

Energiebesparing bij utiliteitsgebouwen door hoogwaardige isolatie van leidingen

Hoeveel energie en kosten kan de Nederlandse utiliteit besparen wanneer standaarden uit andere landen worden toegepast?

Notitie

Delft, november 2014

Opgesteld door:

A. (Ab) de Buck

B.L. (Benno) Schepers

M. (Marit) van Lieshout



Colofon

Bibliotheekgegevens rapport:

CE Delft

Energiebesparing bij utiliteitsgebouwen door hoogwaardige isolatie van leidingen
Hoeveel energie en kosten kan de Nederlandse utiliteit besparen wanneer standaarden uit
andere landen worden toegepast?

A. (Ab) de Buck, B.L. (Benno) Schepers, M. (Marit) van Lieshout
Delft, CE Delft, november 2014

Energiebesparing / Utiliteit / Isolatie / Leidingen / Warmte / Koelen / Normen

Publicatienummer: 14.3C33.58

Opdrachtgever: Kingspan Tarec.

Alle openbare CE-publicaties zijn verkrijgbaar via www.ce.nl

Meer informatie over de studie is te verkrijgen bij de projectleider Ab de Buck.

© copyright, CE Delft, Delft

CE Delft

Committed to the Environment

CE Delft draagt met onafhankelijk onderzoek en advies bij aan een duurzame samenleving. Wij zijn toonaangevend op het gebied van energie, transport en grondstoffen. Met onze kennis van techniek, beleid en economie helpen we overheden, NGO's en bedrijven structurele veranderingen te realiseren. Al 35 jaar werken betrokken en kundige medewerkers bij CE Delft om dit waar te maken.



Samenvatting

In de utiliteitssector ligt een aanzienlijk besparingspotentieel voor energie. Een nog onderbelicht aspect is daarbij het hoogwaardig isoleren van de verwarmde of gekoelde leidingen in utiliteitsgebouwen. Er zijn technische mogelijkheden beschikbaar om deze leidingen hoogwaardig te isoleren, maar deze worden in Nederland vaak nog niet toegepast. Op dit vlak kent Nederland ook minder regelgeving dan in omliggende landen het geval is.

In deze notitie brengen we in kaart wat de situatie is ten aanzien van leidingisolatie in Nederland, en vergelijken die met de situatie in een ander land. Hiervoor is Frankrijk gekozen. We berekenen hoeveel energie in Nederland bespaard zou kunnen worden als leidingen geïsoleerd zouden worden overeenkomstig de in Frankrijk geldende standaarden. De notitie is opgesteld voor Kingspan Tarec, producent van hoogwaardige isolatiesystemen.

Regelgeving

In Europees verband zijn criteria voor isolatie van leidingen opgenomen in de EN 12828, de norm voor verwarmingssystemen in gebouwen. Deze norm geeft zes kwaliteitsniveaus, van laag naar hoog. In de Nederlandse overheidsregelgeving zijn voor isolatie van leidingen hoegenaamd geen normen opgenomen. Het enige is dat in de EPG-berekening (Energieprestatie van Gebouwen) geïsoleerde leidingen een hogere rendementsfactor krijgen, maar het maakt daarbij niet uit wat de kwaliteit van de isolatie is. Een verwijzing naar de NEN EN 12828 ontbreekt.

In omliggende landen is leidingisolatie wel in regelgeving verankerd. Een voorbeeld is Frankrijk. Hier geeft de 'Réglementation Thermique' het kader voor isolatie van gebouwen, waaronder het isoleren van leidingen. In het verlengde hiervan hebben marktpartijen een aanbeveling opgesteld. Deze geeft transparantie aan de markt, en wordt naar de ervaring van Kingspan Tarec nu standaard toegepast. Het kernpunt is dat verwarmde leidingen moeten voldoen aan Niveau 3 van de EN 12828, gekoelde leidingen aan Niveau 4.

Uitvoeringspraktijk

Uit informatie van twee geconsulteerde bouwkundig adviesbureaus, die bestekken schrijven voor de utiliteit, blijkt dat leidingen in Nederland doorgaans beperkt worden geïsoleerd: verwarmde leidingen met steenwol, en gekoelde leidingen met elastomeer materiaal, in beide gevallen met een relatief dunne laag isolatie. De uitvoeringspraktijk komt doorgaans neer op Niveau 1 uit de norm EN 12828, het laagste niveau.

Cases

In twee cases is onderzocht hoeveel energie bespaard kan worden met hoogwaardiger leidingisolatie. De eerste case is een nieuw te bouwen ziekenhuis, de tweede een recent gerealiseerde basisschool. Uit de cases volgt dat er substantiële besparingen op energiegebruik kunnen worden gerealiseerd bij toepassing van hoogwaardiger leidingisolatie. Op de energieverliezen van gekoelde leidingen kan 50% worden bespaard, en 16% voor de verwarmde leidingen. In werkelijkheid liggen de waarden waarschijnlijk nog hoger, omdat in de berekening enkele conservatieve aannames zijn gehanteerd. Zo zijn besparingen bij warm tapwaterleidingen niet meegenomen.

De besparingen zijn evenredig met de gebruikstijd van gebouwen, besparingen treden vooral op als een gebouw volcontinue wordt gebruikt, zoals in de zorgsector.



Terugverdiertijden

Hoogwaardige isolatie van leidingen kan tevens een goedkope maatregel zijn. In de case van het ziekenhuis ligt de berekende terugverdiertijd op ca. 3,3 jaar. De korte terugverdiertijd hangt er mee samen dat de kosten voor het aanbrengen van hoogwaardige isolatie relatief beperkt zijn: globaal bestaat 2/3 van de kosten voor leidingisolatie uit arbeid en 1/3 uit het gebruikte materiaal. Hogere materiaalkosten voor betere isolatie leiden daarom slechts tot een beperkte verhoging van de totale kosten. Aan de andere kant zijn er substantiële besparingen op het energiegebruik te realiseren. Een en ander leidt voor de eindgebruiker, over de levensduur van het gebouw, tot een substantiële besparing van de kosten.

Besparingspotentieel

Resultaten van de twee cases zijn geëxtrapoleerd naar de hele utiliteitssector in Nederland. Dit is gebeurd op basis van ramingen van oppervlaktes nieuw op te leveren utiliteitsgebouwen in de periode tot 2020. Hieruit volgt dat door betere isolatie van leidingen, conform de Franse regelgeving, in de utiliteit jaarlijks een substantiële besparing op het energiegebruik gerealiseerd kan worden, 61 TJeind, of 91 PJprimair. Dit correspondeert met de CO₂-emissie van ca. 4.000 nieuwbouwwoningen.

Tabel 1 Prognoses nationale besparingen energiegebruik en reducties in CO₂-emissies bij toepassing hoogwaardige leidingisolatie in de utiliteit. Referentie is de huidige Franse regelgeving

	Jaarlijkse nieuw- bouw (miljoen m ²)	Besparing (MJ/m ² / jaar)	Finaal energie- gebruik (TJ/jaar)	Primair energie- gebruik (TJ/jaar)	Reductie CO ₂ - emissies (kton/jaar)
Warmte					
<i>Zorginstellingen</i>	2,10	13,2	27,8	30,9	1,62
<i>Onderwijs- instellingen</i>	0,40	20,3	8,1	9,0	0,47
<i>Groot- en detailhandel</i>	0,11	20,3	2,3	2,5	0,13
<i>Kantoor</i>	0,20	20,3	4,1	4,5	0,24
Koude					
<i>Zorginstellingen</i>	2,10	30,3	15,9	37,8	2,52
<i>Onderwijs- instellingen</i>	0,40	14,8	1,5	3,5	0,24
<i>Groot- en detailhandel</i>	0,11	14,8	0,4	1,0	0,07
<i>Kantoor</i>	0,20	14,8	0,7	1,8	0,12
Totaal			60,8	91,0	5,40

Aanbevelingen

Het verdient aanbeveling om in de Nederlandse regelgeving een normering op te nemen die borgt dat een hoge kwaliteit van leidingisolatie wordt toegepast, analoog aan de situatie in Frankrijk. Daarbij ligt het voor de hand om te sluiten bij de NEN EN 12828. Daarnaast verdient het aanbeveling om met spelers in de markt (opdrachtgevers, bouwkundig adviesbureaus, bouw- en installatie-bedrijven, gemeenten), een actief communicatietraject te starten over mogelijkheden tot hoogwaardige isolatie van leidingen (wat zijn kosten en baten op het vlak van energie en economie?).



