van 3 cm, een PS laag van 30 mm tegen de achterzijde van de staanders "geplakt" en 100 mm Kooltherm K5 tussen staanders (tussen vloer en plafond bevestigd) is Rc = 4,5. Afwerken met een traditionele dampdichte laag en gipsplaat. Ook het topje van de achtergevel grenst aan buiten, de complete achtergevel op de 2e verdieping moet daarom geïsoleerd worden. Het levert veel op om de staanders geïsoleerd van de stenen gevel te plaatsen, daarvoor is de hardschuim laag. Ook de keldergevels kunnen op deze wijze geïsoleerd worden.

ADVIES - De muren isoleren met 30 mm PS achterop de staanders en 100 mm PIR of Kooltherm tussen staanders, dampdichte folie en afwerken met gips of gipsvezelplaat.

De rechter buitenmuur op de tweede verdieping kan wellicht van buitenaf geïsoleerd worden. De mogelijkheid wordt door de eigenaar verder onderzocht. Mocht dit kunnen, dan het juiste materiaal voor buitengevel isolatie gebruiken en goed letten op afdichting tegen regenwater. De ruimte tussen de gevels met de buren moeten verder onderzocht worden op mogelijkheid van isoleren, omdat hier koude buitenlucht kan binnendringen. Hiervoor wordt een regulier spouwisolatiebedrijf ingeschakeld.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

De gevels blijven wat materiaal betreft in zijn geheel behouden. De gemetselde en gestuucte wanden aan de binnenzijde geven het pand een ouderdom mee. Deze gaat verloren met het plaatsen van voorzetwanden. De consoles en de muurankers tegen de wanden die grenzen aan onverwarmde ruimten zullen niet langer zichtbaar zijn. Betimmeringen en vensterbanken van de ramen zullen verdwijnen in de isolatie. E.e.a. in overleg met monumentenzorg uitvoeren. Op de begane grond kunnen de bouwmuren ongewijzigd blijven.

(zie hierna specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming).

1. Gipskartonplaat (9,5 mm)
2. Spaanplaat (12 mm)
3. Dampfbremse sd=10
4. Kooltherm® K5 WDVS-Dämmplatte (100 mm)
5. Hartschaum, XPS 035 (30 mm)
6. Luchtspouw (30 mm)
7. baksteen oud metselwerk steensmu

WATERSTRAAT 8

MUUR

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Omgevingslucht: -5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 17,7°C / -4,8°C

sd-waarde: 17,8 m

Dikte: 38,2 cm

Gewicht: 346 kg/m²

Warmtecapaciteit: 360 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatie materiaal van warmtegeleidingsvermogen 0,021 W/mK.

WATERSTRAAT 8

MUUR - TEMPERATUURVERLOOP

BOVEN Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

ONDER Schaaltekening van de constructie.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	λ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,130	17,7	20,0	
1	Gipskartonplaat	0,95 cm	0,250	0,038	17,3	19,0	6,5
2	Spaanplaat	1,2 cm	0,140	0,086	16,4	18,9	7,8
3	Dampfbremse sd=10	0,05 cm	0,220	0,002	16,3	18,6	0,1
4	Kooltherm® K5 WDVS-Dämmplatte	10 cm	0,021	4,762	0,7	18,6	2,8
	Vuren (19%)	10 cm	0,130	0,769	6,0	16,9	8,5
5	Hartschaum, XPS 035	3 cm	0,035	0,857	-2,6	6,4	1,1
6	Luchtspouw (niet geventileerd)	3 cm	0,167	0,180	-3,3	-1,5	0,0
7	baksteen oud metselwerk steensmuur	20 cm	0,680	0,294	-4,8	-3,0	320,0
	Warmteovergangsweerstand*			0,040	-5,0	-4,8	
	Gehele constructie	38,2 cm		4,500			346,8

*Veronderstelling: Vrije luchtcirculatie aan de binnenzijde van de constructie.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	17,7°C	18,6°C	19,0°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,8°C	-4,8°C	-4,8°C

WATERSTRAAT 8

MUUR - VOCHTBESCHERMING

Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Gipskartonplaat	0,95 cm	0,04	-		6,5
2	Spaanplaat	1,2 cm	0,18	-	-	7,8
3	Dampfbremse sd=10	0,05 cm	10,00	-		0,1
4	Kooltherm® K5 WDVS-Dämmplatte	10 cm	3,50	-		2,8
	Vuren (19%)	10 cm	2,00	-	-	8,5
5	Hartschaum, XPS 035	3 cm	2,40	-		1,1
6	Luchtspouw (niet geventileerd)	3 cm	0,01	-		0,0
7	baksteen oud metselwerk steensmuur	20 cm	2,00	-		320,0
	Gehele constructie	38,2 cm	17,81			346,8

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 17,7°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 58%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.

Voor de berekening van de diffusiestromen werd een tweedimensionale eindige-elementenmethode gebruikt.

WATERSTRAAT 8

MUUR - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15,11 en 7 uur en rode lijnen om 19,23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	14,2 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	5:45
Amplitude demping	35,5	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	15,5°C
TAV	0,028	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	0,4°C

WATERSTRAAT 8

VLOER 1

Thermische isolatie

U = 0,269 W/(m²K)

Rc = 3,545 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>3,5 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Onderdeel grenst aan de bodem:

TAV en phase niet relevant.

Warmtecapaciteit binnen: 82 kJ/m²K

DE KELDERVLOER

Als de kelder gebruikt gaat worden als (verwarmde) gebruiksruimte, dan is het niet nodig om de begane grond vloer te isoleren. Het is dan wel nuttig om de “funderingsmuur” van de begane grond aan de voorzijde te isoleren, omdat hier de vrieskou die in de grond dringt, doorgaat naar binnen. Dit kan door de fundering uit te graven tot op nivo keldergewelf en hier vochtbestendig isolatiemateriaal tegen aan te brengen, bijvoorbeeld EPS platen.

De keldervloer moet zakken om voldoende hoogte te krijgen voor dagelijks gebruik van deze ruimte. Uitgangspunt in dit advies is dat het fysiek mogelijk is om de keldervloer te laten zakken, zonder beperking door bijvoorbeeld grondwater. De keldervloer ligt op koude grond, dus goed isoleren, minimaal Rc 3,5 (huidige nieuwbouwnorm).

ADVIES - Het opbouwvoorstel vanaf ondergrond: waterdichte folie, gewapende betonvloer, isolatielaag, gewapende afwerkvloer, vloerbedekking (tegels, gietvloer o.i.d.).

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

Geen

(zie hierna specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming)

1. Beton armiert
2. Therma™ TF70 Fußboden-Dämmplatte
3. Beton armiert (2%)
4. Erdreich

WATERSTRAAT 8

VLOER 1

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Ondergrond: 10,0°C / 100%

Oppervlaktetemperatuur.: 19,3°C / 10,1°C

sd-waarde: 48,8 m

Dikte: 24,0 cm

Gewicht: 382 kg/m²

Warmtecapaciteit: 338 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,023 W/mK.

WATERSTRAAT 8

VLOER 1 - TEMPERATUURVERLOOP

Verloop van temperatuur en dauwpunt in de constructie. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curven elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	λ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,170	19,3	20,0	
1	Beton armiert (1%)	4 cm	2,300	0,017	19,3	19,3	92,0
2	Therma™ TF70 Fußboden-Dämmplatte	8 cm	0,023	3,478	10,2	19,3	2,4
3	Beton armiert (2%)	12 cm	2,500	0,048	10,1	10,2	288,0
	Warmteovergangsweerstand*			0,000	10,0	10,1	
4	Erdreich				10,0	10,0	40,8
	Gehele constructie	24 cm		3,715			382,4

Warmteovergangsweerstanden volgens DIN 6946 voor de U-waardeberekening.
Voor vochtbescherming en temperatuurverloop zijn R_{si}=0,25 en R_{se}=0,04 volgens DIN 4108-3 gebruikt.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	19,3°C	19,3°C	19,3°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	10,1°C	10,1°C	10,1°C

WATERSTRAAT 8

VLOER 1 - VOCHTBESCHERMING

Deze berekening is uitgevoerd met een door de gebruiker gedefinieerd klimaat voor de dauwperiode, dat afwijkt van DIN 4108-3. Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

	binnen		buiten	
aangenomen voor deze berekening	20°C	50%	10°C	100%
De norm DIN 4108-3	20°C	50%	-5°C	80%

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Beton armiert (1%)	4 cm	3,20	-		92,0
2	Therma™ TF70 Fußboden-Dämmplatte	8 cm	30,00	-		2,4
3	Beton armiert (2%)	12 cm	15,60	-		288,0
	Gehele constructie	24 cm	48,80			382,4

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 19,3°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 52%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.

LET OP DIN 4108-3 is niet van toepassing op deze constructie. Om de vochtbescherming te onderzoeken is een rekenmethode op basis van DIN 4108-3 gebruikt. Nadere informatie in het invoerformulier onder “Bescherming tegen vocht”.

WATERSTRAAT 8

VLOER 2

Thermische isolatie

Rc = 2,84 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>3,5 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 55

Faseverschuiving: 13,7 h

Warmtecapaciteit binnen: 98 kJ/m²K

DE BEGANEGROND VLOER EN VERDIEPINGSVLOER

De beganegrond vloer moet los komen te liggen van de gewelfkelder, omdat het gewelf te zwak is om de vloer te dragen en er dan risico zou zijn op scheuren. Plan is een gewapende betonvloer of broodjesvloer te leggen. Daarop kan dan isolatie en afwerkvloer komen. Ruimte naar boven is beperkt, dus hoogwaardig isolatiemateriaal gebruiken, bv. Kooltherm vloerplaat.

ADVIES - betonvloer aan bovenzijde isoleren met 80 mm Kingspan Therma vloerisolatie, Rc = 3,7. Daarop afwerkvloer aanbrengen.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN.

De klinkers van de natuurstenen tegels van de begane grondvloer gaan verloren door het aanbrengen van een betonvloer.
In de ruimte tussen de nieuwe betonvloer en het gewelf is er ruimte voor installaties, kabels en leidingen. Door het isoleren van de verdiepingsvloer tussen de zwarte balken komen deze minder in het zicht. De balken moeten deels worden vernieuwd maar hebben wel monumentale waarde. In overleg met monumentenzorg uit te voeren.

(zie hierna specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming)

1. Eiche (30 mm)
2. Polyvinylchlorid
3. Hartschaum, XPS 035 (80 mm)
4. baksteen (200 mm)

WATERSTRAAT 8

VLOER 2

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Onverwarmde kamer: 5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 18,8°C / 5,2°C

sd-waarde: 1527,9 m

Dikte: 34,0 cm

Gewicht: 232 kg/m²

Warmtecapaciteit: 491 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,035 W/mK.

WATERSTRAAT 8

VLOER 2 - TEMPERATUURVERLOOP

Verloop van temperatuur en dauwpunt in de constructie. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curven elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	λ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,170	18,8	20,0	
1	Eiche	3 cm	0,180	0,167	18,0	18,8	10,4
2	Polyvinylchlorid (PVC)	3 cm	0,170	0,176	17,2	18,0	20,9
3	Hartschaum, XPS 035	8 cm	0,035	2,286	6,2	17,5	1,4
4	baksteen	20 cm	0,960	0,208	5,2	6,2	200,0
	Warmteovergangsweerstand*			0,170	5,0	5,2	
	Gehele constructie	34 cm		3,177			232,6

Warmteovergangsweerstanden volgens DIN 6946 voor de U-waardeberekening.
Voor vochtbescherming en temperatuurverloop zijn Rsi=0,25 en Rse=0,04 volgens DIN 4108-3 gebruikt.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	18,8°C	18,8°C	18,8°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	5,2°C	5,2°C	5,2°C

WATERSTRAAT 8

VLOER 2 - VOCHTBESCHERMING

Deze berekening is uitgevoerd met een door de gebruiker gedefinieerd klimaat voor de dauwperiode, dat afwijkt van DIN 4108-3.

	binnen		buiten	
aangenomen voor deze berekening	20°C	50%	10°C	80%
De norm DIN 4108-3	20°C	50%	-5°C	80%

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Eiche	3 cm	1,50	-	-	10,4
2	Polyvinylchlorid (PVC)	3 cm	1500	-		20,9
3	Hartschaum, XPS 035	8 cm	6,4	-		1,4
4	baksteen	20 cm	20,00	-		200,0
	Gehele constructie	34 cm	48,80			232,6

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 18,8°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 54%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.

WATERSTRAAT 8

VLOER 2 - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15,11 en 7 uur en rode lijnen om 19,23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	13,7 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	6:45
Amplitude demping	54,6	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	6,9°C
TAV	0,018	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van het oppervlak:	0,1°C

WATERSTRAAT 8

GLAS

Voor de isolatiewaarde van glas wordt gerekend met de Ug waarde, deze loopt van Ug = 5,9 voor enkel glas naar Ug = 0,7 voor triple glas. Hoe kleiner Ug hoe beter de isolatiewaarde.

De voorgevel begane grond heeft momenteel geen glas, hier komt nieuw kozijnhout met nieuw glas. Hier kan alles gebaseerd worden op HR++ glas (Ug = 1,1). (spouw minimaal 13 mm, gevuld met Argon).
De ramen van de verdieping zijn monumentaal, maar het raamhout is van slechte kwaliteit en moet waarschijnlijk in zijn geheel vervangen worden door het gebruik van monumentenglas. *Zie www.glaskoning.nl* (Da Vinci glas) of www.stolker.nl. Dit is heel dun (9 – 10 mm) dubbel glas. De spouw is 3 – 4 mm. Deze het beste laten vullen met Krypton-gas, dat isoleert beter. Is wel wat duurder dan Argon. (Ug = 1,9).

De ramen op tweede verdieping, waar nodig raamhout vervangen en plaatsen van HR++ glas. Voor de ronde raampjes kan H++ glas als voorzetglas geplaatst worden. Dat levert een Ug = 0,7 op (triple).

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

Voor het isoleren van het pand is het niet nodig om de kozijnen te vernieuwen. Het vernieuwen van de kozijnen is niet gewenst omdat daarbij de samenhang in de gevel verloren gaat.
Het herstel van de pui van de begane grond is dit een positieve ontwikkeling. Bij het vernieuwen van de ramen op de eerste veerdieping gaat monumentaal materiaal verloren. Hierbij is het belangrijk dat het beeld aan de binnen- en buitenzijde ongewijzigd blijft, uit te voeren in overleg met Monumentenzorg.
Op de tweede verdieping kunnen de luiken van het hijsluik worden opengezet. In het vlak van de isolatie kan een raam worden geplaatst ,eveneens in overleg met Monumentenzorg.

(zie hierna bouwkundige details)

WATERSTRAAT 8

TEKENINGEN 1 (B30)

BESTAANDE VOORGEVEL

VOORSTEL NIEUWE RAMEN VOORGEVEL

WATERSTRAAT 8

TEKENINGEN 1 (B31)

Details van de voorgevel, niet geïsoleerd (de pui op de foto bestaat nu niet meer).

- Begane grond over de vroegere pui op de BG.
- Op de 1e verdieping horizontaal over de schuiframen.
- Verticaal detail over de kelder en de dikke vloerbalken van de 1e verdieping.

WATERSTRAAT 8

TEKENINGEN 2 (B32)

Horizontaal over de bestaande zolderramen. -
Links een ijzeren raam.
- Rechts een luik met enkel glas.
- Verticaal detail over de verdieping , de schuiframen en het zolderluik.

WATERSTRAAT 8

TEKENINGEN 3 (N31A)

Het verschil met de vorige tekening N31 zit hem in de opbouw van de geïsoleerde begane-grond-vloer.
Er zijn varianten mogelijk. Deze geeft een verhoging van de begane-grond-vloer die de opdrachtgever wil.

Begane grond PUI Nieuw
vv Isolatieglas HR++
(vrij naar Lafontana)

Begane grond Pui
muur aansluitingen

WATERSTRAAT 8

TEKENINGEN 4 (N3V)

WATERSTRAAT 8

TEKENINGEN 4 (N32)

Nieuwe details van de voorgevel op de 1e en 2e verdieping voorzien van isolatie.
H3. Links, aan de binnenzijde van het stalen raam is dubbel glas gezet in kit in de muur.
H3 Rechts en V3. In het bestaande kozijn is het zolderluik vervangen door een nieuw raam met HR++ glas. Dat was mogelijk omdat het luik weer gaaf was. In het verleden was er een soort van raam in gemaakt.

WATERSTRAAT 8

TEKENINGEN 5 (N33)

- Nieuwe details van het dak dat aan de binnenzijde is voorzien van isolatie.
- Onder verticaal detail van de keldervloer.

WATERSTRAAT 8

INSTALLATIE

VENTILATIE EN ZOMERNACHTVENTILATIE

Omdat het pand op de begane grond en eerste verdieping alleen maar een voorgevel heeft die aan buiten grenst is natuurlijke ventilatie niet goed mogelijk, door gebrek aan doorstroming. Mechanische ventilatie vergt veel energie en is daarom niet aan te raden. Gekozen wordt voor balansventilatie met warmteterugwinning (WtW). Het is verstandig om dit uit te voeren met CO^2- en vochtsturing per ruimte of verdieping, zodat er niet meer geventileerd wordt dan nodig is, dit bespaart flink op elektriciteitskosten. Deze WtW kan ook als zomernachtinstallatie worden gebruikt.

VERWARMING

Gekozen wordt voor vloerverwarming op de begane grond (keuken/eetkamer). De oppervlakte van de vloer is voldoende groot om deze ruimtes te verwarmen. Op de eerste verdieping, woonkamer, kan vloerverwarming aangelegd worden, dit wordt dan een zgn. droogbouwvloer. Wegens het geringe verliesoppervlak zou hier ook met wandverwarming in de voorgevel of een LTV radiator gewerkt kunnen worden. E.e.a. is afhankelijk van het benodigde verwarmingsvermogen, dat door een EPC berekening bepaald moet worden. Op de tweede verdieping kan gewerkt worden met vloerverwarming in de badkamer en een LTV radiator in de slaapkamer. Het benodigde verwarmingsoppervlak per ruimte en het totaal benodigde verwarmingsvermogen moet eerst met een capaciteitsberekening door de installateur bepaald worden. Definitieve keuze verwarming moet daarna bepaald worden.

WARMTEBRON

Het pand heeft momenteel geen gasaansluiting. Er is geen geschikte ruimte voor het plaatsen van een buitenunit voor een lucht/water warmtepomp. Over blijft dan elektrische verwarming, in de vorm van vloerverwarming en/of stralingspanelen. Het tapwater kan met een elektrische boiler verwarmd worden. Keuze nader te bepalen na de EPC capaciteitsberekening.

ZONNEPANELEN EN ZONNEBOILER

Het linkerdakvlak ligt op zuid, maar heeft last van schaduw van de buren en is daarom niet geschikt voor het plaatsen van zonnepanelen.

ENERGIELABEL

Eerst moet het verwarmingssysteem bepaald worden, voordat het label berekend kan worden. Met een warmtepomp komt deze woning op label A. Wordt er direct elektrisch verwarmd met vloerverwarming en stralingspanelen, dan komt de woning op label G. Met een HR ketel komt de woning op label C.

WATERSTRAAT 18

BESTAANDE SITUATIE

Diep huis met negentiende-eeuws uiterlijk, maar met oudere onderdelen, rijksmonument. Het perceel liep oorspronkelijk sterk af naar de rivier, waardoor de keldervloer aan de IJsselzijde op het maaiveld uitkomt. Het pand maakt dus aan twee zijden deel uit van een aaneengesloten straat in de binnenstad. De woning is in de loop der tijden sterk verbouwd en zal weer verbouwd worden. Bij de vorige restauratie-verbouwing in de negentiger jaren heeft men geen oude kenmerken behouden of in het zicht gelaten, maar het is mogelijk dat deze toen al voor een groot deel waren verdwenen. Het pand verkeerde waarschijnlijk in een slechte staat.

Hoe de negentiende-eeuwse kapvorm van de Waterstraat er uit zag, is uit de huidige situatie niet op te maken. De sporen zijn opgebouwd uit hergebruikt middeleeuws eikenhout. Alle sporen bestaan uit 2 delen met een halfhoutse verbinding. De telmerken staan niet op volgorde. Op sommige sporen komen meerdere telmerken voor. Het dakbeschot bestaat uit modern plaatmateriaal. De sporen die op de muurplaat staan zijn van negentiende eeuws grenen. De haanhouten zijn uit hergebruikt hout en zijn mogelijk in de jaren 90 toegevoegd.
Van de oudere, ontpleisterde voorgevel aan de Waterstraat, stamt de vormgeving (ramen, kroonlijst, pleisterwerk) waarschijnlijk uit eerste helft negentiende eeuw. De oorspronkelijke kroonlijst is vervangen door een bakgoot met daaronder een ontsierende betimmering. De gevel aan de Welle is opgetrokken in schoonmetselwerk en heeft kenmerken van de late negentiende eeuw.

INDELING - Gewelf kelder onder de voorste helft van het pand. Onder het achterste deel een "gewone" kelder, die uitkomt op de begane grond van de Welle. Op de eerste verdieping slapen en badkamer. Op de tweede verdieping voorzijde (Waterstraat) opslag- en techniekruimte (onverwarmd), achterste deel (Welle) slaapruimte. Hier zijn voor- en achtergevel ca. 80 cm hoog, verder geheel in schuin pannendak. Buitenmuren en dak zijn momenteel met ca. 5 cm aan binnenzijde gangbaar geïsoleerd. Vloer is ongeïsoleerd.

VERWARMING - HR ketel 2016.

MUREN - Muren vormen een belangrijk onderdeel van het monument, niet alleen de buitenzijde, maar ook de binnenzijde. Enerzijds omdat muren op allerlei wijzen kunnen zijn afgewerkt: dit varieert van schilderingen tot kaarsnissen, muurkasten, raamkasten en lambriseringen,. Dit afgezien van nog bestaande schouwen in alle vormen en maten. Verder kan men in muren bouwsporen vinden: die van balkgaten en verdwenen trappen en schouwen. Bij nog zichtbare sporen op de muren van dit pand zullen vóór de uitvoering nadere afspraken worden gemaakt over het behoud dan wel documentatie.

RAMEN - Ramen in monumenten hebben monumentale waarde vanwege hun ouderdom

en/of hun vormgeving. Soms zijn deze ramen niet ouder dan de laatste grote restauratie, dat is hier waarschijnlijk ook het geval. Dat wil niet zeggen, dat technisch goede ramen zonder meer kunnen worden vervangen. Het bestaande enkelglas geeft echter wel veel te veel warmte- en comfortverlies zodat aan vervanging kan worden meegewerkt.

KELDER - De kelder aan de Waterstraat zijde, die vanaf de straat met een trap in de stoep toegankelijk is, heeft een oud en waardevol tongewelf. De kelder aan de Welle zijde heeft een houten balklaag met oude balken. Deze kelder is gelijkvloers met het straatniveau van de Welle en is toegankelijk via garagedeuren.

BEGANE GROND - De muren van de begane grond zijn deels voorzien van isolerende wanden, deels voorzien van een klamp (voorgezette wand) van kalkzandsteen De vloer is van hout en niet vrijgelegd. Aan de Waterstraat bestaat die uit beton, dat op het keldergewelf rust. Aan de Wellezijde rust die op de reeds genoemde balken. De balklaag van de eerste verdieping is bij de balkkoppen al vrijgemaakt. Deze vloer bestaat uit oude balken, waartussen men bij de vorige verbouwing voor de stevigheid van de vloer van de verdieping nieuwe dunnere balken heeft gelegd.

VERDIEPING - Bij het slopen van de vensterbanken is een zware betonbalk aangetroffen, waarvan de functie onduidelijk is. De balklaag (zolderbalklaag) is niet zichtbaar.
KAP - De kapconstructie bestaat uit twee gedeelten die duidelijk zijn te onderscheiden. Eén deel van de kap is gemaakt met oudere sporen, waarschijnlijk de sporen van de kap, die in de negentiende eeuw is gesloopt. Die oude sporen bevinden zich in de kap aan de Waterstraatzijde en zijn van historische waarde.

De voorgenomen ingrepen houden niet in, dat men de oude materialen wegneemt waardoor het beeld van het exterieur verandert. Het plan bestaat uit het ongedaan maken van de restauratie/ verbouwing uit de jaren negentig. Dit is noodzakelijk, omdat de toen aangebrachte isolatie niet meer voldoet. Men gaat het pand geheel strippen om vervolgens een nieuwe, geïsoleerde afwerking aan te brengen. De oudere, wellicht waardevolle bouwonderdelen, die men hierbij zou kunnen aantreffen zullen worden vastgelegd, onderzocht en waarschijnlijk behouden kunnen worden. Gezien de genoemde rigoureuze laatste opknapbeurt, die alles wat in de weg zat waarschijnlijk heeft opgeruimd, verwachten we dat hier alleen nog bouwsporen van eerdere bouwfases kunnen worden aangetroffen. Die zullen dan worden vastgelegd.

WENS EIGENAAR

Goed isoleren (Rc minimaal 3) met, waar mogelijk en nuttig, natuurlijke materialen en isolerend glas. Vloerverwarming en Lage Temperatuur Verwarming, mechanische balans ventilatie met WtW. Indien mogelijk van het gas af.

ADVIES - Voor alles is het belangrijk om het warmteverlies in de winter en de warmteopname in de zomer zoveel mogelijk te beperken. Dat geeft wooncomfort en verlaagt het energiegebruik en de energie kosten. Dat betekent zo goed mogelijk isoleren aan de buitenschil van de woning en in de zomer de zoninstraling beperken.

(zie hierna het advies per bouwdeel)

WATERSTRAAT 18

DAK

Thermische isolatie

U = 0,26 W/(m²K)

Rc = 3,601 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>6,0 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 4,8

Faseverschuiving: 8,2 h

Warmtecapaciteit binnen: 23 kJ/m²K

Het dak is momenteel matig geïsoleerd met ca. 5 cm glaswol. Dit is niet dampdicht afgewerkt, met het risico op condensatie in het isolatiemateriaal of op het dakbeschot. Omdat het dak een groot deel van de uitwendige constructie van de bovenste verdieping uitmaakt, zullen deze ruimtes nog redelijk veel verwarming vragen. Daarnaast worden deze ruimtes in de zomer in de huidige uitvoering zeer warm. Dit kan voorkomen worden door een “zwaar” isolatiemateriaal toe te passen, dat een hoge warmtecapaciteit (C) heeft (isoleert en veel warmte kan opslaan). Voorbeelden hiervan zijn vlaswol (C=2000) en isofloc papiervezel (C=1600). De gangbare isolatiematerialen halen nog niet de helft van deze warmtecapaciteit waardes.
De eigenaar wenst het dak op de voorzolder (Waterstraat) te isoleren met Superfoil SF 60 mm met een Rc van 2,5. Dit zal echter opwarmen in de zomer niet voorkomen, omdat het weinig warmtecapaciteit heeft. Dat is in deze niet verwarmde opslagruimte wellicht ook minder van belang. Belangrijk is om het goed dampdicht af te werken aan de randen, daarmee wordt vocht in de constructie voorkomen. De wens is om het dak achter (Welle) te isoleren met cellulose 160 mm, dampopen. Dat is een prima isolatie en warmtestop in de zomer.

ADVIES - Het dak aan de Waterstraatzijde isoleren zoals zelf aangegeven met Superfoil. Dak achter aan Wellezijde isoleren met Isofloc of soortgelijk van 160 mm tussen de sporen. De sporen moeten daarvoor verdikt worden. Afwerken met gips, totale Rc = 3,8. Minstens zo belangrijk hier is het comfort in de zomer, de faseverschuiving wordt 8 uur, dat is nog niet optimaal. (faseverschuiving is het vertragen van opwarming binnen bij opwarming buiten: optimaal is > 12 uur).

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN.

De kap aan de Waterstraatzijde heeft een hoge monumentale waarde en blijft na het isoleren voor een deel zichtbaar. De monumentale waarde van de kap aan de Wellezijde is lager en daardoor is het minder bezwaarlijk dat de kap hier uit het zicht verdwijnt.

(zie hierna specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming)

1. Gipskartonplaat (9,5 mm)
2. Homatherm Dampfbremsbahn MA
3. DÄMMSTATTs (160 mm)
4. Vuren (22 mm)
5. Unterdeckbahn sd=0,05m
6. Sterk geventileerde luchtlage (20 mm)
7. Dzkpannen inclusief tengels&panlatten (103 mm)

WATERSTRAAT 18

DAK

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Omgevingslucht: -5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 18,6°C / -4,7°C

sd-waarde: 9,1 m

Dikte: 31,5 cm

Gewicht: 84 kg/m²

Warmtecapaciteit: 52 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,037 W/mK.

WATERSTRAAT 18

DAK - TEMPERATUURVERLOOP

RECHTS Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	λ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,100	18,6	20,0	
1	Gipskartonplaat	0,95 cm	0,250	0,038	18,1	19,5	6,5
2	Homatherm Dampfbremsbahn MA	0,04 cm	0,170	0,002	18,0	19,3	0,1
3	DÄMMSTATTs	16,0 cm	0,037	4,324	-3,9	19,2	7,0
	Vuren (12%)	16,0 cm	0,130	1,231	-2,2	18,5	8,8
4	Vuren	2,2 cm	0,130	0,169	-4,8	-2,1	9,9
5	Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05 cm	0,500	0,001	-4,8	-4,5	0,3
	Warmteovergangsweerstand*			0,100	-5,0	-4,5	
6	Sterk geventileerde luchtlage (buitenlucht)	2,0 cm			-5,0	-5,0	0,0
7	Dzkpannen inclusief tengels&panlatten	10,3 cm			-5,0	-5,0	51,5
	Gehele constructie	31,54 cm		3,801			84,2

*Veronderstelling: Vrije luchtcirculatie aan de binnenzijde van de constructie.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	18,6°C	19,3°C	19,5°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,8°C	-4,7°C	-4,5°C

ONDER Schaaltekening van de constructie.

WATERSTRAAT 18

DAK - VOCHTBESCHERMING

Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Gipskartonplaat	0,95 cm	0,04	-		6,5
2	Homatherm Dampfbremsbahn MA	0,04 cm	7,50	-		0,1
3	DÄMMSTATTs	16,0 cm	0,16	-		7,0
	Vuren (12%)	16,0 cm	3,20	-	-	8,8
4	Vuren	2,2 cm	1,10	-	-	9,9
5	Unterdeckbahn sd=0,05m	0,05 cm	0,05	-		0,3
6	Sterk geventileerde luchtlage (buitenlucht)	2,0 cm				
7	Dzkpannen inclusief tengels&panlatten	10,3 cm				
	Gehele constructie	31,54 cm	9,07			84,2

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 18,6°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 55%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten.
Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component. Voor de berekening van de diffusiestromen werd een twee-dimensionale eindige-elementenmethode gebruikt.

WATERSTRAAT 18

DAK - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15,11 en 7 uur en rode lijnen om 19,23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	8,2 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	23:45
Amplitude demping	4,8	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	18,9°C
TAV	0,207	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	3,9°C

WATERSTRAAT 18

MUUR

Thermische isolatie

Rc = 3,79 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>4,5 m²K/W

Vochtbescherming

Droogt 11 dagen

Condenswater: 70 g/m²

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: >100

Faseverschuiving: niet relevant

Warmtecapaciteit binnen: 90 kJ/m²K

De pand heeft bakstenen muren zonder spouw met een dikte van minimaal 20 cm. Momenteel zit hier ca. 5 cm glaswol isolatie met gipsplaat afwerking. Dit is onvoldoende, zal verwijderd moeten worden. Vanaf de gevel opnieuw opbouwen. Wens is om hier met Gutex houtvezelplaten te werken, daarop kan direct gestuct worden.

ADVIES - De muren isoleren met Gutex. Gutex 20 mm direct tegen muren, vervolgens Gutex 80 tussen regels. Daarop Intello dampremfolie. Daarop Gutex 40 mm, afwerken met leem of gipsstuclaag.
Het plaatsen van een dunne Gutexlaag tussen balken en muur voorkomt dat de balken de koude van buiten opnemen, ze blijven daardoor droger. De Gutex laag van 40 mm verminderdt de koudebrug nog extra. Wel iets duurder, maar veel beter. Rc= 4.

GEVOLGEN VAN DE MONUMENTALE WAARDEN

de gevels blijven voor wat het materiaal betreft, geheel behouden. De gemetselde en gestuucte wanden aan de binnenzijde geven het pand een ouderdom mee. op dit moment zijn de gevels reeds voorzien van voorzetwanden. De werkzaamheden in overleg met Monumentenzorg uit te voeren.

(zie hierna voor specialistische gegevens over isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming)

1. Lehm-Unterputz (30 mm)
2. Gutex Thermoroom (40 mm)
3. pro clima INTELLO®
4. Gutex Thermoroom (100 mm)
5. Gutex Thermosafe (20 mm)
6. baksteen oud metselwerk steensmuur (200 mm)

WATERSTRAAT 18

MUUR

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Omgevingslucht: -5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 19,1°C / -4,7°C

sd-waarde: 7,7 m

Dikte: 39,0 cm

Gewicht: 394 kg/m²

Warmtecapaciteit: 419 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,041 W/mK.

WATERSTRAAT 18

MUUR - TEMPERATUURVERLOOP

RECHTS Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

	Materiaal	Dikte	λ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,130	19,1	20,0	
1	Lehm-Unterputz	3,0 cm	0,910	0,033	18,9	19,2	48,0
2	Gutex Thermoroom	4,0 cm	0,041	0,976	10,9	19,0	5,2
3	pro clima INTELLO®	0,025 cm	0,170	0,001	10,8	13,5	0,1
	Gutex Thermoroom	10,0 cm	0,041	2,439	-0,2	13,5	11,1
4	Spar (14%)	10,0 cm	0,130	0,769	1,8	11,3	6,4
5	Gutex Thermosafe	2,0 cm	0,040	0,500	-3,0	1,9	3,2
6	baksteen oud metselwerk steensmuur	20,0 cm	0,680	0,294	-4,7	-2,7	320,0
7	Warmteovergangsweerstand*			0,040	-5,0	-4,7	
	Gehele constructie	30,525 cm		3,961			394,1

*Veronderstelling: Vrije luchtcirculatie aan de binnenzijde van de constructie.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	19,1°C	19,2°C	19,2°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,7°C	-4,7°C	-4,7°C

ONDER Schaaltekening van de constructie.

WATERSTRAAT 18

MUUR - VOCHTBESCHERMING

CONDENSATIENIVEAUS

Tijdens de winter dauwperiode van 90 dagen wordt in totaal 0,07 kg/m² condenswater geproduceerd. Deze hoeveelheid droogt in de zomer binnen 11 dagen (Verdampingsperiode volgens DIN 4108-3:2014-11). Betrokken lagen: baksteen oud metselwerk steensmuur, Gutex Thermosafe

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Lehm-Unterputz	3,0 cm	0,15	-		48,0
2	Gutex Thermoroom	4,0 cm	0,12	-		5,2
3	pro clima INTELLO®	0,025 cm	4,76	-		0,1
	Gutex Thermoroom	10,0 cm	0,30	-		11,1
4	Spar (14%)	10,0 cm	2,00	-	-	6,4
5	Gutex Thermosafe	2,0 cm	0,10	0,070		3,2
6	baksteen oud metselwerk steensmuur	20,0 cm	2,00	0,070		320,0
	Gehele constructie	30,525 cm	7,70	0,070		394,1

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 19,1°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 53%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component. LET OP DIN 4108-3 is niet van toepassing op deze constructie. Om de vochtbescherming te onderzoeken is een rekenmethode op basis van DIN 4108-3 gebruikt.