1 Inleiding

De 'utiliteitssector' neemt een substantieel deel, in de orde van 15%, voor haar rekening van het totale Nederlandse gebruik van energie. Het beleid van de Nederlandse regering is erop gericht om ook in deze sector het energiegebruik te verminderen, en rendabele energiebesparende maatregelen te realiseren. Een mogelijkheid is daarbij het hoogwaardig isoleren van leidingen. Het gaat daarbij om leidingen in plafonds of muren waardoor verwarmd of gekoeld water stroomt, bijvoorbeeld van een cv-ketel naar radiatoren.

Indien zo'n leiding weinig is geïsoleerd geeft deze warmte af aan het plafond of de muur. Deze warmte wordt dan niet nuttig gebruikt. Er zijn technische mogelijkheden beschikbaar om deze leidingen hoogwaardig te isoleren, en verliezen te beperken. De ervaring van bedrijven in de isolatiesector is dat deze mogelijkheden in Nederland minder worden toegepast dan in omliggende landen. Daarbij is het beeld dat in de Nederlandse regelgeving op dit vlak minder regels zijn opgenomen dan bij de omliggende landen het geval is.

Doel

In deze notitie verkennen we de situatie op het vlak van leidingisolatie in Nederland. Aan de hand van twee cases geven we een eerste indicatie hoeveel energie bespaard kan worden als in Nederland leidingen beter geïsoleerd zouden worden. We vergelijken daarbij met de standaarden voor leidingisolatie in Frankrijk. Resultaten extrapoleren we naar besparingspotentiëlen voor Nederland.

De notitie heeft een verkennend karakter. Hij is gebaseerd op een beperkt aantal gegevens. Resultaten geven echter wel een orde van grootte van de energiebesparing, CO₂-emissiereductie en kostenbesparingen voor eindgebruikers die gerealiseerd kunnen worden als in Nederland dezelfde standaard gehanteerd zou worden als in omliggende landen.

Leeswijzer

Deze notitie geeft eerst algemene achtergronden over het beleid voor energiebesparing in de gebouwde omgeving en technische aspecten rondom leidingisolatie. Daarna gaan we in op de regelgeving ten aanzien van isolatie van leidingen: dit betreft zowel de EN-normering, als overheidsregelgeving. We kijken daarbij naar de situatie in Nederland en vergelijken die met Frankrijk. We gaan daarbij ook in op de bestaande uitvoeringspraktijk in Nederland. Daarna berekenen we hoeveel energie in Nederland bespaard zou kunnen worden als leidingen geïsoleerd zouden worden overeenkomstig de in Frankrijk geldende regels. Dat doen we op basis van een tweetal cases. De resultaten van die cases extrapoleren we naar besparingspotentiëlen voor de utiliteitssector in Nederland. Omdat we uitgaan van slechts twee cases is dit een eerste indicatie. Op basis van het besparingspotentieel berekenen we ook de potentiële reductie in CO₂-emissies. Op grond van de resultaten geven we tot slot aanbevelingen.



2 Rijksbeleid energiebesparing: SER Energieakkoord voor duurzame groei

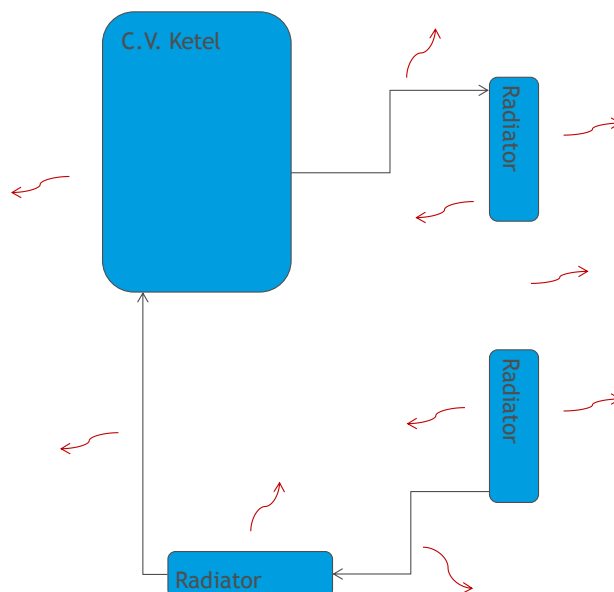
In het SER Energieakkoord voor Duurzame Groei zijn door overheden, bedrijven en natuur- en milieuorganisaties afspraken gemaakt om de Nederlandse energievoorziening in de periode tot 2023 te verduurzamen (SER, 2013). Het akkoord richt zich op 100 PJe besparing op het energiegebruik. De gebouwde omgeving is daarbij een belangrijke sector. Energiebesparing heeft belangrijke positieve gevolgen voor de Nederlandse samenleving: de besparing vermindert energiegebruik, verlaagt emissies van schadelijke stoffen zoals CO₂, draagt bij aan het verlagen van de energiekosten en versterkt werkgelegenheid (SER, 2013).

In het verlengde van de afspraken het SER Energieakkoord heeft Minister Blok acties in gang gezet om meer energiebesparing in de gebouwde omgeving te realiseren. In een brief aan de Tweede Kamer van 29 november 2013 zet hij de hoofdlijnen uiteen (Ministerie van Wonen en Rijksdienst, 2013). Speerpunten zijn de komst van een energielabel voor de utiliteitsbouw, start van een nationaal energiebesparingsfonds, aanscherping van nieuwbouweisen in de EPC en differentiatie/aanscherping van isolatie-eisen in het Bouwbesluit. In de brief geeft de Minister aan dat hij met marktpartijen in overleg zal treden om te kijken naar een effectieve invulling van deze beleidsvoornemens. Een belangrijk aandachtspunt is daarbij kosteneffectiviteit: verdienen mogelijke maatregelen zich binnen een afzienbare termijn terug?

3 Technische mogelijkheden voor isolatie van leidingen

Een optie voor het kosteneffectief realiseren van verdere energiebesparing in de gebouwde omgeving is isolatie van leidingen. Het gaat daarbij om leidingen met verwarmd water (tussen cv-ketels en radiatoren), en gekoeld water (tussen koelmachines en koelunits in te koelen ruimtes). Uit deze leidingen kunnen energieverliezen optreden. Dit leidt tot extra energiegebruik in de CV-ketel of koelinstallatie om water tot de gewenste temperatuur te verwarmen of te koelen. Dit wordt voor verwarming geïllustreerd door Figuur 1.

Figuur 1 Schema energieverliezen in verwarmingssysteem. Analoog zijn er energieverliezen bij koeling doordat warmte uit de omgeving het gekoelde water kan verwarmen



De hoeveelheid energie die verloren gaat via leidingen is afhankelijk van verschillende factoren. Belangrijk is het temperatuurverschil tussen de vloeistof in de leiding en de omgevingslucht. Daarnaast is de isolatie een belangrijke factor. Isolatie belemmert dat warmte aan de omgeving wordt overgedragen. De thermische transmissie coëfficiënt (U_L) geeft de mate van isolatie weer. Deze wordt bepaald door de dikte van de isolatie en de warmtegeleidbaarheid van het isolatiemateriaal (λ^1). Voor leidingisolatie worden verschillende typen materialen toegepast, met verschillende thermische geleidbaarheid².

In de utiliteit worden vooral de volgende materialen toegepast, zie Tabel 1.