WATERSTRAAT 18

MUUR - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15,11 en 7 uur en rode lijnen om 19,23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	n.v.t.		
Amplitude demping	>100	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	15,5°C
TAV	0,009	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	0,1°C

WATERSTRAAT 18

VLOER 1

Thermische isolatie

U = 0,248 W/(m²K)

Rc = 3,695 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>3,5 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 72

Faseverschuiving: 22,0 h

Warmtecapaciteit binnen: 63 kJ/m²K

BESTAANDE VLOER BOVEN KELDER (WATERSTRAAT)

De ruimte tussen vloer en keldergewelf is gevuld met beton en is daardoor niet geschikt om isolatie in te plaatsen.

ADVIES - De betonvloer uitvlakken, daarop 100 mm Gutex Thermofloor, 30 mm Jupiter vloerplaat met vloerverwarming, 20 mm Norit drukvaste vloerplaat. De Rc voor de gehele constructie komt op 4. Dit lijkt een prima oplossing voor het isoleren van deze vloer op beton.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

De werkzaamheden hebben geen gevolgen voor de monumentale waarden aangezien de betonvloer van recente datum is.

(zie hierna voor gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, V ochtbescherming en Hittebescherming)

1. gipsvezelplaat (20 mm)
2. EPS 040 (30 mm)
3. Gutex Thermoflex ab 2017 (100 mm)
4. Beton armiert (120 mm)
5. baksteen (200 mm)

WATERSTRAAT 18

VLOER 1

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Onverwarmde kamer: 10,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 19,4°C / 10,1°C

sd-waarde: 30,4 m

Dikte: 47,0 cm

Gewicht: 716 kg/m²

Warmtecapaciteit: 691 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,038 W/mK.

WATERSTRAAT 18

VLOER 1 - TEMPERATUURVERLOOP

Verloop van temperatuur en dauwpunt in de constructie. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curven elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	λ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,170	19,4	20,0	
1	gipsvezelplaat	2,0 cm	0,350	0,057	19,2	19,4	23,0
2	EPS 040	3,0 cm	0,040	0,750	17,3	19,2	0,9
3	Gutex Thermoflex ab 2017 (Keymark zertifiziert)	10,0 cm	0,038	2,632	10,7	17,3	5,0
4	Beton armiert (2%)	12,0 cm	2,500	0,048	10,6	10,7	288,0
5	baksteen	20,0 cm	0,960	0,208	10,1	10,6	400,0
	Warmteovergangsweerstand*			0,170	10,0	10,1	
	Gehele constructie	47,0 cm		4,035			716,9

Warmteovergangsweerstanden volgens DIN 6946 voor de U-waardeberekening.
Voor vochtbescherming en temperatuurverloop zijn Rsi=0,25 en Rse=0,04 volgens DIN 4108-3 gebruikt.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	19,4°C	19,4°C	19,4°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	10,1°C	10,1°C	10,1°C

WATERSTRAAT 18

VLOER 1 - VOCHTBESCHERMING

Deze berekening is uitgevoerd met een door de gebruiker gedefinieerd klimaat voor de dauwperiode, dat afwijkt van DIN 4108-3. Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

	binnen		buiten	
aangenomen voor deze berekening	20°C	50%	10°C	80%
De norm DIN 4108-3	20°C	50%	-5°C	80%

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	gipsvezelplaat	2,0 cm	0,08	-		23,0
2	EPS 040	3,0 cm	0,60	-		0,9
3	Gutex Thermoflex ab 2017 (Keymark zertifiziert)	10,0 cm	0,10	-		5,0
4	Beton armiert (2%)	12,0 cm	9,60	-		288,0
5	baksteen	20,0 cm	20,00	-		400,0
	Gehele constructie	47,0 cm	30,38			716,9

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 19,4°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 52%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.

WATERSTRAAT 18

VLOER 1 - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15, 11 en 7 uur en rode lijnen om 19, 23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	22,0 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	15:00
Amplitude demping	71,9	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	7,2°C
TAV	0,014	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	0,1°C

WATERSTRAAT 18

VLOER 2

Thermische isolatie

U = 0,221 W/(m²K)

Rc = 4,179 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>3,5 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 20

Faseverschuiving: 10,8 h

Warmtecapaciteit binnen: 48 kJ/m²K

ACHTER (WELLE) HOUTEN VLOER BOVEN KELDER

De eigenaar wil deze vloer isoleren met een dikke laag cellulose, 140 mm. Op deze vloer kan vloerverwarming gelegd worden met een droogbouwsysteem zoals gewenst wordt: 30mm Jupiter vloerplaat voorzien van vloerverwarming en 20mm Noritplaat (=drukvaste gipsplaat). Hiermee komt deze vloer op een
Rc = 4,5. Overwogen kan worden om tussen de balken met glaswol te isoleren, omdat in de kelder de vochtabsorberende functie van cellulose niet goed tot z'n recht komt. De cellulose is duurder dan het aanbrengen van glaswol tussen de balken. Voor de Rc waarde maakt het niet uit.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

De oude grenen balken verdwijnen grotendeels in de isolatie. Voor het behoud van deze grenen balken is cellulose beter. De kelder is niet heel droog. De houten vloer blijft behouden, maar is niet langer zichtbaar door de vloerverwarming. Omdat dit een vloer is van recente datum is dat niet bezwaarlijk.

(zie hierna voor specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming)

1. gipsvezelplaat (20 mm)
2. EPS 040 (30 mm)
3. Vuren (26 mm)
4. DÄMMSTATTs (140 mm)
5. Gipskartonplaat (12,5 mm)

WATERSTRAAT 18

VLOER 2

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Onverwarmde kamer: 5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 19,0°C / 5,1°C

sd-waarde: 1,6 m

Dikte: 22,9 cm

Gewicht: 56 kg/m²

Warmtecapaciteit: 78 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,037 W/mK.

WATERSTRAAT 18

VLOER 2 – TEMPERATUURVERLOOP

BOVEN Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	γ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,170	19,0	20,0	
1	gipsvezelplaat	2,0 cm	0,350	0,057	18,7	19,3	23,0
2	EPS 040	3,0 cm	0,040	0,750	15,3	19,1	0,9
3	Vuren	2,6 cm	0,130	0,200	14,2	16,9	11,7
4	DÄMMSTATTs	14 cm	0,037	3,784	5,2	16,3	6,3
	Vuren	14 cm	0,130	1,077	5,6	14,5	6,6
5	Gipskartonplaat	1,25 cm	0,250	0,050	5,1	5,7	8,5
	Warmteovergangsweerstand*			0,170	5,0	5,3	
	Gehele constructie	22,85 cm		4,519			57,0

Warmteovergangsweerstanden volgens DIN 6946 voor de U-waardeberekening. Voor vochtbescherming en temperatuurverloop zijn Rsi=0,25 en Rse=0,04 volgens DIN 4108-3 gebruikt.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	19,0°C	19,2°C	19,3°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	5,1°C	5,1°C	5,3°C

ONDER Schaaltekening van de constructie.

WATERSTRAAT 18

VLOER 2 - VOCHTBESCHERMING

Deze berekening is uitgevoerd met een door de gebruiker gedefinieerd klimaat voor de dauwperiode, dat afwijkt van DIN 4108-3. Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

	binnen		buiten	
aangenomen voor deze berekening	20°C	50%	5°C	80%
De norm DIN 4108-3	20°C	50%	-5°C	80%

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	gipsvezelplaat	2,0 cm	0,08	-		23,0
2	EPS 040	3,0 cm	0,60	-		0,9
3	Vuren	2,6 cm	0,52	-	-	11,7
4	DÄMMSTATTs	14 cm	0,14	-		6,3
	Vuren	14 cm	7,00	-	-	6,6
5	Gipskartonplaat	1,25 cm	0,13	-		8,5
	Gehele constructie	22,85 cm	1,57			57,0

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 19,0°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 53%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component. Voor de berekening van de diffusiestromen werd een tweedimensionale eindige-elementenmethode gebruikt.

WATERSTRAAT 18

VLOER 2 - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15, 11 en 7 uur en rode lijnen om 19, 23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	10,8 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	2:15
Amplitude demping	20,3	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	18,6°C
TAV	0,049	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	0,9°C

WATERSTRAAT 18

GLAS

Er liggen hier twee mogelijkheden: het plaatsen van monumentenglas en van dubbel monumentenglas, waarmee het uiterlijk van het pand niet noemenswaardig verandert. *Zie www.glaskoning.nl* (Da Vinci glas) of *www.stolker.nl*. Dit is heel dun (9 – 10 mm) dubbel glas. De spouw is 3 – 4 mm. Deze het beste laten vullen met Kryptongas, dat isoleert beter. Is wel duurder dan Argon, maar door de smalle spouw is er niet zoveel nodig. (Ug = 1,9). De tweede mogelijkheid is een dubbele glasplaat met warmtewerende folie ertussen, 3/folie/3. Dit glas heeft een veel lagere prijs dan bovengenoemd en komt ook maar tot een Ug = 3,6.

Ramen op verdieping, waar nodig - in overleg met Monumentenzorg - raamhout vervangen en plaatsen van HR++ glas. Dat betekent dat de spouw in het glas minimaal 13 mm moet zijn, anders mag het geen HR++ genoemd worden. Hoe breder de spouw, hoe beter isolerend. Spouw laten vullen met Argongas, geeft extra isolatie tegen geringe meerprijs.(Ug = 1,1)

Waar dubbel glas niet in het bestaande houtwerk past kan een achterzetraam geplaatst worden. Hiervoor zijn veel mogelijkheden in de afwerking aan de randen. Informeer hierover goed bij een glaszetter. Goede isolerende werking wordt verkregen als dit achterzetglas wordt uitgevoerd in dubbel glas, b.v. HR++, eventueel uitgevoerd als draairaam voor ventilatie. Dan heeft het totaal de isolerende werking van triple glas. (Ug = 0,7).

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

De voorgevel heeft monumentale waarde, maar enkel glas kan men hier niet handhaven vanwege het te grote verlies van warmte en comfort.

(zie hierna bouwkundige details)

WATERSTRAAT 18

POSITIE DETAILS

WATERSTRAATZIJDE

WELLEZIJDE

WATERSTRAAT 18

TEKENINGEN 1 (B41)

Bestaande details van de gevels, niet geïsoleerd.

WATERSTRAAT 18

TEKENINGEN 2 (N4G)

Details over het bestaande (schuif) raam:

0=1. Met bestaand enkel glas

1=2. Links met nieuw isolerend glas met een coating dik 6mm.

2=3. Rechts met nieuw isolerend glas met spouw dik 9mm, dit past niet in het bestaande raam.

3=4. in het bestaande raam enkel glas + aan de binnenzijde een nieuw kozijn met HR++ glas.

WATERSTRAAT 18

TEKENINGEN 3 (N41)

Gevel voorzien van isolatie en een installatie spouw aan de binnenzijde van de damprem, de rode lijn. Deze Intello folie is op sommige momenten dampopen.
H1. - Ter plaatse van de gevelopening is gekozen de opening schuin weg te laten lopen om waardoor meer licht te krijgen.
In de doorsneden over de kozijnen is het extra kozijn met dubbelglas te zien. In deze situatie aan een drukke verkeersweg een wamte- maar ook een goede geluidisolatie.

WATERSTRAAT 18

TEKENINGEN 4 (N42)

Dak isolatie met 2 varianten voor verschillende kappen.
Aan de Waterstraatzijde wil de eigenaar de middeleeuwse sporen in het zicht houden. Hier komt een dunne, isolerende folie onder de pannen. Dit wordt een opslagruimte.
Aan de Wellezijde zijn de sporen minder interessant en wordt de ruimte een slaapkamer. Isolatie is hier belangrijk. Er wordt aan deze zijde gekozen voor het inblazen van cellulose isolatie. Geblazen cellulose is ook goed kierdicht.

WATERSTRAAT 18

TEKENINGEN 5 (N43)

Details van de gevel aan de Waterstraat voorzien van isolatie. Deze gevel wordt minder belast door geluid, daarom was er een goedkopere oplossing voor de isolatie van de kozijnen. Hier komt gelaagd glas voorzien van folie.

WATERSTRAAT 18

INSTALLATIE

VENTILATIE EN ZOMERNACHTVENTILATE

Het pand heeft nogal wat geluidbelasting aan de Wellezijde, het is niet gewenst om hier ventilatieroosters te plaatsen of regelmatig klepramen open te hebben. Dan is natuurlijke ventilatie geen optie. Wens is mechanische balansventilatie met WtW. Het aanbrengen van de benodigde ventilatiekanalen voor aan-en afvoer van verse lucht naar de betreffende ruimtes is niet eenvoudig, maar wel te doen. De wens is daarbij gebruik te willen maken van de centrale trapruimte voor de afvoer van lucht. Het meest energiezuinige systeem voor deze balansventilatie is die met CO_2 sturing per ruimte, zodat bij afwezigheid de ventilatie minimaal draait en daarmee niet meer stroom verbruikt dan nodig is. Hiermee kan ook zomernachtventilatie worden gebruikt.

VERWARMING

Gekozen wordt voor vloerverwarming op de begane grond. De oppervlakte van de vloer is voldoende groot om deze ruimtes te verwarmen, mits het geadviseerde isolatieniveau (minimaal Rc 3 in de buitengevels en vloer nodig) bereikt wordt. Op de eerste verdieping en achterzijde van de tweede verdieping kan vloerverwarming aangelegd worden, dit wordt dan een zgn. droogbouwvloer. Ook zijn LTV radiatoren mogelijk. Het benodigde verwarmingsoppervlak per ruimte moet met een capaciteitsberekening door de installateur bepaald worden.

WARMTEBRON

Het pand heeft een gasaansluiting en een bestaande, nog vrij nieuwe CV ketel. Omdat er LTV verwarming is, zou ook gewerkt kunnen worden met een all-electric lucht/water warmtepomp, inclusief een buffer/boilervat voor tapwater. Probleem is echter dat er geen ruimte is voor deze toch vrij grote installatie, met name voor de buitenunit is geen plek, aan de gevel kan niet i.v.m. monumentaal, op het dak is geen ruimte en ook hier speelt het zogenaamde beschermde daklandschap. Gekozen wordt om met de bestaande CV ketel verder te gaan. Deze kan ook het tapwater verzorgen. Wellicht kan op termijn aangesloten worden op stadsverwarming, deze ligt in de buurt, maar nu nog te duur om aan te sluiten.

ZONNEPANELEN

Het dak links ligt op zuidoost maar heeft last van schaduw van de buren en is daarom niet geschikt voor het plaatsen van zonnepanelen.

ENERGIELABEL

Als bovenstaande maatregelen worden uitgevoerd haalt deze woning energielabel A.

POLSTRAAT 30

BESTAANDE SITUATIE

Het huis, deels uit de zestiende eeuw, is rijksmonument en maakt deel uit van een aaneengesloten huizenrij in de Polstraat. Het gebouw bestond ooit uit twee panden, dit is buiten en binnen het pand nog goed te zien. Buiten valt de grote breedte van het pand op, binnen heeft het nog altijd een duidelijke tweedeling. De ooit gemeenschappelijke muur tussen de huizen is nu de zware muur tussen de gang van het rechtergedeelte en de garage aan de linkerzijde. In de Tweede Wereldoorlog is het pand zwaar beschadigd, waarna de achtergevels in één lijn in een nieuwe vorm zijn herbouwd. Ook heeft men toen een nieuwe kap over het hele pand getimmerd, zodat het pand sinds de oorlog één in plaats van twee zolders heeft. Ook daarna is het huis nog verbouwd. Het laatste gebruik was het verhuren van kamers. Vooral de rechterhelft van het pand is wat betreft de indeling nog een goed herkenbare negentiende-eeuwse woning. De voorgevel heeft monumentale waarde vanwege zijn negentiende-eeuwse vormgeving. De garagedeuren vormen daar een inbreuk op, maar zijn met hun bovenlichten in het verleden zo passend mogelijk vormgegeven. Ook de vormgeving van de vensters, die in de vorige eeuw zijn vernieuwd, past goed bij het tijdsbeeld van de gevel.

BEGANE GROND, RECHTERDEEL - Achter de voordeur vinden we een gang met daarnaast een hoge voorkamer met een houten vloer op zand boven op het keldergewelf. De woonkamer en de gang vormen -wat de indeling betreft- een nog goed herkenbare negentiende-eeuwse eenheid en hebben enkele waardevolle, kenmerkende onderdelen als een vroeg negentiende-eeuws Empireplafond, diepe vensterbanken en raamluiken. Achterin heeft men ooit - boven de keuken- een tussen- of insteekverdieping gemaakt, die door de vernielingen in de oorlog en de daaropvolgende verbouwing ondieper is geworden.

BEGANE GROND, LINKERDEEL - Een garage, een hoge ruimte met een ondiepe insteekverdieping .

EERSTE VERDIEPING - In het linker- en rechterdeel: voor grote kamers, achter kleinere kamers.

TWEEDE VERDIEPING (ZOLDER EN DAK) - De zolder is nu een ongedeelde vierkante ruimte zonder functie. De gevels rondom vormen een borstwering van ca. 80 cm hoog. Daarop staat rondom een steil pannendak met daarboven een plat dak. Dit dak dateert van vlak na de Tweede Wereldoorlog.

RAMEN - De ramen in de voorgevel hebben monumentale waarde vanwege hun vormgeving en hun bijdrage aan het karakteristieke totaalbeeld.

MUREN - Ook van dit monument vormen de muren een belangrijk bouwhistorisch onderdeel, niet alleen de buitenzijde, maar ook de binnenzijde. Men kan in muren allerlei bouwsporen aantreffen. Deze variëren van schilderingen tot kaarsnissen, muurkasten, raamkasten en lambriseringen Verder kan men in muren sporen aantreffen van balkgaten, verdwenen trappen en schouwen.

DAK - Het pand heeft na oorlogsschade één dak gekregen en wel een plat dak met schuine zijkanten (aankappingen), die met pannen zijn gedekt.
De dakvorm en het uiterlijk van het dak hebben weer wèl waarde voor het beschermde stadsgezicht, waarin de gaafheid van het dakenlandschap van groot belang is.

DOOR EIGENAAR GEWENSTE SITUATIE

Goed isoleren met standaard materialen en isolerend glas . Vloerverwarming, natuurlijke ventilatie. Koken elektrisch. Zonneboiler en zonnepanelen. Indien mogelijk en gunstig: warmtepomp, anders een HR ketel. Belangrijk is ook de financiële terugverdientijd.

ADVIES ALGEMEEN

Voor alles is het belangrijk om het warmteverlies in de winter en de warmteopname in de zomer zoveel mogelijk te beperken. Dat geeft wooncomfort en verlaagt het energiegebruik en de energie kosten. Dat betekent: zo goed mogelijk isoleren aan de buitenschil van de woning en in de zomer de zoninstraling beperken.

(hierna volgt een beschrijving per bouwdeel)

POLSTRAAT 30

DAK

Omdat het dak een groot deel van de uitwendige constructie van de bovenste verdieping uitmaakt, zullen deze ruimtes nog redelijk veel verwarming vragen. Daarnaast worden deze ruimtes in de zomer sterk door de zon belast en mogelijk te warm. Dit kan voorkomen worden door een “zwaar” isolatiemateriaal toe te passen, dat een hoge warmte-capaciteit (C) heeft (isoleert en veel warmte kan opslaan). Voorbeelden hiervan zijn vlaswol (C=2000) en houtvezel (Gutex, Homatherm C=2100). De gangbare isolatiematerialen halen nog niet de helft van deze warmtecapaciteit waardes. Belangrijk is het comfort in de zomer, er treedt faseverschuiving op door het vertragen van opwarming binnen bij opwarming buiten: optimaal is faseverschuiving > 12 uur.
Het dak bestaat uit 2 delen. De maatregelen worden hierna per dakdeel beschreven.

POLSTRAAT 30

DAK 1

Thermische isolatie

U = 0,21 W/(m²K)

Rc = 4,455 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>6,0 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 9,0

Faseverschuiving: 9,7 h

Warmtecapaciteit binnen: 27 kJ/m²K

PLAT DAK

ADVIES - Plat dak isoleren met bijvoorbeeld houtwoldeken of Gutex/ Homatherm van minimaal 16 cm tussen de balken. Het platte dakbeschot moet goed kunnen ventileren, voor het afvoeren van vocht dat hier ontstaat, ventilatiespouw 3 cm. Boorgaten maken aan het einde van de tussenbalkruimte (voor en achter) in het schuine dakbeschot onder de pannen. Aanbrengen van Pro Clima Intello dampremfolie aan binnenzijde onder de balken Afwerken met een laag van 40 mm Homatherm of Gutex houtvezelplaat en gipsplaat 9,5 mm, totale Rc = 4,6. Faseverschuiving is 10 uur.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDE

De materialen van dit dak hebben geen hoge monumentale waarde, omdat zij zich in ouderdom, zeldzaamheid en bouwwijze niet bijzonder onderscheiden. Om die reden vormt het aanbrengen van een isolatielaag, die de constructie aan de binnenzijde voor een deel aan het oog onttrekt, voor Monumentenzorg geen probleem.

(zie hierna specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming)

1. Gipskartonplaat (9,5 mm)
2. Homatherm ID standard (40 mm)
3. pro clima INTELLO®
4. Gutex Thermoflex ab 2017 (160 mm)
5. Sterk geventileerde luchtlage (30 mm)
6. Vuren (22 mm)
7. IKO base Universeel P14 EU 7.0

POLSTRAAT 30

DAK 1

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Omgevingslucht: -5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 19,2°C / -4,8°C

sd-waarde: 7,2 m

Dikte: 26,5 cm

Gewicht: 41 kg/m²

Warmtecapaciteit: 46 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,038 W/mK.

POLSTRAAT 30

DAK 1 - TEMPERATUURVERLOOP

RECHTS Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	λ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,100	19,2	20,0	
1	Gipskartonplaat	0,95 cm	0,250	0,038	19,0	19,5	6,5
2	Homatherm ID standard	4,0 cm	0,0,39	1,026	10,6	19,4	5,2
3	pro clima INTELLO®	0,025 cm	0,170	0,001	10,5	14,6	0,1
4	Gutex Thermoflex ab 2017 (Keymark zertifiziert)	16,0 cm	0,038	4,211	-4,8	14,5	7,0
	Vuren (12%)	16,0 cm	0,130	1,231	-4,5	11,2	8,8
	Warmteovergangsweerstand*			0,100	-5,0	-4,5	
5	Sterk geventileerde luchtlage (buitenlucht)	3,0 cm			-5,0	-5,0	0,0
6	Vuren	2,2 cm			-5,0	-5,0	9,9
7	IKO base Universeel P14 EU 7.0	0,3 cm			-5,0	-5,0	2,0
	Gehele constructie	26,475 cm		4,655			41,2

*Veronderstelling: Vrije luchtcirculatie aan de binnenzijde van de constructie.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	19,2°C	19,5°C	19,5°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,8°C	-4,8°C	-4,5°C

ONDER Schaaltekening van de constructie.

POLSTRAAT 30

DAK 1 - VOCHTBESCHERMING

Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Gipskartonplaat	0,95 cm	0,04	-		6,5
2	Homatherm ID standard	4,0 cm	0,12	-		5,2
3	pro clima INTELLO®	0,025 cm	5,92	-		0,1
4	Gutex Thermoflex ab 2017 (Keymark zertifiziert)	16,0 cm	0,32	-		7,0
5	Vuren (12%)	16,0 cm	8,00	-	-	8,8
	Gehele constructie	26,475 cm	7,17			41,2

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 19,2°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 53%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.

LET OP DIN 4108-3 is niet van toepassing op deze constructie. Om de vochtbescherming te onderzoeken is een rekenmethode op basis van DIN 4108-3 gebruikt.

POLSTRAAT 30

DAK 1 - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag:

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15,11 en 7 uur en rode lijnen om 19,23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	9,7 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	0:45
Amplitude demping	9,0	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	19,3°C
TAV	0,111	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	2,1°C

POLSTRAAT 30

DAK 2

Thermische isolatie

U = 0,21 W/(m²K)

Rc = 4,642 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>6,0 m²K/W

slecht goed

Vochtbescherming

Vochtgehalte van hout: +0,3%

Condenswater: 30 g/m²

Droogt 2 dagen

slecht goed

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 9,6

Faseverschuiving: 10,2 h

Warmtecapaciteit binnen: 28 kJ/m²K

slecht goed

STEIL PANNENDAK

ADVIES - Dit pannendak op soortgelijke manier isoleren als bij dak 1, alleen is hier de luchtspouw niet nodig, het dakbeschot kan naar buiten, onder de pannen, drogen. Isolatiemateriaal mag direct tegen dakbeschot gezet worden. Verdere laagopbouw als plat dak. Rc = 4,8. Faseverschuiving 10 uur.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

De te treffen maatregelen hebben geen gevolgen voor de monumentale waarden. (dak dateert van na WOII).

(zie hierna specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming)

1. Gipskartonplaat (9,5 mm)
2. Homatherm ID standard (40 mm)
3. pro clima INTELLO®
4. Gutex Thermoflex ab 2017 (160 mm)
5. Vuren (22 mm)
6. Sterk geventileerde luchtlage (30 mm)
7. Dzkpannen inclusief tengels&panlatten (103 mm)

POLSTRAAT 30

DAK 2

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Omgevingslucht: -5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 19,3°C / -4,8°C

sd-waarde: 7,5 m

Dikte: 36,5 cm

Gewicht: 90 kg/m²

Warmtecapaciteit: 62 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,038 W/mK.

POLSTRAAT 30

DAK 2 - TEMPERATUURVERLOOP

RECHTS Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	λ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,100	19,3	20,0	
1	Gipskartonplaat	0,95 cm	0,250	0,038	19,0	19,5	6,5
2	Homatherm ID standard	4,0 cm	0,0,39	1,026	11,0	19,4	5,2
3	pro clima INTELLO®	0,025 cm	0,170	0,001	11,0	14,67	0,1
4	Gutex Thermoflex ab 2017 (Keymark zertifiziert)	16,0 cm	0,038	4,211	-4,1	14,7	7,0
	Vuren (12%)	16,0 cm	0,130	1,231	-3,0	11,7	8,8
5	Vuren	2,2 cm	0,130	0,169	-4,8	-2,9	9,9
	Warmteovergangsweerstand*			0,100	-5,0	-4,6	
6	Vur Sterk geventileerde luchtlage (buitenlucht) en	3,0 cm			-5,0	-5,0	0,0
7	Dzkpannen inclusief tengels&panlatten	10,3 cm			-5,0	-5,0	51,5
	Gehele constructie	36,475 cm		4,842			90,2

*Veronderstelling: Vrije luchtcirculatie aan de binnenzijde van de constructie.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	19,3°C	19,5°C	19,5°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,8°C	-4,8°C	-4,6°C

ONDER Schaaltekening van de constructie.

POLSTRAAT 30

DAK 2 - VOCHTBESCHERMING

CONDENSATIENIVEAUS

Tijdens de winter dauwperiode van 90 dagen wordt in totaal 0,03 kg/m² condenswater geproduceerd. Deze hoeveelheid droogt in de zomer binnen 2 dagen (Verdampingsperiode volgens DIN 4108-3:2014-11). Betrokken lagen: Vuren, Gutex Thermoflex ab 2017

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Gipskartonplaat	0,95 cm	0,04	-		6,5
2	Homatherm ID standard	4,0 cm	0,12	-		5,2
3	pro clima INTELLO®	0,025 cm	5,72	-		0,1
4	Gutex Thermoflex ab 2017 (Keymark zertifiziert)	16,0 cm	0,16	0,030		7,0
	Vuren (12%)		3,20	-	-	8,8
5	Vuren	16,0 cm	1,10	0,030	0,3	9,9
6	Vur Sterk geventileerde luchtlage (buitenlucht) en	3,0 cm				
7	Dzkpannen inclusief tengels&panlatten	10,3 cm				
	Gehele constructie	36,475 cm	7,17	0,030		90,2

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 19,3°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 52%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component. LET OP DIN 4108-3 is niet van toepassing op deze constructie. Om de vochtbescherming te onderzoeken is een rekenmethode op basis van DIN 4108-3 gebruikt.

POLSTRAAT 30

DAK 2 - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN - Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Bruine lijnen van boven naar beneden, bruine lijnen: om 15, 11 en 7 uur en rode lijnen om 19, 23 en 3 uur's ochtends.

ONDER - Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	10,2 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	22:45
Amplitude demping	9,6	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	18,9°C
TAV	0,104	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	2,0°C

POLSTRAAT 30

MUUR

Thermische isolatie

U = 0,25 W/(m²K)

Rc = 3,880 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>4,5 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 24

Faseverschuiving: 13,7 h

Warmtecapaciteit binnen: 40 kJ/m²K

Het pand heeft bakstenen muren zonder spouw met een dikte van minimaal 20 cm. Met 2 cm XPS direct op de gevel en 10 cm PIR of Kooltherm tussen houten ribben is Rc = 4.

ADVIES - De muren isoleren met PIR of Kooltherm tussen staanders, afwerken met gips of gipsvezelplaat. Tussen staanders en gevel XPS of soortgelijk aanbrengen, om koudebrug van staanders te onderbreken.

De gevel van de onverwarmde gang moet ook geïsoleerd worden. Dit kan het beste aan de gangzijde, met 80 mm PIR, afwerken met gipsplaat. Bij isoleren aan de koude gangkant is geen damprem meer nodig. Indien nodig wegens ruimtegebrek bij de voordeur wat dunner aanbrengen. Het feit dat de gang een onverwarmde, dus koude, ruimte is betekent ook dat de trap (onderzijde) en alle verwarmde ruimtes grenzend aan deze gang geïsoleerd moeten worden.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

Bij nu al zichtbare sporen zullen voor de uitvoering nadere afspraken worden gemaakt over het behoud dan wel het documenteren. Voor de bouwsporen die nog aan het licht komen, bij het strippen van het pand -bijvoorbeeld. Bij het maken van een nieuwe doorgang, moeten er vóór de uitvoering afspraken worden gemaakt. Wanneer behoud niet mogelijk is, zullen de sporen worden gedocumenteerd (fotograferen, inmeten en beschrijven).

(zie hierna specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming)

1. gipsvezelplaat (12 mm)
2. damprem sd= 5
3. Kooltherm® K15 Fassaden-Dämmplatte (100 mm)
4. Hartschaum, XPS 040 (20 mm)
5. baksteen oud metselwerk steensmuur (200 mm)

POLSTRAAT 30

MUUR

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Omgevingslucht: -5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 18,4°C / -4,8°C

sd-waarde: 47,3 m

Dikte: 33,2 cm

Gewicht: 344 kg/m²

Warmtecapaciteit: 351 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,021 W/mK.

POLSTRAAT 30

MUUR - TEMPERATUURVERLOOP

RECHTS Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	γ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,130	18,4	20,0	
1	gipsvezelplaat	1,2 cm	0,350	0,034	17,9	19,4	13,8
2	damprem sd= 5	0,05 cm	0,220	0,002	17,8	19,3	0,1
3	Kooltherm® K15 Fassaden-Dämmplatte	10,0 cm	0,021	4,762	-1,0	19,3	3,0
	Vuren (14%)	10,0 cm	0,130	0,769	3,7	18,2	6,4
4	Hartschaum, XPS 040	2,0 cm	0,040	0,500	-3,1	3,9	0,7
5	baksteen oud metselwerk steensmuur	20,0 cm	0,680	0,294	-4,8	-2,6	320,0
	Warmteovergangsweerstand*			0,040	-5,0	-4,7	
	Gehele constructie	33,25 cm		4,050			344,1

*Veronderstelling: Vrije luchtcirculatie aan de binnenzijde van de constructie.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	18,4°C	19,2°C	19,4°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,8°C	-4,8°C	-4,7°C

ONDER Schaaltekening van de constructie.

POLSTRAAT 30

MUUR - VOCHTBESCHERMING

Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	gipsvezelplaat	1,2 cm	0,05	-		13,8
2	damprem sd= 5	0,05 cm	5,00	-		0,1
3	Kooltherm® K15 Fassaden-Dämmplatte	10,0 cm	143,00	-		3,0
	Vuren (14%)	10,0 cm	2,00	-	-	6,4
4	Hartschaum, XPS 040	2,0 cm	1,60	-		0,7
5	baksteen oud metselwerk steensmuur	20,0 cm	2,00	-		320,0
	Gehele constructie	33,25 cm	47,28			344,1

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 18,4°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 55%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component. Voor de berekening van de diffusiestromen werd een tweedimensionale eindige-elementenmethode gebruikt.

POLSTRAAT 30

MUUR - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag:

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15, 11 en 7 uur en rode lijnen om 19, 23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	13,7 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	5:15
Amplitude demping	23,6	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	15,5°C
TAV	0,042	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	0,7°C

POLSTRAAT 30

VLOER 1

Thermische isolatie

U = 0,192 W/(m²K)

Rc = 4,870 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>3,5 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: >100

Faseverschuiving: niet relevant

Warmtecapaciteit binnen: 339 kJ/m²K

VLOER BOVEN KELDER

Bestaande houten vloeren worden verwijderd en vanaf de grond of het keldergewelf wordt opnieuw opgebouwd.

ADVIES - Uitgraven op diepte, waar nodig leidingen leggen (afvoer, elektra, water en op twee of meer plaatsen een mantelbuis extra). Isoleren met EPS isolatieplaten, 160 mm indien mogelijk, op keldergewelf wellicht iets minder. Rc = 5. Afwerken met gewapende betonvloer met daarin vloerverwarming.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

Geen.

(zie hierna specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vocht bescherming en Hittebescherming)

1. Cementgebonden dekvloer (50 mm)
2. Beton armiert (120 mm)
3. Damprem sd=100
4. EPS 035 (160 mm)
5. baksteen (200 mm)

POLSTRAAT 30

VLOER 1

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Onverwarmde kamer: 5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 19,3°C / 5,1°C

sd-waarde: 133,5 m

Dikte: 53,0 cm

Gewicht: 780 kg/m²

Warmtecapaciteit: 750 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,035 W/mK.

POLSTRAAT 30

VLOER 1 - TEMPERATUURVERLOOP

Verloop van temperatuur en dauwpunt in de constructie. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curven elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

	Materiaal	Dikte	γ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,170	19,3	20,0	
1	Cementgebonden dekvloer	5,0 cm	1,400	0,036	19,2	19,3	100,0
2	Beton armiert (1%)	12,0 cm	2,300	0,052	19,0	19,2	276,0
3	Damprem sd=100	0,05 cm	0,220	0,002	19,0	19,0	0,1
4	EPS 035	16,0 cm	0,035	4,571	5,7	19,0	4,8
5	baksteen	20,0 cm	0,960	0,208	5,1	5,7	400,0
	Warmteovergangsweerstand*			0,170	5,0	5,1	
	Gehele constructie	53,05 cm		5,210			780,9

Warmteovergangsweerstanden volgens DIN 6946 voor de U-waardeberekening.
Voor vochtbescherming en temperatuurverloop zijn Rsi=0,25 en Rse=0,04 volgens DIN 4108-3 gebruikt.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	19,3°C	19,3°C	19,3°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	5,1°C	5,1°C	5,1°C

POLSTRAAT 30

VLOER 1 - VOCHTBESCHERMING

Deze berekening is uitgevoerd met een door de gebruiker gedefinieerd klimaat voor de dauwperiode, dat afwijkt van DIN 4108-3. Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

	binnen		buiten	
aangenomen voor deze berekening	20°C	50%	5°C	80%
De norm DIN 4108-3	20°C	50%	-5°C	80%

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Cementgebonden dekvloer	5,0 cm	0,75	-		100,0
2	Beton armiert (1%)	12,0 cm	9,60	-		276,0
3	Damprem sd=100	0,05 cm	100,00	-		0,1
4	EPS 035	16,0 cm	3,20	-		4,8
5	baksteen	20,0 cm	20,00	-		400,0
	Gehele constructie	53,05 cm	133,55			780,9

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 19,3°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 52%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.