Tabel 1 Isolatiematerialen toegepast voor leidingisolatie

		Toepassingsgebied	Thermische geleidbaarheid (W/m*K)
Minerale wol		Verwarmde leidingen	0,04
Elastomeer		Gekoelde leidingen	0,036-0,038
Hardschuim		Verwarmde en gekoelde leidingen	0,021-0,025

Impact van kunststofleidingen

Berekeningen van energieverliezen worden uitgevoerd volgens de norm VDI-2055 (VDI, 2008). Deze norm gaat uit van stalen leidingen. In praktijk komen ook kunststof of meerlaagse (multiplex) leidingen voor. Deze leidingen geleiden warmte wat minder goed dan staal, en zorgen daardoor voor een (kleine) bijkomende thermische barrière. Het effect van betere isolatie is daardoor op deze leidingen wat lager.

¹ Naarmate de isolatie een *lagere* λ -waarde heeft is de warmtegeleiding minder en is de isolatie beter. Naarmate de isolatie een lagere λ -waarde heeft en dikker is, is de isolerende werking beter.

² Zie o.a.: <http://www.isolin.nl/advies/cv/isolatie-cv.html>.



Uit berekeningen van Kingspan Tarec volgt dat indien kunststof leidingen worden gebruikt, de totale isolatiewaarde gemiddeld genomen 2 à 3% verbeteren, maximaal 4-5%. Deze (kleine) winst heeft in die gevallen ook invloed op het besparingseffect van betere isolatie. Dit zal gemiddeld genomen 2 à 3% lager liggen.

4 Regelgeving

4.1 Europese-normering: EN 12828

De EN 12828, de norm voor verwarmingssystemen in gebouwen, geeft criteria voor isolatie van leidingen. In Nederland is deze overgenomen in de NEN EN 12828: 2003 Verwarmingssystemen in gebouwen - Ontwerp voor watervoerende verwarmingssystemen. De NEN EN-norm beschrijft zes klassen van leidingisolatie. Deze lopen op van Klasse 1 (weinig isolatie), tot Klasse 6 met de hoogste graad van isolatie. Deze norm is in deze notitie opgenomen als Bijlage A.

De normering geeft aan wat bij een bepaalde λ -waarde van het gebruikte isolatiemateriaal de benodigde dikte is. Bij een hoge λ -waarde is een dikkere laag isolatie nodig, bij een lagere λ -waarde een dunnere. In de normering is dit gespecificeerd naar verschillende leidingdiameters. Naarmate de klasse hoger is moet de isolatie een lagere λ -waarde hebben of dikker zijn om aan de eis te voldoen.

Typerend geldt dat bij een overgang van isolatienorm 2 naar 3, 17,4% wordt bespaard op de energieverliezen in het leidingtransport en bij een overgang van 2 naar 4, 32,6% (Costic, 2014).

4.2 Normering in Nederland: Bouwbesluit en EPG

In het Bouwbesluit en de EPG worden eisen gesteld aan energie-efficiëntie van nieuwe gebouwen.

Het **Bouwbesluit** geeft in Artikel 5.2 aan dat nieuwe gebouwen moeten voldoen aan een Energieprestatiecoëfficiënt. Deze coëfficiënt geeft, op basis van een gedetailleerde rekenmethodiek, een maatstaf voor de overall energie-efficiëntie van een gebouw. Daarnaast worden in Artikel 5.3 eisen gesteld aan de energie-efficiëntie van scheidingsconstructies, zoals daken, muren en kozijnen. Hiervoor gelden normen op basis van de NEN 1068, thermische isolatie van gebouwen (Rijksoverheid, 2012).

In Artikel 5.3 worden geen eisen gesteld aan isolatie van leidingen. Evenmin is een verwijzing opgenomen naar de NEN EN 12828.

De **Energieprestatie Gebouwen** is een rekenmethodiek waarmee voor een totaal van een gebouw de energie-efficiëntie kan worden vastgesteld. De rekenmethodiek is opgenomen in de NEN 7120, Energieprestatie van gebouwen bepalingmethode (NEN, 2012). De waarde waar de EPG aan moet voldoen is vastgelegd in het Bouwbesluit. In de rekenmethodiek moet een groot aantal factoren van een gebouw worden ingevoerd. In beginsel worden daarbij maatregelen gewaardeerd die energiezuinigheid bevorderen. Naarmate meer energiezuinige maatregelen zijn genomen wordt de EPG lager.



Het aspect leidingisolatie komt maar zeer beperkt in de EPG voor: in de warmwatervoorziening (Paragraaf 14.3) en distributie van warm tapwater (Paragraaf 19.4). Voor **distributie van verwarmingssystemen** wordt een onderscheid gemaakt tussen geïsoleerde leidingen en niet-geïsoleerde leidingen (Paragraaf 14.3.3). Geïsoleerde leidingen hebben in de berekening een intern distributierendement ($\eta_{H; dis;int;cor}$) van 1,0; niet-geïsoleerde leidingen een rendement van 0,9. Het maakt hier echter niet uit of leidingen dik of dun zijn geïsoleerd, en of het met hoogwaardige isolatie gebeurt of laagwaardige. Voor de beeldvorming: ook voor een leiding geïsoleerd met krantenpapier geldt een rendement van 1,0. Voor **warm tapwater** wordt een onderscheid gemaakt in drie categorieën: niet geïsoleerd, isolatie tussen 10 en 20 mm en meer dan 20 mm isolatie. Afhankelijk hiervan gelden ook waarden voor het distributierendement³. Ook hiervoor geldt dat de kwaliteit van de isolatie geen rol speelt: de EPG geeft geen prikkel om een hoogwaardige isolatie te gebruiken. In de EPG is geen verwijzing opgenomen naar de NEN EN 12828.

4.3 Regelgeving in omliggende landen

De EN 12828 is in andere landen wel in de regelgeving verankerd. Dit betreft onder andere Frankrijk, Duitsland, de UK en België:

- UK: Domestic and Non-Domestic Building Services Compliance Guide 2013 en de norm BS 5422;
- Schotland en Ierland: directe verwijzing naar de norm BS 5422;
- België: Typebestek 501, art. C41 - thermische isolatie (voor het Brussels Hoofdstedelijk Gewest staan specifieke eisen in het VADE-MECUM EPB);
- Duitsland: Energieeinsparungsverordnung (EnEV);
- Frankrijk: Réglementation Thermique.

Als voorbeeld kijken we naar de regelgeving in Frankrijk. In Frankrijk zijn de uitgangspunten voor isolatie verankerd in de Réglementation Thermique. Deze geeft voor leidingisolatie een richtinggevend kader, op basis van de EN 12828. In het verlengde hiervan is door marktpartijen een richtlijn opgesteld (Costic, 2014). Deze stelt in Paragraaf 4.1 (l'isolation des canalisations), p. 46-49) de volgende eisen voor nieuwbouw van woningen (Tabel 2, zie ook Bijlage 3).

Tabel 2 Eisen in Frankrijk ten aanzien van leidingisolatie

Type	Situatie	Klasse isolatie cf. EN 12828 (voor nieuwe gebouwen) RT, 2014
Verwarming	Buiten verwarmde ruimte	3
	In verwarmde ruimte	2
Warm tapwater	Buiten verwarmde ruimte	4
	In verwarmde ruimte	3
Koeling	In het gebouw	4
	Buiten het gebouw	4

Bron: Réglementation Thermique (Costic, 2014)

Zoals uit Tabel 2 valt af te lezen, moeten in Frankrijk leidingen voor verwarming voldoen aan een Klasse 3 van de EN 12828 indien ze buiten verwarmde ruimtes liggen.

³ De forfaitaire waarde van het distributierendement ligt op resp. 0,4, 0,6 en 0,7.



Dit geldt bijvoorbeeld voor leidingen door een plafond of een muur. Voor koeling moeten leidingen voldoen aan Klasse 4 van de EN 12828.