POLSTRAAT 30

VLOER 1 - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15,11 en 7 uur en rode lijnen om 19,23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	n.v.t.		
Amplitude demping	>100	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	6,9 °C
TAV	0,003	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	0,0°C

POLSTRAAT 30

VLOER 2

Thermische isolatie

U = 0,244 W/(m²K)

Rc = 3,885 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>3,5 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 7,1

Faseverschuiving: 6,7 h

Warmtecapaciteit binnen: 25 kJ/m²K

VLOER BOVEN GARAGE DERDEN

De verdiepingsvloer boven de garage moet goed geïsoleerd worden, omdat de garage niet wordt verwarmd. Dit kan prima met glas- of steenwol tussen de balken. De volledige ruimte tussen de balken opvullen met isolatiemateriaal en aan de onderzijde afwerken met gipsplaten. Omdat hier aan de koude zijde geïsoleerd wordt, geen dampremfolie toepassen, deze is niet nodig. Bij 16 cm isolatie wordt de Rc = 4,1.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

Geen

(zie voor gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming de bijlagen van dit pand

1. Fichte (26 mm)
2. damprem sd= 5 (0,5 mm)
3. Rockwool Klemmrock 035 (160 mm)
4. Gipskartonplaat (12,5 mm)

POLSTRAAT 30

VLOER 2

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Omgevingslucht: -5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 17,4°C / -4,8°C

sd-waarde: 6,0 m

Dikte: 19,9 cm

Gewicht: 33 kg/m²

Warmtecapaciteit: 44 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,040 W/mK.

POLSTRAAT 30

VLOER 2 – TEMPERATUURVERLOOP

RECHTS Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	γ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,170	17,4	20,0	
1	Fichte	2,6 cm	0,130 cm	0,200	15,1	18,8	11,7
2	damprem sd= 5	0,05 cm	0,220 cm	0,002	15,8	17,8	0,1
3	Rockwool Klemmrock 035	16,0cm	0,035 cm	4,571	-4,6	17,8	5,1
	Fichte (Breedte: 7 cm)	16,0 cm	0,130 cm	1,231	-3,9	15,8	7,5
	damprem sd= 5 (Breedte: 7 cm)	0,05 cm	0,220 cm	0,002	-4,0	-3,7	0,0
	damprem sd= 5 (0,075%)	16,0 cm	0,220 cm	0,727	-4,0	15,8	0,0
	damprem sd= 5 (0,075%)	16,0 cm	0,220 cm	0,727	-4,0	15,8	0,0
4	Gipskartonplaat	1,25 cm	0,250 cm	0,050	-4,8	-3,7	8,5
	Warmteovergangsweerstand*			0,040	-5,0	-4,4	
	Gehele constructie	19,9cm		4,095			33,1

Warmteovergangsweerstanden volgens DIN 6946 voor de U-waardeberekening. Voor vochtbescherming en temperatuurverloop zijn Rsi=0,25 en Rse=0,04 volgens DIN 4108-3 gebruikt. Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.) Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)

17,4°C	18,5°C	18,8°C
-4,8°C	-4,8°C	-4,4°C

ONDER Schaaltekening van de constructie.

POLSTRAAT 30

VLOER 2 - VOCHTBESCHERMING

Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 17,4°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 59%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Fichte	2,6 cm	0,52	-	-	11,7
2	damprem sd= 5	0,05 cm	5,00	-		0,1
3	Rockwool Klemmrock 035	16,0cm	0,16	-		5,1
	Fichte (Breedte: 7 cm)	16,0 cm	3,20	-	-	7,5
	damprem sd= 5 (Breedte: 7 cm)	0,05 cm	5,00	-		0,0
	damprem sd= 5 (0,075%)	16,0 cm	0,02	-		0,0
	damprem sd= 5 (0,075%)	16,0 cm	0,02	-		0,0
4	Gipskartonplaat	1,25 cm	0,13	-		8,5
	Gehele constructie	19,9 cm	6,02			33,1

Voor de berekening van de diffusiestromen werd een tweedimensionale eindige-elementenmethode gebruikt.

POLSTRAAT 30

VLOER 2 - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15, 11 en 7 uur en rode lijnen om 19, 23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	6,7 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	21:45
Amplitude demping	7,1	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	19,8°C
TAV	0,140	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	2,8°C

POLSTRAAT 30

GLAS

De voorgevel is monumentaal, waarschijnlijk moet hier monumentenglas in en mag de uitstraling niet noemenswaardig veranderen. Enkelglas is geen optie, geeft veel te veel warmte- en comfortverlies. Er liggen hier twee mogelijkheden: het plaatsen van monumentenglas of van dubbel monumentenglas, waarmee het uiterlijk van het pand niet noemenswaardig verandert. Zie *www.glaskoning.nl* (Da Vinci glas) of *www.stolkerglas.nl*.
Dit is heel dun (9 – 10 mm) dubbel glas. De spouw is 3 – 4 mm. Deze het beste laten vullen met Kryptongas, dat isoleert beter. Is wel duurder dan Argon, maar door de smalle spouw is er niet zoveel nodig. (Ug = 1,9). De Ug waarde geeft de isolatiewaarde van glas aan, hoe kleiner hoe beter.

Overige ramen, waar nodig in overleg met monumentenzorg raamhout vervangen en plaatsen van HR++ glas. Dat betekent dat de spouw in het glas minimaal 13 mm moet zijn, anders mag het geen HR++ genoemd worden. Hoe breder de spouw, hoe beter isolerend. Spouw laten vullen met Argongas, geeft extra isolatie tegen geringe meerprijs.(Ug = 1,1)

Waar dubbel glas niet in het bestaande houtwerk past kan een achterzetraam geplaatst worden. Hiervoor zijn veel mogelijkheden in de afwerking aan de randen. Informeer hiervoor bij een glaszetter. Goede isolerende werking wordt verkregen dit achterzetglas wordt uitgevoerd in dubbel glas, b.v. HR++. Dan heeft het totaal de isolerende werking van triple glas. (Ug = 0,7).

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

De ramen aan de voorzijde zijn in dit monument niet ouder dan van de laatste grote restauratie. Het is niet de bedoeling om iets aan deze ramen te veranderen.

(Zie hierna bouwkundige details)

POLSTRAAT 30

POSITIE DETAILS (B 20)

POLSTRAAT 30

TEKENINGEN 1 (B21)

Bestaande details van de voorgevel, niet geïsoleerd. Horizontaal 1e verdieping en Begane grond en verticaal.

POLSTRAAT 30

TEKENINGEN 2 (N2G)

Details over het bestaande raam:

0 Met bestaand enkel glas

1 Met nieuw isolerend gelaagd glas met een coating dik 6mm

2 Met nieuw isolerend glas met spouw dik 9mm

3 Een derde variant is mogelijk door aan de binnenzijde een extra kozijn toe te passen met HR++ glas. Zie blad N21, detail H2.

Alle varianten van beglazing zijn mogelijk. Variant 3 isoleert het best.

POLSTRAAT 30

TEKENINGEN 3 (N21)

Nieuwe details van de gevel voorzien van isolatie, de rode lijn is de damprem. De aansluitingen.

POLSTRAAT 30

TEKENINGEN 4 (N22)

Bestaande horizontale en verticale details van het dak geïsoleerd.
Nieuwe horizontale en verticale details van het dak geïsoleerd.

B Isolatie onder het platte zinken dak moet goed geventileerd worden om eventueel condens dat ontstaat onder het zink weg te ventileren..

Bestaand Horizontale dsn pannendak
Nieuw

Bestaand Doorsnede Zinken/ platdak
Nieuw

POLSTRAAT 30

INSTALLATIE

VENTILATIE EN ZOMERNACHTVENTILATIE

Het pand kan prima geventileerd worden met het open zetten van ramen, deels schuiframen, deels draai- of kiepramen. Daarnaast moeten de “natte ruimtes” voorzien worden van een mechanische ventilatie die bijvoorbeeld aangesloten wordt op het licht, met een instelbare nadraaitijd. De mogelijkheid van een zomernachtventilatie kan hier worden geïntroduceerd.

VERWARMING

Gekozen wordt voor vloerverwarming op de begane grond. De oppervlakte van de vloer is voldoende groot om deze ruimtes te verwarmen, mits het geadviseerde isolatieniveau (minimaal Rc 3 in de buitengevels en vloer nodig) bereikt wordt.

Op de eerste verdieping kan in de badkamer en keuken vloerverwarming aangelegd worden, hier komt toch een ‘stenen’ vloer. In de woonkamer en slaapkamers kan ook met vloerverwarming gewerkt worden, met een zgn. droogbouwvloer. Een andere optie is het plaatsen van Lage Temperatuur convectoren. Het benodigde verwarmingsoppervlak per ruimte moet met een capaciteitsberekening door de installateur bepaald worden.

Op de tweede verdieping kan ook een droogbouw vloerverwarming gelegd worden, ook hier zijn LTV convectoren een alternatief. Doordat de tweede verdieping vooral omsloten wordt door het dak, is het van groot belang om het dak goed te isoleren en een capaciteitsberekening te laten maken. Hier is veel meer verwarmend oppervlak nodig dan op de eerste verdieping.

WARMTEBRON

Het pand heeft een gasaansluiting, hierop kan een HR ketel geplaatst worden (tweede verdieping), die voor verwarming en warm tapwater zorgt. De wens om snel veel tapwater te kunnen maken leidt naar een CW6 ketel. De ketel kan gecombineerd worden met een hybride warmtepomp (ELGA). Een andere optie is het aansluiten op de stadsverwarming, deze ligt voorlangs in de Polstraat. Wegens gebrek aan ruimte op de tweede verdieping wordt een all electric warmtepomp niet geadviseerd.

ZONNEPANELEN

Op het platte dak (3 x 6 m) kunnen ca. 6 standaard zonnepanelen (100 x 165 cm) geplaatst worden. Momenteel is 270 Wpiek per paneel het standaardvermogen. Totaal zou dan 3,2 kWp geïnstalleerd zijn. Op Zuidoost georiënteerd levert dat ca. 1500 kWh/jaar op. I.v.m beperkte

POLSTRAAT 30

INSTALLATIE

dakruimte zou voor in verhouding iets duurdere panelen van 320 Wp gekozen kunnen worden. Terugverdientijd ca. 10 jaar, bij continuering van de huidige energieprijzen. Btw op de investering van zonnepanelen terug te krijgen van de Belastingdienst.

ZONNEBOILER

Op het schuine achterdak zou een zonneboiler geplaatst kunnen worden. Met een oppervlak van ca. 3 m2 en een opslagvat van 100 liter bespaart u ca. 150 m3 gas/jaar. Investering ca. euro 3000, besparing ca. euro 100/jr. Voor een zonneboiler is er momenteel subsidie. De mogelijkheid van zomernachtventilatie kan hier worden geïntroduceerd.

ENERGIELABEL

Als bovenstaande maatregelen worden uitgevoerd haalt deze woning energielabel A.

POLSTRAAT 34

BESTAANDE SITUATIE

Rijwoning, deels uit de zestiende eeuw, de kap is bijvoorbeeld uit die bouwtijd, rijksmonument. Momenteel wordt het pand verbouwd, de kap is reeds gerenoveerd.
Gewelfde kelder onder de voorste helft van het pand. Met zijn twee lichtgetoogde tongewelven met in het midden een zware wand met een spaarboog. Op de vloer liggen plavuizen. Het voorste deel van de begane-grond-vloer is van hout en ligt in het zand op het keldergewelf en heeft een beperkte kruipruimte. De naastgelegen ruimte (onverwarmde gang) is eigendom met recht van overpad voor de achterburen. De eerste verdieping ligt hier deels boven. De tweede verdieping heeft vanaf ca. 80 cm een schuin pannendak. Gevels steens, ongeïsoleerd. Rechts beneden is een garage van de buren (onverwarmd). De rechter gevel komt achter tegen tuin van de buren. De linker gevel beneden tegen onverwarmde gang.

GLAS - Overal enkel glas, voorgevel schuiframen zijn origineel, aan de achtergevel diverse soorten kozijn/raamwerk, deels niet meer monumentaal. Een deel van het kozijnhoutwerk is in slechte staat en zal vernieuwd moeten worden.
DAK - Sporenkap, is gerenoveerd en geïsoleerd met 7 cm Kingspan Therma buiten over de sporen.

VERWARMING - Er is een aansluiting op stadsverwarming, voor tapwater wordt gebruik gemaakt van elektrische boilers. Geen gasaansluiting.

KELDER - Het voorste deel is onderkelderd. Het zijn twee licht getoogde tongewelven met in het midden een zware wand met een grote spaarboog. Op de vloer liggen plavuizen.

BEGANE GROND GANG - De vloer is belegd met Terrazo. De plinten zijn uitgevoerd in natuursteen. De muur tussen gang en woonkamer is gestuuct. De bouwmuur tussen no. 36 en no. 38 is voorzien van schoon metselwerk. In de gang is een zware balklaag (30x37 cm.) zichtbaar. Deze ligt ca. 40 cm lager dan de balklaag van de eerste verdieping.

BEGANE GROND - De oorspronkelijke indeling en de trap zijn in het verleden verwijderd. Bovenliggende wanden zijn opgevangen met stalen liggers. Van de oude indeling resteert een ombouw van de trap naar de kelder. Het voorste deel van de vloer is van hout en ligt in het zand op het keldergewelf. Het achterste deel van de begane-grond-vloer ligt een paar treden lager. De vloer van het achterste deel is vernieuwd. De nieuwe houten balklaag ligt net boven het zand. Er zijn twee schouwen aanwezig die zijn geplaatst tegen de bouwmuren en een aantal kasten zijn in de dikke middeleeuwse muren uitgespaard.

VERDIEPING I - BOVENGANG - Het vloerniveau is in het verleden opgetrokken tot dat van no. 30.

Op de balklaag liggen grenen vloerdelen (ca. 1900). Tegen de wand met no. 30 zijn enkele muurankers zichtbaar. Het plafond is gipsplaat.
VERDIEPING 1- Op deze verdieping is nog een deel van de oorspronkelijke indeling terug te vinden. In de kamer aan de achterzijde is het schoorsteenkanaal zichtbaar met een golvende vorm. De ramen in de voor- en achtergevel hebben monumentale waarde vanwege hun ouderdom en hun vormgeving. De ramen achter zijn niet ouder dan de laatste grote restauratie. Het lijstwerk bij de ramen aan de voorzijde is niet meer aanwezig, de oorspronkelijke vensterbanken wel. Vensters aan de achterzijde hebben lijstwerk en oorspronkelijke vensterbanken. De ramen aan de achterzijde zijn van de laatste restauratie. De trap naar de zolder is vernieuwd.

ZOLDER - De kapconstructie is grotendeels 16e -eeuws en heeft in zijn geheel een hoge monumentale waarde. De sporenkap is onlangs gerestaureerd en aan de buitenzijde geïsoleerd met ca. 7 cm Kingspan Therma. De vloer bestaat uit brede deels eiken vloerdelen met uitgevoerde reparaties. De gevels rondom vormen een borstwering van ca. 80 cm hoog met een steil sporendak belegd met Hollandse pannen.

GANG - Op de begane grond van de gang met terrazo vloer kunnen de wanden van metselwerk en de natuurstenen plinten ongewijzigd blijven.

VLOER - Door het ophogen van de begane grondvloer wordt de vloer te hoog zowel voor de dorpels van de deuren naar de gang en naar buiten. De kozijnen zullen hoger geplaatst moeten worden. Door het isoleren van de verdiepingsvloer aan de kant van de onverwarmde gang verdwijnen de zware balken die er zitten. Misschien is het ook mogelijk tussen de balken te isoleren.

RAMEN - De ramen in de voor-en achtergevel hebben monumentale waarde vanwege hun ouderdom en vormgeving. Ze hebben ook binnenluiken.

GLAS - Daar waar dubbel glas past in de sponning van de bestaande ramen, wordt gekozen voor dubbel glas. Daar waar de sponning te klein is, wordt gekozen voor achterzetramen. De schuiframen zijn al gangbaar gemaakt, waardoor men natuurlijk kan ventileren.
Bij het energiezuiniger maken van dit monument worden de monumentale materialen niet verwijderd maar worden die veelal wel aan het zicht onttrokken. Bij de uitvoering van de werkzaamheden is overleg met monumentenzorg noodzakelijk.

DOOR EIGENAAR GEWENSTE SITUATIE

Gasloos. Goed isoleren met natuurlijke of biologische materialen en isolerend glas. Vloer- en wandverwarming, natuurlijke ventilatie. Waar mogelijk leemstuc toepassen. Koken elektrisch en/of op hout.

ADVIES

Voor alles is het belangrijk om het warmteverlies in de winter en de warmteopname in de zomer zoveel mogelijk te beperken. Dat geeft wooncomfort en verlaagt het energiegebruik en de energie kosten. Dat betekent zo goed mogelijk isoleren aan de buitenschil van de woning en in de zomer de zoninstraling beperken.

(zie hierna het advies per bouwdeel)

POLSTRAAT 34

DAK

Thermische isolatie

U = 0,156 W/(m²K)

Rc = 6,227 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 15

Faseverschuiving: 9,0 h

Warmtecapaciteit binnen: 41 kJ/m²K

Het dak is al geïsoleerd met 7 cm Kingspan Therma. Dit is een matig goede isolatie, de Rc waarde van dit dak is 3,6 m2/K*W (huidige nieuwbouwnorm is 6). De warmtewering van deze isolatie is matig, omdat het materiaal zelf (PIR schuim) weinig warmtecapaciteit (C-waarde) heeft. De temperatuur fase verschuiving, (gewenst >12 uur) is slechts 6 uur. Dit betekent dat de zomerwarmte volop door het dak zal binnenkomen en het bij hoge buitentemperaturen onaangenaam warm zal worden onder dit dak. Tevens is de isolatiegraad door de dikte van slechts 7 cm eigenlijk te beperkt.
Omdat het dak een zeer groot deel uit maakt van de buitenconstructie van deze ruimtes is het juist belangrijk om heel goed te isoleren, want hier zit o.a. een slaapkamer en een badkamer. Extra isolatie wordt aangeraden. Tussen de sporen is nog ruimte om extra te isoleren. Wel moet er een “intelligente” dampremfolie toegepast worden, die ook naar binnen toe weer kan drogen. De isolatie en warmtecapaciteit kan verbeterd worden door een “zwaar” isolatiemateriaal toe te passen dat een hoge warmtecapaciteit heeft (isoleert en veel warmte kan opslaan).

ADVIES - Het dak extra isoleren met bijvoorbeeld vlaswol- of houtwoldeken van 8 cm tussen de sporen. Dit afwerken met een intelligente dampremfolie (Proclima Intello) en daaroverheen 4 cm houtwolstucplaten, afwerken met leem, totale Rc = 6,4. Minstens zo belangrijk is het comfort in de zomer, de faseverschuiving wordt 14 uur, dat is optimaal.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

De waardevolle 16e eeuwse kap blijft geheel behouden. Door het isoleren tussen de sporen is echter de waardevolle bijzondere, oude sporenkap niet meer zichtbaar, omdat die in zijn geheel wordt ingepakt in de isolatie. De spanten blijven wel zichtbaar,

(zie hierna specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming)

1. Lehm-Oberputz (10 mm)
2. Homatherm ID standard (40 mm)
3. OSB fins vuren dakbeschot (18 mm)
4. Kooltherm® K15 Fassaden-Dämmplatte (70 mm)
5. Sterk geventileerde luchtlage (30 mm)
6. Dzkpannen inclusief tengels&panlatten (103 mm)

POLSTRAAT 34

DAK

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Omgevingslucht: -5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 18,4°C / -4,8°C

μd-waarde: 100,9 m

Dikte: 27,1 cm

Gewicht: 87 kg/m²

Warmtecapaciteit: 51 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,021 W/mK.

POLSTRAAT 34

DAK - TEMPERATUURVERLOOP

RECHTS - Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	λ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,100	18,4	20,0	
1	Lehm-Oberputz	1,0 cm	0,910	0,011	18,3	18,7	15,0
2	Homatherm ID standard	4,0 cm	0,039	1,026	13,3	18,7	4,8
	Spar (7,7%)	4,0 cm	0,130	0,308	15,3	18,4	1,4
3	OSB fins vuren dakbeschot	1,8 cm	0,130	0,138	12,6	15,4	11,7
4	Kooltherm® K15 Fassaden-Dämmplatte	7,0 cm	0,021	3,333	-4,8	14,4	2,5
	Warmteovergangsweerstand*			0,100	-5,0	-4,8	
5	Sterk geventileerde luchtlage (buitenlucht)	3,0 cm			-5,0	-5,0	0,0
6	Dzkpannen inclusief tengels&panlatten	10,3 cm			-5,0	-5,0	51,5
	Gehele constructie	27,1 cm		4,604			86,8

*Veronderstelling: Vrije luchtcirculatie aan de binnenzijde van de constructie.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	18,4°C	18,7°C	18,7°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,8°C	-4,8°C	-4,8°C

ONDER Schaaltekening van de constructie.

POLSTRAAT 34

DAK - VOCHTBESCHERMING

Voor de berekening van de hoeveelheid condensatiewater werd de component gedurende 90 dagen blootgesteld aan het volgende constante klimaat: binnen: 20°C und 50% Luchtvochtigheid; buiten: -5°C und 80% Luchtvochtigheid. Dit klimaat voldoet aan DIN 4108-3.
Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Lehm-Oberputz	1,0 cm	0,05	-		15,0
2	Homatherm ID standard	4,0 cm	0,12	-		4,8
	Spar (7,7%)	4,0 cm	0,80	-	-	1,4
3	OSB fins vuren dakbeschot	1,8 cm	0,54	-	-	11,7
4	Kooltherm® K15 Fassaden-Dämmplatte	7,0 cm	100,10	-		2,5
	Gehele constructie	27,1 cm	100,84			86,8

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 18,4°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 55%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.

POLSTRAAT 34

DAK - HITTEBESCHERMING

De volgende resultaten zijn eigenschappen van de geteste component alleen en doen geen uitspraak over de hittebescherming van de hele kamer:

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Bruine lijnen van boven naar beneden, bruine lijnen: om 15,11 en 7 uur en rode lijnen om 19,23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	0.0 h	Thermische opslagcapaciteit (complete constructie):	51 kJ/m²K
Amplitude demping	15,1	Warmteopslagcapaciteit van de binnenlagen:	41 kJ/m²K
TAV	0,066		

POLSTRAAT 34

MUUR

Thermische isolatie

U = 0,144 W/(m²K)

Rc = 6,785 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>4,5 m²K/W

Vochtbescherming

Droogt 9 dagen

Condenswater: 51 g/m²

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: >100

Faseverschuiving: niet relevant

Warmtecapaciteit binnen: 79 kJ/m²K

Dit pand heeft bakstenen muren zonder spouw met een dikte van minimaal 20 cm. Geplande isolatie is 40 mm houtvezelcementplaat. De Rd van dit materiaal is 0,13. Dit is geen (goed) isolatiemateriaal. De gevel zal veel warmte verliezen, nog meer als er wandverwarming in verwerkt wordt. Ook de muur tussen woning en gezamenlijke gang en garage van de buren moet goed geïsoleerd worden, omdat de gang en garage niet worden verwarmd.

ADVIES - De buitengevels direct tegen de muur isoleren met houtwolpersplaat (22 mm) en houtwoldeken of soortgelijk (200 mm). Tussen staanders, dampremfolie (Proclima Intello) en daarop houtwolplaten (40 mm) waarop goed met leemstuc gewerkt kan worden. In de leemstuc kan de wandverwarming worden verwerkt. Totale Rc = 6,9. Voor de binnengevels die grenzen aan de onverwarmde ruimtes (gang/garage) wordt voorgesteld (om niet teveel ruimte te verliezen) hier soortgelijk materiaal te gebruiken maar minder dik. Tegen de gevel houtwolpersplaat (22 mm), voor de daarop staanders daartussen houtwoldeken (80 mm), intelligente dampremfolie (Proclima Intello), en daarop houtwolstucplaten (40 mm), afwerken met leemstuc en wandverwarming. Totale Rc is 4. Bekende merken houtwolisolatie zijn Homatherm en Pavatex.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

De gemetselde en gestuucte wanden aan de binnenzijde geven het pand een ouderdom mee. Deze gaat verloren met het plaatsen van de voorzetwanden. De schoorsteenkanalen, de oude muren en de kasten die zijn uitgespaard in de oude muren blijven wel aanwezig maar zijn niet langer zichtbaar, omdat ze achter een pak isolatie verdwijnen. De lijsten achter de kozijnen zullen worden afgenomen en overgezet op de geïsoleerde wand. Hierbij zal naar verwachting een deel van de aanwezige lijsten vernieuwd moeten worden. De vensterbanken van de ramen op de eerste verdieping zullen verdwijnen in de isolatie. Er kan wel weer een nieuwe vensterbank gemaakt worden.

(zie hierna specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming)

1. Lehm-Unterputz (30 mm)
2. Homatherm HDP standard (40 mm)
3. pro clima INTELLO® PLUS
4. Homatherm HolzFlex (200 mm)
5. Homatherm HDP protect (20 mm)
6. baksteen oud metselwerk steensmuur (200 mm)

POLSTRAAT 34

MUUR

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Omgevingslucht: -5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 19,5°C / -4,9°C

sd-waarde: 9,7 m

Dikte: 49,0 cm

Gewicht: 389 kg/m²

Warmtecapaciteit: 410 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,037 W/mK.

POLSTRAAT 34

MUUR - TEMPERATUURVERLOOP

RECHTS Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	λ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,130	19,5	20,0	
1	Lehm-Unterputz	3,0cm	0,910	0,033	19,4	19,6	48,0
2	Homatherm HDP standard	4,0 cm	0,038	1,053	14,5	19,4	4,4
3	pro clima INTELLO® PLUS	0,025 cm	0,170	0,001	14,5	15,9	0,1
4	Homatherm HolzFlex	20,0 cm	0,037	5,405	-2,1	15,9	9,5
	Vuren (4,8%)	20,0 cm	0,130	1,538	-1,0	14,6	4,3
5	Homatherm HDP protect	2,0 cm	0,039	0,513	-3,8	-1,0	2,8
6	baksteen oud metselwerk steensmuur	20,0 cm	0,680	0,294	-4,9	-3,7	320,0
	Warmteovergangsweerstand*			0,040	-5,0	-4,9	
	Gehele constructie	49,025 cm		6,955			389,1

*Veronderstelling: Vrije luchtcirculatie aan de binnenzijde van de constructie.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	19,5°C	19,5°C	19,6°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,9°C	-4,9°C	-4,9°C

ONDER Schaaltekening van de constructie.

POLSTRAAT 34

MUUR - VOCHTBESCHERMING

CONDENSATIENIVEAUS

Tijdens de winter dauwperiode van 90 dagen wordt in totaal 0,051 kg/m² condenswater geproduceerd. Deze hoeveelheid droogt in de zomer binnen 9 dagen (Verdampingsperiode volgens DIN 4108-3:2014-11). Betrokken lagen: baksteen oud metselwerk steensmuur, Homatherm HDP protect

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Lehm-Unterputz	3,0cm	0,15	-		48,0
2	Homatherm HDP standard	4,0 cm	0,12	-		4,4
3	pro clima INTELLO® PLUS	0,025 cm	6,67	-		0,1
4	Homatherm HolzFlex	20,0 cm	0,60	-		9,5
	Vuren (4,8%)	20,0 cm	4,00	-	-	4,3
5	Homatherm HDP protect	2,0 cm	0,06	0,051		2,8
6	baksteen oud metselwerk steensmuur	20,0 cm	2,00	0,051		320,0
	Gehele constructie	49,025 cm	9,71	0,051		389,1

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 19,5°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 52%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component. LET OP DIN 4108-3 is niet van toepassing op deze constructie. Om de vochtbescherming te onderzoeken is een rekenmethode op basis van DIN 4108-3 gebruikt.

POLSTRAAT 34

MUUR - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15, 11 en 7 uur en rode lijnen om 19, 23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	n.v.t.		
Amplitude demping	>100	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	15,5°C
TAV	0,006	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	0,1°C

POLSTRAAT 34

VLOER 1

Thermische isolatie

U = 0,244 W/(m²K)

Rc = 3,752 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>3,5 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 61

Faseverschuiving: 14,7 h

Warmtecapaciteit binnen: 70 kJ/m²K

VLOER WOONKAMER (BOVEN GEWELFDE KELDER)

De bestaande houten vloeren op balken blijven gehandhaafd. Het is belangrijk om de ruimte tussen vloer/balken en zand te ventileren met buitenlucht. Het plan van de eigenaar is om in het voorste gedeelte een houten vloerbedekking te leggen. Die komt niet rechtstreeks op het stenen gewelf. Er ligt ook nog een laag zand op.

ADVIES - Waar nodig leidingen of mantelbuizen leggen in de luchtspouw tussen de houten liggers. (afvoer, elektra, water en op twee of meer plaatsen een mantelbuis extra).

Het voorste deel (woonkamer) bestaande houten vloer aan bovenzijde isoleren met PIR plaat (of soortgelijk) met hoge isolatiewaarde om zo weinig mogelijk ruimte te verliezen. Stel PIR 60 mm. Afwerken met houten vloer, wellicht eerst uitvlakken met spaanplaat. Rc = 4.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

Door het ophogen wordt de vloer te hoog, zowel voor de dorpels van de deuren naar de gang als naar buiten. De kozijnen zullen hoger geplaatst moeten worden.

(Zie hierna specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming)

1. Eiche (30 mm)
2. Alufolie
3. Kooltherm® K103 Fußboden-Dämmplatte (60 mm)
4. Douglasie (30 mm)
5. Luchtspouw (100 mm)
6. baksteen (200 mm)

POLSTRAAT 34

VLOER 1

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Onverwarmde kamer: 5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 19,1°C / 5,1°C

sd-waarde: 1524,5 m

Dikte: 42,0 cm

Gewicht: 447 kg/m²

Warmtecapaciteit: 491 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,021 W/mK.

POLSTRAAT 34

VLOER 1 – TEMPERATUURVERLOOP

RECHTS Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	γ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,170	19,1	20,0	
1	Eiche	3,0 cm	0,180	0,167	18,4	19,1	20,7
2	Alufolie (beschichtet)	0,05 cm	160,000	0,000	18,4	18,5	1,4
3	Kooltherm® K103 Fußboden-Dämmplatte	6,0 cm	0,021	2,857	7,7	18,5	2,1
4	Douglasie	3,0 cm	0,120	0,250	6,8	8,3	15,9
5	Luchtspouw (niet geventileerd)	10,0 cm	0,455	0,220	5,9	7,1	0,1
	Vuren (17%)	10,0 cm	0,130	0,769	5,8	7,5	7,5
6	baksteen	20,0 cm	0,960	0,208	5,1	5,9	400,0
	Warmteovergangsweerstand*			0,170	5,0	5,2	
	Gehele constructie	30,525 cm		4,092			447,7

Warmteovergangsweerstanden volgens DIN 6946 voor de U-waardeberekening.
Voor vochtbescherming en temperatuurverloop zijn Rsi=0,25 en Rse=0,04 volgens DIN 4108-3 gebruikt.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	19,1°C	19,1°C	19,1°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	5,1°C	5,1°C	5,2°C

ONDER Schaaltekening van de constructie.

POLSTRAAT 34

VLOER 1 - VOCHTBESCHERMING

Deze berekening is uitgevoerd met een door de gebruiker gedefinieerd klimaat voor de dauwperiode, dat afwijkt van DIN 4108-3. Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

	binnen		buiten	
aangenomen voor deze berekening	20°C	50%	5°C	80%
De norm DIN 4108-3	20°C	50%	-5°C	80%

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Eiche	3,0 cm	1,50	-	-	20,7
2	Alufolie (beschichtet)	0,05 cm	1500	-		1,4
3	Kooltherm® K103 Fußboden-Dämmplatte	6,0 cm	2,10	-		2,1
4	Douglasie	3,0 cm	0,60	-	-	15,9
5	Luchtspouw (niet geventileerd)	10,0 cm	0,01	-		0,1
	Vuren (17%)	10,0 cm	2,00	-	-	7,5
6	baksteen	20,0 cm	20,00	-		400,0
	Gehele constructie	30,525 cm	1.524,50			447,7

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 19,1°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 53%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component. Voor de berekening van de diffusiestromen werd een tweedimensionale eindige-elementenmethode gebruikt.

POLSTRAAT 34

VLOER 1 - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15, 11 en 7 uur en rode lijnen om 19, 23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	14,7 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	7:45
Amplitude demping	61,0	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	6,9°C
TAV	0,016	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	0,1°C

POLSTRAAT 34

VLOER 2

Thermische isolatie

U = 0,241 W/(m²K)

Rc = 3,940 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>3,5 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 7,4

Faseverschuiving: 6,3 h

Warmtecapaciteit binnen: 26 kJ/m²K

VLOER BOVEN GEZAMENLIJKE GANG

Ook de verdiepingsvloer boven de gezamenlijke gang moet goed geïsoleerd worden, omdat de gang niet wordt verwarmd. Dit kan prima met glas- of steenwol tussen de balken. De volledige ruimte tussen de balken opvullen met isolatiemateriaal en aan de onderzijde afwerken met gipsplaten. Omdat hier aan de koude zijde geïsoleerd wordt geen dampremfolie toepassen, deze is niet nodig. Bij 16 cm isolatie wordt de Rc = 4,1.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

Door het isoleren van de verdiepingsvloer aan de kant van de onverwarmde gang verdwijnen de zware balken die er zitten in de isolatie.

(zie hierna specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming)

1. Vuren (26 mm)
2. damprem sd= 5 (0,5 mm)
3. ISOVER ULTIMATE Kontur FSP-032 (160 mm)
4. Gipskartonplaat (12,5 mm)

POLSTRAAT 34

VLOER 2

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Omgevingslucht: -5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 17,2°C / -4,8°C

sd-waarde: 6,1 m

Dikte: 19,9 cm

Gewicht: 32 kg/m²

Warmtecapaciteit: 45 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,032 W/mK.

POLSTRAAT 34

VLOER 2 – TEMPERATUURVERLOOP

RECHTS Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	γ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,170	17,2	20,0	
1	Vuren	2,6 cm	0,130	0,200	14,8	18,9	11,7
2	damprem sd= 5	0,05 cm	0,220	0,002	15,6	18,0	0,1
3	ISOVER ULTIMATE Kontur FSP-032	16,0 cm	0,032	5,000	-4,6	18,0	2,8
	Vuren (Breedte: 9 cm)	16,0 cm	0,130	1,231	-4,0	15,6	9,4
	damprem sd= 5 (Breedte: 9 cm)	0,05 cm	0,220	0,002	-4,0	-3,7	0,0
	damprem sd= 5 (0,072%)	16,0 cm	0,220	0,727	-4,0	15,6	0,0
	damprem sd= 5 (0,072%)	16,0 cm	0,220	0,727	-4,0	15,6	0,0
4	Gipskartonplaat	1,25 cm	0,250	0,050	-4,8	-3,7	8,5
	Warmteovergangsweerstand*			0,040	-5,0	-4,4	
	Gehele constructie	19,9 cm		4,150			32,6

Warmteovergangsweerstanden volgens DIN 6946 voor de U-waardeberekening.
Voor vochtbescherming en temperatuurverloop zijn Rsi=0,25 en Rse=0,04 volgens DIN 4108-3 gebruikt.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	17,2°C	18,5°C	18,9°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,8°C	-4,8°C	-4,4°C

ONDER Schaaltekening van de constructie.

POLSTRAAT 34

VLOER 2 - VOCHTBESCHERMING

Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Vuren	2,6 cm	0,52	-	-	11,7
2	damprem sd= 5	0,05 cm	5,00	-		0,1
3	ISOVER ULTIMATE Kontur FSP-032	16,0 cm	0,16	-		2,8
	Vuren (Breedte: 9 cm)	16,0 cm	3,20	-	-	9,4
4	damprem sd= 5 (Breedte: 9 cm)	0,05 cm	5,00	-		0,0
	damprem sd= 5 (0,072%)	16,0 cm	0,02	-		0,0
	damprem sd= 5 (0,072%)	16,0 cm	0,02	-		0,0
5	Gipskartonplaat	1,25 cm	0,13	-		8,5
	Gehele constructie	19,9 cm	6,08			32,6

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 17,2°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 60%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component. Voor de berekening van de diffusiestromen werd een tweedimensionale eindige-elementenmethode gebruikt.