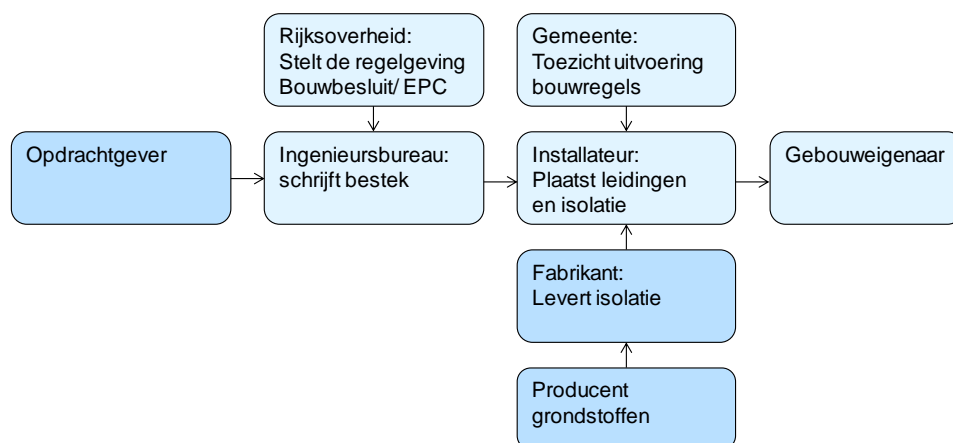
5 Uitvoeringspraktijk in Nederland

Naast het wettelijke kader is het de vraag wat in feite de uitvoeringspraktijk is in Nederland. Het kan immers zijn dat iets niet in de wet- en regelgeving is voorgeschreven, maar dat er vanuit marktpartijen zelf initiatieven zijn om hoogwaardige isolatie, met weinig warmteverliezen, toe te passen.

Partijen betrokken bij besluitvorming leidingisolatie

Figuur 2 geeft een schets van de partijen die in de markt betrokken zijn bij besluitvorming over toe te passen isolatie van leidingen.

Figuur 2 Schema partijen betrokken bij besluitvorming leidingisolatie



Een belangrijke speler is de schrijver van het bestek, doorgaans een ingenieursbureau. Het bestek geeft gedetailleerd aan welke bouwmaterialen tijdens de bouw gebruikt moeten worden. De installateur werkt op basis van dit bestek en plaatst de vereiste materialen.

Bestaande uitvoeringspraktijk

In het kader van dit onderzoek heeft CE Delft bij twee ingenieursbureaus navraag gedaan naar de isolatiematerialen die doorgaans worden opgenomen in Nederlandse bouwbestekken. De beide bureaus geven aan dat doorgaans voor leidingen met warm water steenwol wordt toegepast (met typerend een dikte van 25 mm), voor leidingen met koud water elastomeer (typerend met een dikte van 13 mm). Dit komt voor verwarming doorgaans overeen met een isolatie in Klasse 1 van de NEN EN-norm 12828. Een uitzondering vormen dunne leidingen, met een interne diameter kleiner of gelijk aan 40 mm, deze vallen in Klasse 2. Gekoelde leidingen voldoen niet aan de laagste klasse. Dit hangt samen met de geringe dikte die hiervoor wordt toegepast.

Een verkenning op het internet (met zoekterm 'isolatie leidingen gebouw') bevestigt dit beeld. De geïnterviewde bedrijven geven aan dat achterliggende redenen voor het opnemen in de bestekken zijn dat met deze materiaalkeuze wordt voldaan aan de EPG (de energiezuinige variant worden gekozen) en tegelijk dat de materiaalkosten hiermee het laagst zijn. Dit draagt bij aan lage bouwkosten. De besparingen tijdens het gebruik van het gebouw spelen in deze afweging minder een rol.

Tabel 3 Praktijk leidingisolatie in Nederland

	Toegepast materiaal	Dikte isolatie (mm)	Klasse NEN 12 828
Verwarmde leidingen	Steenwol	Diameter < 5': 25 mm dikte	1 of 2
		Diameter 6': 30 mm dikte	1
		Diameter > 8': 40 mm dikte	1
Gekoelde leidingen	Elastomeer	Diameter < 4': 13 mm dikte	1 of buiten klasse-indeling
		Diameter > 5': 19 mm dikte	1 of buiten klasse-indeling

Ter vergelijking geeft Tabel 4 een specificatie van leidingisolatie die voldoet aan de EN 12 828, Klasse 3, op basis van toepassing van hardschuim.

Tabel 4 Specificatie van leidingisolatie overeenkomstig NEN 12 828, Klasse 3/4, bij toepassing van hardschuim PIR of gelijkwaardige materialen

	Toegepast materiaal	Diameter isolatie (mm)	Klasse NEN 12 828
Verwarmde leidingen	Hardschuim	Diameter < 2": 20 mm dikte	3
		Diameter 2,5-4": 25 mm dikte	3
		Diameter > 4 ": 30 mm dikte	3
Gekoelde leidingen	Hardschuim	Diameter < 2": 15 mm dikte	4
		Diameter 2,5-4 ": 20 mm dikte	4
		Diameter > 4": 25 mm dikte	4

6 Cases: zorginstelling en school

Om een inschatting te maken van hoeveel energie in Nederland bespaard zou kunnen worden door het door het toepassen van hoogwaardiger isolatie, kijken we naar twee concrete praktijkcases. Het betreft twee gebouwen in de utiliteitssector die recent zijn opgeleverd: een basisschool en een ziekenhuis. Voor beide gebouwen zijn berekeningen uitgevoerd naar de hoeveelheid energie die bespaard wordt als leidingen hoogwaardig worden geïsoleerd. De basisschool staat daarbij voor een gebouw dat een beperkt aantal uren wordt gebruikt en waarbij warm water hoofdzakelijk wordt benut voor verwarming. Het ziekenhuis staat voor een gebouw dat continue wordt verwarmd en waarbij naast verwarming ook het gebruik van warm tapwater aanzienlijk is. Voor beide situaties vergelijken we de energieverliezen bij toepassing van isolatie conform de Nederlandse uitvoeringspraktijk, met de verliezen die zouden optreden wanneer de isolatie aan de Franse normering zou voldoen. Dit betreft Klasse 3 uit de EN 12828 voor leidingen met verwarmd water en Klasse 4 voor leidingen met gekoeld water.

De berekeningen zijn uitgevoerd door Kingspan Tarec, op basis van de VDI 2055. Ze zijn geverifieerd door CE Delft. De beide berekeningen zijn gemaakt in de ontwerpfase, en geven een indicatie van de te verwachten besparing wanneer leidingen zouden worden geïsoleerd conform de Franse normering. De berekening betreft alleen leidingen voor verwarming of koeling van ruimtes, leidingen voor warm tapwater zijn niet meegenomen. Werkelijke besparingen zullen daardoor hoger liggen.



Verder geldt dat bij de berekening van de warmteoverdracht volgens VDI 2055 is uitgegaan van het ontbreken van luchtstroming rondom leidingen. Dit resulteert in minder verliezen dan wanneer er wel sprake is van luchtstroming. Volgens ervaring van Kingspan Tarec is de realiteit dat vaak in vaste plafonds sprake is van een luchtstroom. Feitelijke verliezen zullen hierdoor hoger liggen dan berekend, en het effect van hoogwaardiger isolatie hoger.

6.1 Case 1: Basisschool

Dit betreft een voorbeeldberekening voor een school die in 2014 is opgeleverd in Dordrecht. Het gebouw wordt tevens gebruikt voor dagactiviteiten van zorginstellingen. De school heeft een oppervlak van 5.322 m² (Bron: RHDHV). Voor de berekening wordt aangenomen dat er 10.900 m aan verwarmde leidingen is, en 9.600 m aan gekoelde leidingen aanwezig is⁴ (Bron: Kingspan Tarec). Typierend is dat het gebouw hoofdzakelijk op werkdagen en overdag wordt gebruikt. Als indicatie kan worden aangehouden dat koelinstallaties op jaarbasis 675 uur in gebruik zijn, en verwarming 1.500 uur (Bron: RHDHV).