POLSTRAAT 34

VLOER 2 - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15, 11 en 7 uur en rode lijnen om 19, 23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	6,3 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	21:30
Amplitude demping	7,4	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	19,8°C
TAV	0,135	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	2,7°C

POLSTRAAT 34

VLOER 3

Thermische isolatie

U = 0,175 W/(m²K)

Rc = 5,519 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>3,5 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: >100

Faseverschuiving: niet relevant

Warmtecapaciteit binnen: 176 kJ/m²K

VLOER KEUKEN

Achterste deel (keuken) isoleren tussen de bestaande houten balken, 24 cm glaswol. Op de balken met zwaluwstaartprofiel een betonvloer aanbrengen waarin vloerverwarming en afwerken met tegels. Rc = 5,7.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

De houten vloeren worden verwijderd. Deze vloerdelen waren niet oud, dus het verlies aan monumentale waarde is gering.
Door het niet op de juiste hoogte brengen van de bestaande balklaag krijgt de begane-grond-vloer de oorspronkelijke hoogte.

(zie hierna specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming)

1. Cementgebonden dekvloer (40 mm)
2. Cementgebonden vezelplaat (40 mm)
3. Vuren (26 mm)
4. ISOVER ULTIMATE Kontur FSP-032 (120 mm)
5. ISOVER ULTIMATE Kontur FSP-032 (120 mm)

POLSTRAAT 34

VLOER 3

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Omgevingslucht: -5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 18,7°C / -4,8°C

sd-waarde: 2,8 m

Dikte: 34,6 cm

Gewicht: 161 kg/m²

Warmtecapaciteit: 203 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,032 W/mK.

POLSTRAAT 34

VLOER 3 – TEMPERATUURVERLOOP

RECHTS Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	γ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,170	18,7	20,0	
1	Cementgebonden dekvloer	4,0 cm	1,400	0,029	18,5	19,1	80,0
2	Cementgebonden vezelplaat	4,0 cm	0,230	0,174	17,1	19,0	48,0
3	Vuren	2,6 cm	0,130	0,200	15,3	18,5	11,7
4	ISOVER ULTIMATE Kontur FSP-032	12,0 cm	0,032	3,750	5,7	17,8	2,0
	Vuren (17%)	12,0 cm	0,130	0,923	5,6	16,0	9,0
5	ISOVER ULTIMATE Kontur FSP-032	12,0 cm	0,032	3,750	-4,9	6,4	2,0
	Vuren (17%)	12,0 cm	0,130	0,923	-4,6	5,7	9,0
	Warmteovergangsweerstand*			0,040	-5,0	-4,6	
	Gehele constructie	34,6 cm		5,729			161,7

Warmteovergangsweerstanden volgens DIN 6946 voor de U-waardeberekening. Voor vochtbescherming en temperatuurverloop zijn Rsi=0,25 en Rse=0,04 volgens DIN 4108-3 gebruikt.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	18,7°C	18,9°C	19,1°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,9°C	-4,8°C	-4,6°C

ONDER Schaaltekening van de constructie.

POLSTRAAT 34

VLOER 3 - VOCHTBESCHERMING

Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Cementgebonden dekvloer	4,0 cm	0,60	-		80,0
2	Cementgebonden vezelplaat	4,0 cm	1,20	-	-	48,0
3	Vuren	2,6 cm	0,52	-	-	11,7
4	ISOVER ULTIMATE Kontur FSP-032	12,0 cm	0,12	-		2,0
	Vuren (17%)	12,0 cm	2,40	-	-	9,0
5	ISOVER ULTIMATE Kontur FSP-032	12,0 cm	0,12	-		2,0
	Vuren (17%)	12,0 cm	6,00	-	-	9,0
	Gehele constructie	34,6 cm	2,84			161,7

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 18,7°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 54%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component. Voor de berekening van de diffusiestromen werd een tweedimensionale eindige-elementenmethode gebruikt.

POLSTRAAT 34

VLOER 3 – HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15, 11 en 7 uur en rode lijnen om 19, 23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	n.v.t.		
Amplitude demping	>100	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	19,9°C
TAV	0,009	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	0,2°C

POLSTRAAT 34

GLAS

Wellicht is het mogelijk om in de monumentale voorgevel dubbel glas te plaatsen. *Zie www.glaskoning.nl* (Da Vinci glas) of *www.stolker.nl*.

Dit is heel dun (9 – 10 mm) dubbel glas. De spouw is 3 – 4 mm. Deze het beste laten vullen met Kryptongas, is wat duurder, maar isoleert beter (Ug = 1,9). De Ug waarde geeft de isolatiewaarde van glas weer, hoe kleiner hoe beter.

Waar dubbel glas niet in het bestaande houtwerk past kan een achterzet-raam geplaatst worden (Ug = 2,8). Hiervoor zijn veel mogelijkheden in de afwerking aan de randen. Informeer hierover goed. Zeer goede isolerende werking wordt verkregen door achterzetglas te laten uitvoe-ren in dubbel glas, b.v. HR++. Dan heeft het totaal de isolerende werking van triple glas. (Ug = 0,7).

Overige ramen. Waar nodig raamhout vervangen en in overleg met Monumentenzorg waar mogelijk plaatsen van HR++ glas. Dat betekent, dat de spouw in het glas minimaal 13 mm moet zijn, anders mag het geen HR++ genoemd worden. Hoe breder de spouw, hoe beter isole-rend. Spouw laten vullen met Argongas, geeft extra isolatie tegen geringe meerprijs.(Ug = 1,1)

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

De ramen van de voorgevel hebben monumentale waarde en kunnen niet vernieuwd worden.

(zie hierna bouwkundige details)

POLSTRAAT 34

POSITIE DETAILS

POLSTRAAT 34

TEKENINGEN 1

H1 Begane grond doorsnede over kozijnen met binnenluiken.
H2 Doorsnede over kozijnen, hier zijn geen binnnenluiken.
H3 Doorsnede gevel van de zolder, waar nu alleen een luik en geen raam zit.
V1 Verticale doorsnede over de gevel van de begane grond en kelder
V2 Verticale doorsnede over de gevel van de begane grond en kelder

POLSTRAAT 34

TEKENINGEN 2

DAK NIEUW
isolatie tussen sporen

NIEUW
1- Leemstuc 10mm
2- Homatherm HPD 40mm
BESTAAND
4- Sporen (sparren)
5- Beschot OSB 18mm
6- Isolatie Kooltherm 70mm
7- Ventilatie 30mm
8- Ceramische pannen op latten

Dit detail zonder damprem
niet toepassen in vochtige ruimten!

Horizontale doorsnede door het dak
Damprem is niet mogelijk en niet nodig
Het dauwpunt ligt buiten de isolatie.

DAK NIEUW
isolatie tussen sporen
1-Leemstuck 10mm
2-Homathrem 40mm
tussen de sporen
Bestaand
4-sporen hoh 600mm
5-beschot OSB 18mm
6-isolatie Kooltherm 70mm
7-ventilatie laag 30mm
8-pannen op latten
Rc=5, 1 m2K/W

GEVEL NIEUW
1-leemstuc 30mm
2-Homatherm HPD 40mm
3-damprem proclima lintello
4-Homatherm Holzflex 200mm
5-Homatherm HDP 20mm
6-baksteen bestaand
Rc=6, 99 m2K/W

V-dwars doorsnede dak
Alternatief Dak isolatie
met sporen in het zicht

Fase verschuiving warmte: ca 9 uur

POLSTRAAT 34

TEKENINGEN 3 (N1G)

Details voor het bestaande raam.
0 - Met bestaand enkel glas.
1= - Met nieuw isolerend glas met spouw, dik 6 mm.
2 - Met nieuwe dubbele beglazing, dik 9 mm.
3 - met enkel glas met achterzet Beglazing

Alle varianten zijn in het bestaande raam mogelijk en zien er uit alsof het glas-in-stop-verf.

POLSTRAAT 34

TEKENINGEN 4 (N12)

Nieuwe details van de gevel voorzien van isolatie, de rode lijn is de damprem.
Hier is gekozen voor een isolerende voorzetwand + aan de binnenzijde van de damp remmende laag (rode lijn) een installatie spouw. De kans dat de damp remmende laag wordt geperforeerd tijdens het installatiewerk, worden hierdoor voorkomen.

POLSTRAAT 34

TEKENINGEN 5 (12A)

Nieuwe details van de geïsoleerde voorgevel, een variant. In deze variant is er voor gekozen om een nieuw kozijn met HR++ glas in de isolatie op te nemen, in plaats van isolerende beglazing in het bestaande kozijn.

POLSTRAAT 34

TEKENINGEN 6 (N13)

Details met isolatie van de eerste- en zolderverdieping.

- Detail V3 en H3 geven een oplossing met isolerend glas op zolder waar nu alleen een luik zit.
- De details van het nieuwe kozijn zijn zo gemaakt dat het nieuwe kozijn van buiten gezien weg valt achter het gevelmetselwerk.

POLSTRAAT 34

INSTALLATIE

VENTILATIE EN ZOMERNACHTVENTILATIE

Het pand kan prima geventileerd worden met het openzetten van ramen, deels schuiframen, deels draai- of kiepramen. Daarnaast moeten de “natte ruimtes” voorzien worden van een mechanische ventilatie die bijvoorbeeld aangesloten wordt op de verlichting, met een instelbare nadraaitijd. De mogelijkheid van zomernachtventilatie kan hier worden geïntroduceerd.

VERWARMING

Gekozen wordt voor vloer- of wandverwarming. In de woonkamer komt een houten vloer en worden de wanden met leem gestuct. Hier kan prima wandverwarming in worden aangebracht. In de keuken komt vloerverwarming onder de tegels.
Op de eerste verdieping kan prima met wandverwarming worden gewerkt. Alleen de buitengevels verliezen warmte, deze moeten van wandverwarming worden voorzien. Omdat het geveloppervlak hier gering is, is dit waarschijnlijk onvoldoende oppervlak om ook de ventilatieverliezen te compenseren. Daarvoor kan dan ook een deel van de zijwanden van verwarming worden voorzien of kan plaatsing van een LTV radiator overwogen worden. Wellicht is het mogelijk om de vloer boven de gang van vloerverwarming te voorzien (droogbouwvloer), zodat de badkamer/was/droogruimte en de behandelruimte een warme vloer hebben. Dan is wandverwarming niet meer nodig in deze vertrekken.
Op de tweede verdieping kan met wandverwarming gewerkt worden in de nog op te trekken zijwanden (12 m2) en de voor- en achtergevel. Tevens kan in de badkamer vloerverwarming gelegd worden.

WARMTEBRON

Omdat de stadsverwarming al binnen ligt is het logisch om daarvan gebruik te maken. Op de stadsverwarming kan waarschijnlijk een afleverset (AGH) geplaatst worden, die ook voor warm tapwater kan zorgen. Overleg met de leverancier van warmte (Ennatuurlijk) is hiervoor nodig.

ENERGIELABEL

Als bovenstaande maatregelen worden uitgevoerd haalt deze woning energielabel A.

BERGSTRAAT 48

BESTAANDE SITUATIE

Het huis is rijksmonument, deels uit de zestiende eeuw en maakt deel uit van een aaneengesloten huizenrij in de Bergstraat. Het gebouw is opvallend diep. In de jaren zeventig door de N.V. Bergkwartier gerestaureerd. De kap en de vloeren zijn daarbij nieuw gemaakt. Het is daarmee een typisch voorbeeld voor de restauratiewijze van die jaren: de zeer ver gaande (de zogeheten harde) restauratiemethode, die tot in die tijd gebruikelijk was. In dit geval kan deze reconstructie onvermijdelijk zijn geweest, omdat de toestand van vele panden in het Bergkwartier na lange verwaarlozing zó slecht was, dat men bijvoorbeeld een kap in zijn geheel moest vervangen.

De begane grond is als bedrijf in gebruik. De woning bevindt zich grotendeels op de eerste en tweede verdieping met een achteringang aan Kerksteeg 3 met een kleine grondgebonden hal en wenteltrap. Huidige energielabel E.

INDELING - begane grond hal met vloer op zand en trapopgang. Eerste verdieping eetkamer, badkamer, overloop, gang, keuken en woonkamer. Tweede verdieping zijgevels, ca. 70 cm, verder schuin pannendak (65 graden), slaapkamers.

VERWARMING - gasketel, CV radiatoren. Ventilatie: mechanische afzuiging. Vloer tweede verdieping (huidige vliering) is geïsoleerd met 35 mm PUR.

EXTERIEUR - De voorgevel is gestuuct, op de begane grond is de gevel - verbouwd in de jaren 20 of 30 - gereconstrueerd naar een mogelijke oude situatie. De niet gestuucte zijgevels en de achtergevel - die een topgevel heeft - maken een authentieke indruk met hun oude en nieuwe bouwsporen, bijvoorbeeld die van de gereconstrueerde ramen. De ramen in voor- , achtergevel en zijgevels hebben monumentale waarde vanwege hun vormgeving. Vaak zijn ramen in een monument niet ouder dan de laatste grote restauratie, dat is hier ook het geval. Dat wil niet zeggen, dat de technisch goede ramen zonder meer kunnen worden vervangen: het vervangen van ramen is alleen in overleg met monumentenzorg mogelijk.

INTERIEUR - De muren vormen een belangrijk, want het meest authentieke onderdeel van dit monument. Men zou ook hier nog bij de ontpleistering van het interieur in de muren niet eerder vastgelegde bouwsporen kunnen vinden: die van balkgaten, kaarsnissen en verdwenen trappen en schouwen

KELDER, BEGANE GROND EN INSTEEKVERDIEPING - De eerste en tweede verdieping, heeft een achteringang aan de Kerksteeg en is toegankelijk via een kleine hal op de begane grond met een spiltrap. De begane grond (met kelder en insteekverdieping) is in gebruik als bedrijfsruimte. Dit gedeelte van het monument valt niet onder de pilot.

VERDIEPING - De eerste verdieping van het

pand is bij de restauratie in de jaren zeventig nieuw ingedeeld, mede in relatie tot de nieuwe toegang via een zijingang en een nieuw trappenhuis. Het interieur is zeer sober: de muren zijn ook echt de - niet geïsoleerde - buitenmuren zonder spouw. De balkenplafonds zijn door hun geringe ouderdom nog compleet en regelmatig. Alle vensters van de verdieping zijn vernieuwd. In de zijgevels bevinden zich direct (zonder kozijnhout) in de muur gezette glas-in-loodramen.

Het cultuurhistorisch belang van dit interieur schuilt voornamelijk in de wijze van restaureren die men toen hanteerde voor het herstellen van historische panden. Bij reconstructie ging men uit van het beeld, dat men als historisch verantwoord en authentiek opvatte: reconstrueren is het zoveel mogelijk terugbrengen naar de veronderstelde, oorspronkelijke situatie bij de bouw van het pand. Dat levert ook nu nog een aantrekkelijk beeld op, zowel binnen als buiten, maar die vernieuwde onderdelen bezitten een geringe cultuurhistoriche waarde. Tegenwoordig vinden we een terugkeer naar een veronderstelde, deels onbekende situatie, meestal niet meer acceptabel.

ZOLDER De kap vertoont hetzelfde beeld als dat van de balklagen in het huis: een fraaie, maar niet oude eenheid.

DOOR EIGENAAR GEWENSTE SITUATIE.

Isoleren van gevels en dak, bestaand glas en schuiframen/raamindeling handhaven, aanbrengen van isolerend glas. Bij voorkeur geen HR glas i.v.m. spiegeleffect. Spiltrap doorzetten naar de zolder (tweede verdieping), daar komen twee slaapkamers en het deel van de zolder aan de straatzijde wordt onverwarmde bergruimte. Situatie eigenaar/huurder: dus kunnen de isolatiemaatregelen worden omgezet in hogere huur vanwege de daardoor lagere energielasten.

ADVIES ALGEMEEN

Voor alles is het belangrijk om het warmteverlies in de winter en de warmteopname in de zomer zoveel mogelijk te beperken. Dat geeft wooncomfort en verlaagt het energiegebruik en de energiekosten. Dat betekent: zo goed mogelijk isoleren aan de buitenschil en in de zomer de zoninstraling via het dak en het glas beperken.

(zie hierna het advies per bouwdeel)

BERGSTRAAT 48

DAK

Thermische isolatie

Rc = 4,96 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>6,0 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 8,3

Faseverschuiving: 10,2 h

Warmtecapaciteit binnen: 26 kJ/m²K

Ongeveer tweederde van de bovenverdieping gaat men gebruiken als woonruimte, een derde wordt opslagruimte die niet verwarmd hoeft te worden. Voor daglicht op zolder worden minimaal 4 dakramen geplaatst tussen de bestaande sporen, ca. 50 cm breed. In verband met het tegengaan van zomerhitte kunnen deze dakramen het beste in het oostelijke dakvlak geplaatst worden. Omdat het dak een zeer groot deel van de buitenzijde van deze verdieping beslaat, vraagt de ruimte in de huidige situatie veel verwarming en is isolatie noodzakelijk. Daarnaast warmt de zon in de zomer deze ruimte te veel op. Omdat het comfort in de zomer belangrijk is, adviseren wij de opwarming door de zon te vertragen: bij de optimale isolatie houdt een goede isolatie de zonnewarmte meer dan 12 uur tegen, waarna het dak-/ isolatiepakket in de nacht weer kan afkoelen. Dit isolatiepakket heeft een hoge warmtecapaciteit, isoleert dus goed en kan veel warmte opslaan. Gangbare isolatiematerialen halen nog niet de helft van de warmtecapaciteit van vlaswol- en houtvezeldeken (zoals Gutex en Homatherm), dus deze materialen bevelen wij aan.