Figuur 3 De Droomschool in Dordrecht



Bron: http://www.breeam.nl/projecten/project/droomschool_te_dordrecht

Mogelijke besparing op energieverlies door hoogwaardiger isolatie leidingen

Er is sprake van een energieverlies bij verwarmde en gekoelde leidingen. Voor *verwarmde leidingen* geldt dat met de gebruikelijke isolatie (steenwol⁵) het warmteverlies 140 kW bedraagt, resulterend in 750 GJ/jaar. Bij toepassing van isolatie conform de NEN EN 12828, Klasse 3 (zoals verplicht op grond van de Franse regelgeving) wordt het verlies beperkt met 15%, tot resp. 120 kW en 640 GJ/jaar. De totale besparing op energiegebruik is daarmee 110 GJ/jaar.

⁴ Bij de realisatie van de school is uiteindelijk geen koelinstallatie aangebracht.

⁵ Aangehouden is 25 mm isolatiedikte voor leidiamedeters t/m 5 inch, 30 mm bij 6 inch en 40 mm dikte bij 8, 10 en 12 inch leidingen (Bron: Kingspan Tarec).



Bij de *gekoelde leidingen* ligt het verlies op 76 kW bij toepassing van de gebruikelijke elastomeren isolatie⁶, en 44 kW bij isolatie conform de NEN EN 12828, Klasse 3. Dit resulteert met de gebruikstijd van 675 uur in verliezen van resp. 185 en 105 GJ/jaar. De hoogwaardiger isolatie resulteert in deze voorbeeldberekening dus in 42% minder energieverlies voor koeling, ofwel 80 GJ/jaar. In totaal ligt de besparing op 190 GJ/jaar.

6.2 Casus 2: Ziekenhuis

De 2^e casus heeft betrekking op een ziekenhuis. Het heeft een oppervlak van 80.000 m² (Bron: Deerns), met 36.300 m aan verwarmde leidingen, en 32.100 m aan gekoelde leidingen (Bron: Kingspan Tarec). Typerend is dat het gebouw volcontinue wordt gebruikt. Zowel voor verwarming als koeling kan aangehouden worden dat installaties steeds in gebruik zijn (Bron: Deerns).

Figuur 4 Nieuwbouw Amphia Ziekenhuis



Bron: <http://wiegerinck.nl/portfolio/amphia-ziekenhuis/>.

Mogelijke besparing op koeling door betere isolatie leidingen

Voor *verwarmde leidingen* geldt dat met de gebruikelijke isolatie (steenwol⁷) het warmteverlies 210 kW bedraagt, resulterend in 6.600 GJ/jaar. Bij toepassing van hoogwaardiger isolatie wordt het verlies beperkt met 15%, tot resp. 180 kW en 5.600 GJ/jaar. De totale besparing op energiegebruik is 1.100 GJ/jaar. Bij de *gekoelde leidingen* ligt het verlies op 180 kW bij toepassing van de gebruikelijke elastomeren isolatie⁸ en 100 kW bij

⁶ Aangehouden is 13 mm isolatiedikte voor leidingdiameters t/m 4 inch, en 19 mm voor dickere leidingen.

⁷ Aangehouden is 25 mm isolatiedikte voor leidingdiameters t/m 5 inch, 30 mm bij 6 inch en 40 mm dikte bij 8, 10 en 12 inch leidingen (Bron: Kingspan Tarec).

⁸ Aangehouden is 13 mm isolatiedikte voor leidingdiameters t/m 4 inch, en 19 mm voor dickere leidingen.



hoogwaardiger isolatie, resulterend in jaarlijkse verliezen van respectievelijk 5.500 en 2.800 GJ/jaar. De besparing ligt dus op 2.700 GJ/jaar. Voor het totaal van verwarming en koeling ligt de besparing op 3.800 GJ/jaar.

6.3 Terugverdientijd

Voor de casus van het ziekenhuis is tevens de eenvoudige terugverdientijd berekend. Dit doen we door de extra investering voor hoogwaardige isolatie te delen door de jaarlijkse besparing.

Investering

De extra investering voor hoogwaardige isolatie bedraagt in deze casus ca. k€ 85. Dit is het verschil tussen de materiaalkosten voor gebruik van hardschuimisolatie die voldoet aan de normen uit de NEN 12 828 en de materiaalkosten van de in Nederland gebruikelijke isolaties. Ten opzichte van de totale investering is het verschil beperkt. Dit komt doordat de kosten voor plaatsing van de isolatie hoofdzakelijk (ca. 60%) bepaald worden door de geleverde arbeid. Tabel 5 geeft een nadere specificatie van de kosten. Hierbij zijn deze ook uitgesplitst naar kosten voor isolatie van koude en warme leidingen.

Tabel 5 Investeringskosten voor isolatie van leidingen, bij resp. toepassing van de in Nederland gebruikelijke isolatiematerialen (steenwol voor verwarmde leidingen, elastomeer voor gekoelde leidingen), vs. isolatie die voldoet aan de in Frankrijk gebruikelijke standaard

		Materiaal (k€)	Arbeid (k€)
Warm	Steenwol	124	480
	NEN 12828, kl.3	206	480
	<i>Vershil</i>	82	
Koud	Elastomeer	134	384
	NEN 12828, kl.4	165	384
	<i>Vershil</i>	30	
<i>Totaal</i>	<i>Vershil</i>	84,5	k€

Besparingen op energiekosten

De besparingen op energiegebruik bedragen 1.100 GJ/jaar voor verwarmde en 2.700 GJ/jaar voor gekoelde leidingen. De bijbehorende jaarlijkse kostenbesparingen op energiegebruik liggen op respectievelijk 16.700 en 15.100 €/jaar, totaal € 25.900/jaar. In deze berekeningen is uitgegaan van typerende gas- en elektriciteitsprijzen voor de ziekenhuissector, van resp. 0,5 €/m³ gas en 0,08 €/kWh. Voor de elektriciteitsproductie is uitgegaan van een koelmachine met een COP van 4.

Terugverdientijd

Hieruit volgt voor deze casus een terugverdientijd van 3,3 jaar. Hoogwaardige isolatie van leidingen is in deze casus dus zeer rendabel. Een belangrijke factor is hierbij dat de leidingen volcontinue worden verwarmd en gekoeld. In situaties dat leidingen minder vaak worden gekoeld/verwarmd is de terugverdientijd minder gunstig.



7 Raming besparingspotentieel

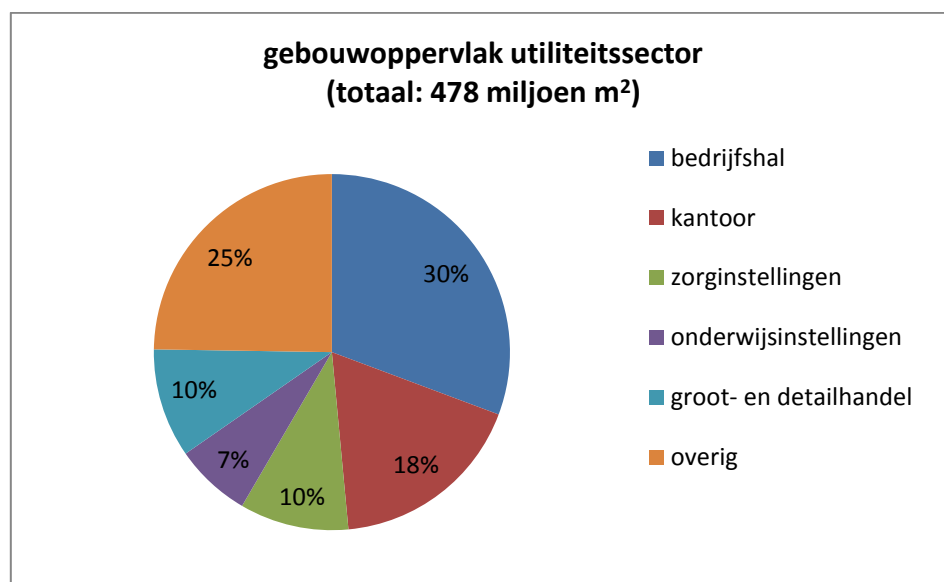
7.1 Werkwijze

Het besparingspotentieel dat met betere leidingisolatie gerealiseerd kan worden, bepalen we door de resultaten van bovenstaande cases te koppelen aan prognoses voor de hoeveelheid gebouwen in de utiliteitssector die in de komende jaren wordt opgeleverd. Omdat de berekening is gebaseerd op slechts twee cases heeft hij een sterk indicatief karakter. Hij is bestemd om een eerste indicatie te geven van de orde van grootte van het besparingspotentieel.