ADVIES - Het pannendak ter plaatse van de slaapkamers isoleren met 22 cm. houtvezeldeken tussen de sporen, de sporen moeten we dan opdikken tot 22 cm. Het isolatiemateriaal direct tegen het dakbeschot zetten, afwerken tegen het uittreden van huisvocht met Intello dampremfolie en gipsplaten aanbrengen als afwerking. Dit pakket van materialen kan altijd weer droog worden, naar binnen en naar buiten. Het dakbeschot kan, wanneer het vochtig wordt, van onder de pannen naar buiten toe opdrogen. De isolatiewaarde (Rc) is 4,8. De opwarmtijd van buitenaf (faseverschuiving) is 10 uur. NV Bergkwartier heeft aangegeven met 9 cm vlaswoldeken te gaan isoleren tussen de bestaande sporen, om deze in het zicht te houden. Dit leidt tot een isolatiewaarde Rc = 2,2 en zal in de zomer sneller opwarmen.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

Het opdikken van de sporen is mogelijk, omdat de sporen niet uit de middeleeuwen stammen, maar van de restauratie uit de jaren zeventig en omdat men er - in dit geval - niet aan hecht om het zicht op de sporen te behouden.

(Zie hierna specialistische gegevens over het isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming)

BERGSTRAAT 48

DAK

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Omgevingslucht: -5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 19,0°C / -4,8°C

sd-waarde: 10,3 m

Dikte: 38,1 cm

Gewicht: 85 kg/m²

Warmtecapaciteit: 55 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,038 W/mK.

BERGSTRAAT 48

DAK - TEMPERATUURVERLOOP

RECHTS Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	γ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,100	19,0	20,0	
1	Gipskartonplaat	0,95 cm	0,250	0,038	19,6	19,6	6,5
2	pro clima INTELLO®	0,025 cm	0,170	0,001	19,4	19,4	0,1
3	Gutex Thermoflex ab 2017 (Keymark zertifiziert)	22,0 cm	0,038	5,789	19,4	19,4	10,0
	Vuren (9,4%)	22,0 cm	0,130	1,692	18,8	18,8	9,3
4	Vuren	1,8 cm	0,130	0,138	-3,1	-3,1	8,1
	Warmteovergangsweerstand*			0,100	-4,6	-4,6	
5	Sterk geventileerde luchtlage	3,0 cm			-5,0	-5,0	0,0
6	Dzkpannen inclusief tengels&panlatten	10,3 cm			-5,0	-5,0	51,5
	Gehele constructie	38,075 cm		3,329			85,4

*Veronderstelling: Vrije luchtcirculatie aan de binnenzijde van de constructie.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	19,0°C	19,5°C	19,6°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,8°C	-4,8°C	-4,6°C

ONDER Schaaltekening van de constructie.

BERGSTRAAT 48

DAK - VOCHTBESCHERMING

Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	Gipskartonplaat	0,95 cm	0,04	-		6,5
2	pro clima INTELLO®	0,025 cm	8,92	-		0,1
3	Gutex Thermoflex ab 2017 (Keymark zertifiziert)	22,0 cm	0,22	-		10,0
	Vuren (9,4%)	22,0 cm	4,40	-	-	9,3
4	Vuren	1,8 cm	0,90	-	-	8,1
5	Sterk geventileerde luchtlage	3,0 cm				
6	Dzkpannen inclusief tengels&panlatten	10,3 cm				
	Gehele constructie	38,075 cm	10,32			85,4

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 19,0°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 53%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component.

BERGSTRAAT 48

DAK - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Blauwe lijnen van boven naar beneden, blauwe lijnen: om 15,11 en 7 uur en rode lijnen om 19,23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Faseverschuiving	10,2 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	1:30
Amplitude demping	8,3	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	19,0°C
TAV	0,121	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	2,3°C

BERGSTRAAT 48

MUUR

Thermische isolatie

Rc = 3,88 m²K/W

Bouwbesluit 2015*: Rc>4,5 m²K/W

Vochtbescherming

Geen condensatiewater

Hittebescherming

Temperatuur amplitude demping: 24

Faseverschuiving: 13,7 h

Warmtecapaciteit binnen: 40 kJ/m²K

Dit pand heeft bakstenen muren met een dikte van zeker 30 cm., zonder spouw, muren die voor een groot deel buitengevel zijn. Deze muren geven de koude van buiten direct door naar binnen. Het aan te brengen isolatiepakket aan de binnenzijde van deze muren bestaat uit een voorzetwand met isolatie, afgewerkt met plaatmateriaal.

ADVIES - Alle gevels van de eerste en de tweede verdieping met een voorzetwand te isoleren, zowel de gevels die grenzen aan de buitenlucht als die deels grenzen aan de buren, met 10 cm PIR of Kooltherm hardschuimplaat tussen houten staanders, en die dan afwerken met een dampdichte folie met gips of gipsvezelplaat. Tussen de staanders en de muur platen van 2 cm. dik polystyreen of iets soortgelijks aanbrengen, om er voor te zorgen, dat de kou niet via de staanders binnenkomt (de staanders vormen anders een zogeheten koudebrug). Bij de ramen in de voorzetwand een kozijn plaatsen, hierin kan een raam met dubbelglas geplaatst worden. Dit raam kan men voor het schoonmaken openen.

Een ander optie is isoleren met biologische materialen, die dampopen worden aangebracht met een intelligente folie aan de binnenzijde (Intello), zodat de isolatie vocht kan opnemen en weer kan afstaan. Dit bevordert een gelijkmatig vochtgehalte in de woning en geeft minder kans op vochtophoping in de balkkoppen van de verdiepingsvloeren. NV Bergkwartier heeft aangegeven de gevels niet te gaan isoleren, omdat dit ruimteverlies oplevert en een andere kamer indeling nodig maakt. Tevens is het een kostbare ingreep, die de strijkbalk en de balkkoppen inpakt, met risico op vocht in de balken.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

Met de voorgestelde maatregelen verandert het exterieur van het pand niet. Het interieur verandert dan wel. De muren verdwijnen achter de voorzetwanden. Zoals hierboven al is aangegeven, volgt de eigenaar op dit punt het advies niet.

(zie hierna specialistische gegevens over Isolatie-effect, Temperatuurverloop, Vochtbescherming en Hittebescherming)

1. gipsvezelplaat (12 mm)
2. damprem sd= 5
3. Kooltherm® K15 Fassaden-Dämmplatte (100 mm)
4. Hartschaum, XPS 040 (20 mm)
5. baksteen oud metselwerk steensmuur (200 mm)

BERGSTRAAT 48

MUUR

Kamerlucht: 20,0°C / 50%

Omgevingslucht: -5,0°C / 80%

Oppervlaktetemperatuur.: 18,4°C / -4,8°C

sd-waarde: 47,3 m

Dikte: 33,2 cm

Gewicht: 344 kg/m²

Warmtecapaciteit: 351 kJ/m²K

ISOLATIE-EFFECT VAN AFZONDERLIJKE LAGEN EN VERGELIJKING MET REFERENTIEWAARDEN

De thermische weerstand van de afzonderlijke lagen is omgebouwd tot millimeters isolatiemateriaal. De weegschaal heeft betrekking op isolatiemateriaal van warmtegeleidingsvermogen 0,021 W/mK.

BERGSTRAAT 48

MUUR - TEMPERATUURVERLOOP

RECHTS Verloop van temperatuur en dauwpunt op het gemarkeerde punt in de afbeelding rechts. Het dauwpunt is de temperatuur waarbij waterdamp condenseert en condenswater wordt gevormd. Zolang de temperatuur van de constructie op elk punt boven de dauwpunt temperatuur ligt, wordt er geen condenswater geproduceerd. Als de twee curves elkaar raken, wordt er op de raakpunten condenswater geproduceerd.

LAGEN (van binnen naar buiten)

	Materiaal	Dikte	γ	R	Temperatur °C		Gewicht
		cm	W/mK	m²K/W	min	max	kg/m²
	Warmteovergangsweerstand*			0,130	18,4	20,0	
1	gipsvezelplaat	1,2 cm	0,350	0,034	17,9	19,4	13,8
2	damprem sd= 5	0,05 cm	0,220	0,002	17,8	19,3	0,1
3	Kooltherm® K15 Fassaden-Dämmplatte	10,0 cm	0,021	4,762	-1,0	19,3	3,0
	Vuren (14%)	10,0 cm	0,130	0,769	3,7	18,2	6,4
4	Hartschaum, XPS 040	2,0 cm	0,040	0,500	-3,1	3,9	0,7
5	baksteen oud metselwerk steensmuur	20,0 cm	0,680	0,294	-4,8	-2,6	320,0
	Warmteovergangsweerstand*			0,040	-5,0	-4,7	
	Gehele constructie	30,525 cm		4,050			344,1

*Veronderstelling: Vrije luchtcirculatie aan de binnenzijde van de constructie.

Oppervlaktetemperatuur binnen (min. / medium / max.)	18,4°C	19,2°C	19,4°C
Oppervlaktetemperatuur buiten (min. / medium / max.)	-4,8°C	-4,8°C	-4,7°C

ONDER Schaaltekening van de constructie.

BERGSTRAAT 48

MUUR - VOCHTBESCHERMING

Onder de veronderstelde omstandigheden zal zich geen condensatie vormen.

	Materiaal	Dikte	sd-waarde	Condenswater		Gewicht
		cm	m	kg/m²	Gew.-%	kg/m²
1	gipsvezelplaat	1,2 cm	0,05	-		13,8
2	damprem sd= 5	0,05 cm	5,00	-		0,1
3	Kooltherm® K15 Fassaden-Dämmplatte	10,0 cm	143,00	-		3,0
	Vuren (14%)	10,0 cm	2,00	-		6,4
4	Hartschaum, XPS 040	2,0 cm	1,60	-	-	0,7
5	baksteen oud metselwerk steensmuur	20,0 cm	2,00	-		320,0
	Gehele constructie	30,525 cm	47,28			344,1

LUCHTVOCHTIGHEID

De oppervlaktetemperatuur van de binnenwand is 18,4°C, wat resulteert in een relatieve luchtvochtigheid op het oppervlak van 55%. Onder deze omstandigheden is schimmelgroei niet te verwachten. Het volgende diagram toont de relatieve luchtvochtigheid binnen de component. Voor de berekening van de diffusiestromen werd een tweedimensionale eindige-elementenmethode gebruikt.

BERGSTRAAT 48

MUUR - HITTEBESCHERMING

Voor de analyse van de zomerwarmtebescherming werden de temperatuurveranderingen binnen het constructie gesimuleerd tijdens een warme zomerdag.

BOVEN Temperatuurprofiel binnen het component op verschillende tijdstippen. Bruine lijnen van boven naar beneden, bruine lijnen: om 15, 11 en 7 uur en rode lijnen om 19, 23 en 3 uur's ochtends.

ONDER Temperatuur aan de buitenkant (rood) en binnenzijde (blauw) oppervlak gedurende een dag. De zwarte pijlen geven de positie van de maximale temperatuurwaarden aan. De maximale binnentemperatuur dient zo mogelijk in de tweede helft van de nacht te worden bereikt.

Bovenstaande berekeningen werden gemaakt voor een 1-dimensionale dwarsdoorsnede van de component.

Faseverschuiving	13,7 h	Maximale binnentemperatuur: tijd:	5:15
Amplitude demping	23,6	Temperatuurschommeling op het buitenoppervlak:	15,5°C
TAV	0,042	Temperatuurschommeling aan de binnenzijde van oppervlak:	0,7°C

BERGSTRAAT 48

VLOER

ADVIES - Alleen de vloer in de hal (10 m2) grenst aan buiten/grond en is niet geïsoleerd. Zo laten en de hal matig verwarmen, met een radiator met thermostaatkraan, zodat de hal vorstvrij blijft. Overige vloeren grenzen aan verwarmde ruimtes, isoleren is dan niet nuttig.

In de opslagruimte de vloer isoleren. Dit kan door in de huidige vloer een paar planken los te maken, de bestaande isolatie van 3,5 cm te verwijderen en de hele ruimte tussen de vloerbalken - tussen vloer en plafond - met 12 cm. PUR met damprem (polyurethaan) op te vullen. Hiermee isoleert men dus ook het plafond van de woonkamer en de keuken tot een isolatiewaarde (Rc) van 3,8. Ook de nieuwe wand tussen deze opslagruimte en de slaapkamer op zolder kan men op deze wijze te isoleren.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

geen.

BERGSTRAAT 48

GLAS

ADVIES - Vrijwel al het glas zit in dun raamhout en de ruiten zijn klein, dit glas vervangen is kostbaar. Het is beter om aan de binnenzijde, in de nieuwe voorzet-isolatiewand, een nieuw raam te plaatsen en dit te voorzien van dubbel glas, met argon-vulling, de isolatiewaarde van het glas (Ug) is 2,0. De koudebrug van het muurwerk bij de vensters vangt men hiermee ook op. Dit kan bij alle ramen, waardoor de buitenzijde van het monument origineel blijft. Deze binnenramen kan men voor het schoonmaken openen.

NV Bergkwartier heeft aangegeven voorzetramen van Grona toe te passen, dit is extra dik veiligheidsglas dat tevens geluidsisolatie oplevert. Door uitvoering van het voorzetraam als draairaam kan er tussen de ramen gereinigd worden en is ventilatie mogelijk.

GEVOLGEN VOOR DE MONUMENTALE WAARDEN

Bij alle ramen blijft de buitenzijde origineel. Het beeld van het exterieur wordt daarom niet aangetast.

(zie hierna bouwkundige details)

BERGSTRAAT 48

POSITIE DETAILS

BERGSTRAAT 48

TEKENINGEN 1

Bestaande woonkamer met schuifraam details, niet geïsoleerd

Schuifraam

BERGSTRAAT 48

TEKENINGEN 2 (B52)

Bestaande gevel met stenen kozijnen van draairamen met enkelglas en glas in lood

klein draairaam
in stenen kruis kozijn

H

BERGSTRAAT 48

TEKENINGEN 3 (B53)

Bestaande pak, niet geïsoleerd

BERGSTRAAT 48

TEKENINGEN 4 (N51)

- Nieuwe details van de schuifraamkozijnen en voorgevel met isolatie.
- Aan de binnenzijde van het schuiframe is draaibaar achterzetglas met kierdichting zonder kozijn gemaakt.
- de rode lijn is de damprem.

Schuifraam
Bergkerkplein

BERGSTRAAT 48

TEKENINGEN 5 (N53)

- Nieuwe details kozijnen met draairaam met enkelglas en glas in lood.
- Aan de binnenzijde van het stenen kozijn is draaibaar achterzetglas met kierdichting, zonder kozijn

H

klein draairaam
in stenen kruis kozijn

BERGSTRAAT 48

TEKENINGEN 6 (N53)

- De details van de aan de binnenzijde geïsoleerde kap.
- In de kap is er veel ruimte.
- Er kan gekozen worden voor een optimale isolatie.

BERGSTRAAT 48

INSTALLATIE

VENTILATIE

Momenteel heeft het pand mechanische ventilatie voor de keuken, de badkamer en het toilet en tegelijk natuurlijke toevoer via open te zetten ramen. Dat is verre van ideaal en energetisch de slechtste oplossing. Het pand is zeer geschikt voor mechanische balansventilatie met warmteterugwinning (WtW). Dit systeem kan geplaatst worden in een kast bij de nieuw te maken overloop/hal op de tweede verdieping, gecombineerd met de cv-gasketel, die daarvoor verhangen moet worden.
De leidingen van de ventilatie kunnen aan beide zijden over de zolder achter de draagbalken lopen, aan de ene zijde de luchtaanvoer, aan de tegenoverliggende gevel de luchtafvoer. Per ruimte op de eerste verdieping kan dan een aan- en afvoerventiel gemaakt worden. Douche, toilet en gang kunnen volstaan met een afvoerventiel, als de lucht vanuit de aanliggende ruimtes aangevoerd kan worden. Om dit goed in balans te krijgen is een ventilatieberekening nodig, te maken door uw installateur.

NV Bergkwartier heeft aangegeven voor natuurlijke ventilatie te gaan en de mechanische ventilatie aan te sluiten voor badkamer en toilet.

VERWARMING

Verwarming met de bestaande cv-ketel en radiatoren. De ketel kan het beste verplaatst worden naar de nieuwe overloop op zolder, samen met de WtW-unit. Omdat goed te isoleren, moet het verwarmend oppervlak van radiatoren opnieuw berekend worden. Vanwege de nieuwe voorzetwanden moeten alle huidige radiatoren van hun plek af en zal men de loop van de leidingen moeten aanpassen. De leidingen kan men dan tevens wegwerken in de nieuwe isolatiewand. Voor zover mogelijk de leidingen niet over de onverwarmde bergzolder laten lopen. Voor een 'regendouche' een extra dikke aanvoerleiding naar de douche aanleggen.

ZONNEPANELEN

Het steile dak is minder geschikt voor zonnepanelen, bovendien zal dit uit oogpunt van welstand en monumentenzorg niet toegestaan worden.

ZONNEBOILER

Op het schuine dak zou, buiten het zicht van de straat, een zonneboiler geplaatst kunnen worden. Met een oppervlak van ca. 3 m² en een opslagvat van 100 liter bespaart u ca. 150 m3 gas/jaar. Investering ca. euro 3000, besparing ca. euro 100/jr. Voor een zonneboiler is er momenteel subsidie. NV Bergkwartier heeft aangegeven geen zonneboiler te plaatsen.

Het nieuwe energielabel wordt bij uitvoering van alle isolatiemaatrege-

len en plaatsing van WtW- ventilatie, label A. Bij uitvoering conform de plannen van NV Bergkwartier komt de woning uit op label C.

De NV Bergkwartier doet als verhuurder op een aantal punten een andere keuze dan is geadviseerd. Die andere keuze is enerzijds gebaseerd op het in stand houden van historische aspecten (sporen en strijkbalk in zicht), voorzichtigheid bij inpakken van vochtgevoelige bouwdelen (gevel niet isoleren wegens balkkoppen) en anderzijds op financiële overwegingen.

LEGENDA

MATERIALEN SCHAAL 1:10

- Baksteen
- Isolatie I
- Isolatie II
- vurenhout
- loofhout
- Multiplex
- Gipsplaat
- ceramiek
- Cement
- Gewapend beton
- Maaiveld

MATERIALEN SCHAAL 1:2

- kit
- HR++ glas
- Gelaagd glas
- enkelglas
- damprem