7.2 Prognoses nieuwbouw utiliteitssector

ECN heeft in 2013 een rapportage uitgebracht met een opgave van gebouwoppervlaktes in de utiliteitssector ECN, Verbetering referentiebeeld utiliteitssector, 2013). Het totale oppervlak bedraagt 473 miljoen m². Figuur 5 geeft de onderverdeling naar de belangrijkste sectoren:

Figuur 5 Opbouw utiliteitssector Nederland



Bron: ECN, 2013.

Het Economisch Instituut voor de bouw heeft prognoses opgesteld voor bouwvolumes voor de sectoren zorg en onderwijs (Economisch Instituut voor de bouw, 2012) en Economisch Instituut voor de bouw, 2013). Deze komen neer op 0,3-0,5 miljoen m²/jaar voor het onderwijs, en 1,5-2,7 miljoen m²/jaar voor de zorgsector.

Daarnaast heeft de Neprom prognoses gemaakt voor de bouwvolumes in de kantorenmarkt. Hier is sprake van een forse teruggang als gevolg van leegstand en de crisis. De prognose is 0,2 miljoen m²/jaar (Neprom, 2013).

Tabel 6 Prognoses groei nieuwbouw utiliteitssector (miljoen m²/jaar)

Sector	Huidig oppervlak	Prognose groei	Aanname voor berekeningen	Bron
Zorginstellingen	47,3	1,5-2,7	2,10	EIB
Onderwijsinstellingen	33,11	0,3-0,5	0,40	EIB
Kantoor	85,14		0,20	Neprom
Groot- en detailhandel	47,3		0,11	Aanname o.b.v. kantoren

7.3 Raming besparingspotentieel energie en reducties in CO₂-emissies

Tabel 7 geeft op basis van de prognoses voor nieuwbouw utiliteit de nationaal te realiseren besparingen in energiegebruik, weergegeven in primair en finaal energiegebruik. Tabel 7 geeft daarnaast de potentiële nationale reducties in CO₂-emissies. De ramingen zijn uitgesplitst naar het deel warmte en koude. Voor het deel warmte is uitgegaan van opwekking van warmte met aardgas, met een ketelrendement van 90%, voor het deel koude met opwekking met een koelmachine met een COP van 4.

Tabel 7 Prognoses nationale besparingen energiegebruik en reducties in CO₂-emissies bij toepassing hoogwaardige leidingisolatie in de utiliteit. Uitgangspunt is daarbij leidingisolatie conform huidige Franse regelgeving

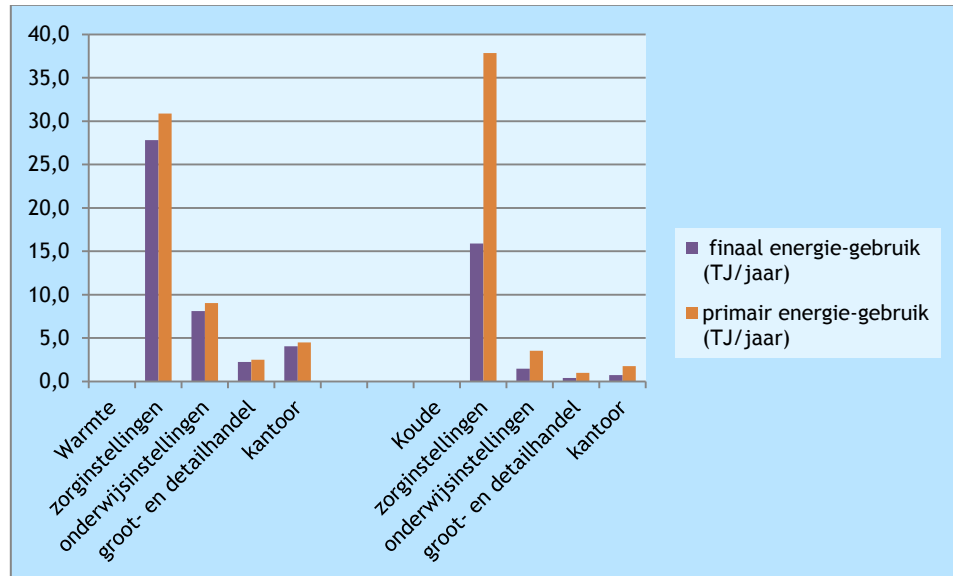
	Jaarlijkse nieuwbouw (miljoen m ²)	Besparing (MJ/m ² /jaar)	Finaal energiegebruik (TJ/jaar)	Primair energiegebruik (TJ/jaar)	Reductie CO ₂ -emissies (kton/jaar)
Warmte					
Zorginstellingen	2,10	13,2	27,8	30,9	1,62
Onderwijsinstellingen	0,40	20,3	8,1	9,0	0,47
Groot- en detailhandel	0,11	20,3	2,3	2,5	0,13
Kantoor	0,20	20,3	4,1	4,5	0,24
Koude					
Zorginstellingen	2,10	30,3	15,9	37,8	2,52
Onderwijsinstellingen	0,40	14,8	1,5	3,5	0,24
Groot- en detailhandel	0,11	14,8	0,4	1,0	0,07
Kantoor	0,20	14,8	0,7	1,8	0,12
Totaal			60,8	91,0	5,40

Zoals uit Tabel 7 volgt, ligt de totale finale besparing op 61 TJe/jaar, de primaire besparing op 91 TJe/jaar. Dit komt overeen met het totale energiegebruik van ruim 4.000 nieuwbouwwoningen met EPC 0,4.⁹

⁹ Gebaseerd op een gemiddeld energiegebruik van 35 GJ/jaar, waarvan ca. 15 GJ/jaar voor verwarming en 20 GJ/jaar voor elektriciteitsgebruik (waaronder koeling). Afgeleid uit de Uniforme Maatlat voor woning- en utiliteitsbouw, RVO, 2013.



Figuur 6 Energiebesparing te realiseren door hoogwaardiger isolatie van leidingen



Bij deze raming past de aantekening dat het gaat om een indicatieve waarde. De berekening is immers op slechts twee cases gebaseerd, die niet noodzakelijkerwijs representatief zijn voor de utiliteitssector. Het kan daarom zijn dat besparingen hoger of lager liggen dan de gegeven waarde. De waarde geeft echter wel een indicatie van de orde van grootte van besparingen die gerealiseerd kan worden door het toepassen van betere isolatie van leidingen, overeenkomstig de standaard in Frankrijk.

7.4 Raming reducties in CO₂-emissies

De potentiële landelijke reductie in CO₂-emissies komt uit op 5,4 kton CO₂/jaar.

8 Conclusies

- In utiliteitsgebouwen zijn verwarmde en gekoelde leidingen aanwezig. Hieruit kan, afhankelijk van factoren als temperatuur, intensiteit van gebruik en kwaliteit van isolatie, energieverlies optreden.
- In de Nederlandse regelgeving zijn hier hoegenaamd geen normen voor opgenomen. Het enige is dat in de EPG-berekening (Energieprestatie van Gebouwen), geïsoleerde leidingen een hogere rendementsfactor krijgen. Het maakt daarbij echter niet uit wat de kwaliteit van de isolatie is, of het dik is of dun, en van hoog- of laagwaardig materiaal. Krantenpapier levert bij wijze van spreken een zelfde voordeel als hoogwaardige isolatie. De regelgeving geeft ook geen relatie met de norm NEN EN 12828 voor verwarmingssystemen in gebouwen.
- Uit informatie van bouwkundig adviesbureaus, die bestekken schrijven voor de utiliteit, blijkt dat leidingen in Nederland doorgaans beperkt worden geïsoleerd: verwarmde leidingen met steenwol (typerend 25 mm), gekoelde leidingen met elastomeer materiaal (typerend 13 mm). De geconsulteerde bureaus geven aan dat er vanuit de markt weinig prikkels zijn om hoogwaardiger leidingisolatie toe te passen. Een belangrijke factor zijn hierbij de hogere kosten.



- Internationaal is een norm opgesteld met richtlijnen voor isolatie van leidingen, de EN 12828. Deze norm geeft zes kwaliteitsniveaus, één is de laagste, zes de hoogste. De Nederlandse uitvoeringspraktijk stemt overeen met het laagste niveau.
- In omliggende landen zijn isolatievoorschriften opgenomen in nationale wetgeving. Een voorbeeld is Frankrijk, waar de Réglementation Thermique een richtinggevend kader geeft. Dit leidt tot een praktijkrichtlijn waarin staat dat verwarmde leidingen moeten voldoen aan Niveau 3 van de NEN EN 12828, gekoelde leidingen aan Niveau 4.
- Aan de hand van twee cases is een berekening gemaakt van de energieverliezen wanneer leidingen geïsoleerd worden overeenkomstig de Franse regelgeving en overeenkomstig de Nederlandse uitvoeringspraktijk. De cases betreffen een nieuw te bouwen ziekenhuis en een recent gerealiseerde basisschool. Het ziekenhuis staat voor een type gebouw waar volcontinue leidingen worden verwarmd en/of gekoeld. De school voor een gebouw dat alleen overdag op werkdagen wordt gebruikt, en waar koeling en verwarming een beperkt aantal uren per jaar plaats vindt.
- Uit de cases volgen er substantiële besparingen op energiegebruik die worden gerealiseerd bij toepassing van hoogwaardiger leidingisolatie. Voor de gekoelde leidingen ligt dit typerend op 50%, voor de verwarmde leidingen op 16%.
- Uit de cases volgt tegelijk dat hoogwaardiger isolatie van leidingen in de utiliteit een relatief goedkope maatregel is. In de case van het ziekenhuis ligt de terugverdientijd op 3,3 jaar.
- De korte terugverdientijd hangt er mee samen dat de kosten voor het aanbrengen van hoogwaardiger isolatie relatief beperkt zijn: globaal bestaat 2/3 van de kosten voor leidingisolatie uit arbeid, en 1/3 uit het gebruikte materiaal. Hogere materiaalkosten voor betere isolatie leiden daarom slechts tot een beperkte verhoging van de totale kosten. Aan de andere kant zijn er substantiële besparingen op het energiegebruik te realiseren.
- Vanwege de korte terugverdientijd geldt dat in de beschouwde cases de maatregel over de levensduur van het gebouw een netto kostenbesparing oplevert voor de gebouweigenaar.
- Resultaten van de twee cases zijn geëxtrapoleerd naar de hele utiliteitssector in Nederland. Dit is gebeurd op basis van ramingen van oppervlaktes nieuw op te leveren gebouwen in de periode tot 2020. Hieruit volgt dat door betere isolatie van leidingen, conform de Franse regelgeving, in de utiliteit jaarlijks een substantiële besparing op het energiegebruik gerealiseerd kan worden, 91 TJeind, of 61 PJprimair. Dit correspondeert met de energiegebruik van 4.000 nieuwbouwwoningen met EPC 0,4.



9 Aanbevelingen

- Gelet op de substantiële potentiële voor energiebesparing, en de relatief lage kosten verdient het aanbeveling om in de Nederlandse regelgeving een norm op te nemen die borgt dat een hoge kwaliteit van leidingisolatie wordt toegepast.
- Daarbij ligt het voor de hand om te sluiten bij de NEN EN 12828. Een mogelijkheid zou zijn om in het Bouwbesluit een bepaald niveau van leidingisolatie voor te schrijven. Een andere optie zou zijn om hoogwaardige leidingisolatie te waarderen in de EPG-systematiek.
- Het verdient daarnaast aanbeveling om met spelers in de markt (opdrachtgevers, bouwkundig adviesbureaus, bouw- en installatie-bedrijven, gemeenten), een actief communicatietraject te starten over mogelijkheden tot hoogwaardige isolatie van leidingen (wat zijn kosten en baten op het vlak van energie en economie?).

10 Bibliografie

Agentschap NL, 2012. *Warmtapwater in de herziene EPC-bepaling: wat gaat er veranderen?*, Sittard: Agentschap NL.

Costic, 2014. *Règles de l'art: les circuits hydrauliques : fondamentaux et schémathèque*, Saint-Rémy-lès-Chevreuse : Comité Scientifique et Technique des Industries Climatiques (Costic).

ECN, 2014a. *Marginale Energieprijzen, niet gepubliceerd*, Petten: ECN.

ECN, 2014. *Verbetering referentiebeeld utiliteitssector*, Petten: ECN.

EIB, 2012. *Bouwen voor de zorg : Perspectief voor de Nederlandse Bouw*, Amsterdam: Stichting Economisch Instituut voor de Bouw (EIB).

EIB, 2013. *Bouwen voor het onderwijs : Perspectief voor de Nederlandse Bouw*, Amsterdam: Stichting Economisch Instituut voor de Bouw (EIB).

Ministerie van Wonen en Rijksdienst, 2013. *Duurzame ontwikkeling en beleid : Brief van de Minister van Wonen en Rijksdienst*. Den Haag: Tweede Kamer der Staten-Generaal.

NEN, 2012. *NEN 7120+C2:2012 nl : Energieprestatie van gebouwen - Bepalingsmethode*, Delft: NEN.

NEN, 2012a. *NEN 1068:2012 nl : Thermische isolatie van gebouwen, rekenmethoden*, Delft: NEN.

NEN, 2014. *NEN-EN 12828:2012+A1:2014 en : Heating systems in buildings - Design for water-based heating systems*, Delft: NEN.

NEPROM, 2013. Kantoorontwikkeling zakt verder weg. *Property.nl Magazine*, oktober, Issue 14, pp. 38-41.

Rijksoverheid, 2012. *Bouwbesluit 2012 : Stb. 2014, 232*. [Online] Available at: <http://vrom.bouwbesluit.com/Inhoud/docs/wet/bb2012> [Geopend 2014].



RVO, 2013. *Uniforme Maatlat voor de warmtevoorziening in de woning- en utiliteitsbouw*, Eindhoven: Rijksdienst voor Ondernemend Nederland.

SER, 2013. *Energieakkoord voor duurzame groei*, Den Haag: Sociaal Economische Raad (SER).

VDI, 2008. *Richtlinienreihe VDI 2055 "Wärme- und Kälteschutz von betriebstechnischen Anlagen in der Industrie und in der Technischen Gebäudeausrüstung" : Berechnungsgrundlagen*, Düsseldorf: Verein Deutsche Ingenieure (VDI).



EN 12828:2003 (E)

Annex C (informative)

Thermal insulation

The operational parameter, I , is defined as:
$$I = \int_{\tau} f_a \cdot (\theta_w - \theta_e) \cdot dt$$

where

- θ_w is the water temperature in degrees Celsius (°C);
- θ_e is the temperature of the surrounding environment in degrees Celsius (°C);
- t is time in seconds (s);
- f_a is the fraction of heat emission, considered as wasted;
- τ is the integration time (equal to the heating period) in seconds (s).

The operational parameter can be worked out by means of:

- the average temperature difference, $(\theta_w - \theta_e)$;
- an estimated value of f_a ;
- duration of the heating season, t .

The operational parameter is then equal to:
$$I = f_a \cdot (\theta_w - \theta_e) \cdot t$$

Future alterations to the functions of the building and its installations should be considered because the highest operational parameter occurring during the life of the system may decide the insulation class. A lower class than determined is acceptable in special cases, for instance in buildings with a lifetime of less than five years.

The recommended insulation class depending on the operational parameter can be selected from Table C.1:

Table C.1 — Insulation classes

Insulation class	Operational parameter, I C·s / year x 10 ⁹
0	$I < 0,05$
1	$0,05 < I < 0,17$
2	$0,17 < I < 0,35$
3	$0,35 < I < 0,70$
4	$0,70 < I < 1,40$
5	$1,40 < I < 2,80$
6	$I > 2,80$



Minimum insulation thicknesses, in millimetres, conforming to classes 1 to 6 of Table C.1, depending on conductivity, λ , and external pipe diameter, d_i , are given in Table C.2. It is assumed that the external surface heat transfer coefficient is $9 \text{ W/m}^2\text{K}$.

The thermal transmittance for pipes is stated in Watts per metre per Kelvin ($\text{W/m}\cdot\text{K}$) and for plane surfaces in Watts per square metres per Kelvin ($\text{W/m}^2\cdot\text{K}$). The conductivity, λ , is calculated on the basis of the average temperature during the operation period.

Linear interpolation is applicable.

Table C.2 — Insulation thickness in mm and thermal transmission coefficient for insulation classes 1 to 6

d_i mm	Class 1					Class 2				
	U_L W/m-K	λ W/m-K				U_L W/m-K	λ W/m-K			
		0,03	0,04	0,05	0,06		0,03	0,04	0,05	0,06
10	0,25	1	3	6	11	0,23	2	5	8	14
20	0,29	5	7	11	16	0,25	7	12	19	27
30	0,32	8	12	17	23	0,28	11	17	25	36
40	0,35	10	14	20	28	0,30	14	21	30	42
60	0,42	12	18	26	37	0,36	17	26	37	50
80	0,48	14	22	31	41	0,41	20	29	41	54
100	0,55	15	23	32	44	0,46	22	32	43	57
200	0,88	19	26	35	46	0,72	27	37	49	62
300	1,21	21	29	39	50	0,98	28	39	51	64
plane	(1,17)	22	30	37	45	(0,88)	31	41	51	62

d_i mm	Class 3					Class 4				
	U_L W/m-K	λ W/m-K				U_L W/m-K	λ W/m-K			
		0,03	0,04	0,05	0,06		0,03	0,04	0,05	0,06
10	0,20	4	7	13	20	0,18	6	11	19	31
20	0,22	10	17	26	38	0,19	13	23	36	56
30	0,24	14	23	35	50	0,21	19	31	49	72
40	0,26	18	28	41	58	0,22	24	38	58	84
60	0,30	23	35	50	69	0,25	30	47	70	99
80	0,34	26	39	55	74	0,28	35	54	77	107
100	0,38	29	42	59	78	0,31	38	58	82	112
200	0,58	35	50	66	85	0,46	47	68	92	120
300	0,78	38	53	69	86	0,61	51	72	95	122
plane	(0,66)	42	56	70	84	(0,49)	58	77	96	116

d_i mm	Class 5					Class 6				
	U_L W/m-K	λ W/m-K				U_L W/m-K	λ W/m-K			
		0,03	0,04	0,05	0,06		0,03	0,04	0,05	0,06
10	0,15	9	17	29	49	0,13	13	22	40	62
20	0,16	18	33	54	86	0,14	25	36	70	110
30	0,17	16	45	71	111	0,14	35	57	94	148
40	0,18	32	54	85	128	0,15	43	68	110	156
60	0,21	41	67	102	150	0,17	60	90	138	210
80	0,23	48	76	113	162	0,18	70	108	155	240
100	0,25	53	82	120	169	0,20	75	115	165	260
200	0,36	65	97	134	178	0,28	83	133	180	280
300	0,47	71	102	137	178	0,36	89	149	223	290
plane	(0,35)	82	110	137	165	(0,22)	133	177	222	266



In the above tables:

U_L = linear thermal transmission coefficient for pipes in Watts per metre per Kelvin (W/m·K);

λ = thermal conductivity of the insulation material in Watts per metre per Kelvin (W/m·K);

d_1 = external pipe diameter in millimetres (mm);

plane = these values are used when considering plane surfaces.



Bijlage B Bouwbesluit, 2012, Artikel 5.3 'Thermische isolatie'

Een uitwendige scheidingsconstructie van een verblijfsgebied, een toiletruimte of een badruimte, heeft een volgens NEN 1068 bepaalde warmteweerstand van ten minste de in tabel 5.1 gegeven waarde.

Een constructie die de scheiding vormt tussen een verblijfsgebied, een toiletruimte of een badruimte en een kruipruimte, met inbegrip van de op die constructie aansluitende delen van andere constructies, voor zover die delen van invloed zijn op de warmteweerstand, heeft een volgens NEN 1068 bepaalde warmteweerstand van ten minste de in tabel 5.1 gegeven waarde.

Een inwendige scheidingsconstructie die de scheiding vormt tussen een verblijfsgebied, een toiletruimte of een badruimte, en een ruimte die niet wordt verwarmd of die wordt verwarmd voor uitsluitend een ander doel dan het verblijven van personen, heeft een volgens NEN 1068 bepaalde warmteweerstand van ten minste de in tabel 5.1 gegeven waarde.

Ramen, deuren, kozijnen en daarmee gelijk te stellen constructieonderdelen in een in het eerste tot en met derde lid bedoelde scheidingsconstructie hebben een volgens NEN 1068 bepaalde warmtedoorgangscoefficiënt van ten hoogste $1,65 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Het eerste tot en met vierde lid zijn niet van toepassing op een oppervlakte aan scheidingsconstructies, waarvan de getalswaarde niet groter is dan 2% van de gebruiksoppervlakte van de gebruiksfunctie.



Bijlage C Standaard voor leidingisolatie in Frankrijk¹⁰

4.3.3 Réglementations et normes

Le choix des matériaux et la mise en œuvre sont traités par le NF DTU 45.2 « Isolation thermique des circuits, appareils et accessoires de -80 à +650 °C ».

Les classes d'isolation européennes sont définies dans la norme NF EN 12828. Il existe 6 classes d'isolation, de la classe 1, la moins isolante, à la classe 6, la plus isolante. Une classe d'isolation est déterminée par une valeur maximale de la transmission linéique.

En construction neuve et contrairement à la RT 2005, la RT 2012 n'impose aucune isolation minimale des conduits, tant en chauffage qu'en production d'ECS et refroidissement. Les pertes thermiques doivent toutefois être limitées ; les exigences en termes de consommation étant globalement plus strictes qu'en RT 2005.

Le tableau ci-dessous donne les classes préconisées dans les bâtiments neufs et rappelle les classes d'isolation de référence en RT 2005 pour différentes applications.

Type de réseau	Type de local	Classes d'isolation de référence en RT 2005	Classes d'isolation préconisées dans les bâtiments neufs
Chauffage	Hors volume chauffé	2	3
	Volume chauffé	2	2
ECS	Hors volume chauffé	2	4
	Volume chauffé	2	3
Refroidissement	Intérieur du bâtiment	3	4
	Extérieur du bâtiment	3	4

Dans l'existant, les caractéristiques minimales et de références imposées réglementairement sont toujours d'actualité :

Réglementation thermique dans l'existant	
Chauffage	Pour les réseaux de distribution situés hors des volumes chauffés : Caractéristiques minimales = Classe 2 Caractéristiques de référence = Classe 2
Refroidissement	Pour les réseaux d'eau glacée et systèmes à détente directe : Caractéristiques minimales = Classe 2 pour les bâtiments existants de moins de 1000m ² , classe 3 pour les autres. Caractéristiques de référence = Classe 2

Les six classes d'isolation définissent le coefficient de transmission thermique maximal à respecter selon le diamètre extérieur du tube. Les classes d'isolation sont données dans le tableau ci-dessous – issu de la norme NF EN 12828.

Classe d'isolation	Coefficient de transmission thermique linéique maximal UI en W/m.K	
	Tuyauteries de diamètre extérieur $d_e \leq 0,4$ m	Tuyauteries de diamètre extérieur $d_e \geq 0,4$ m ou surfaces planes*
1	3,3 x $d_e + 0,22$	1,17
2	2,6 x $d_e + 0,20$	0,88
3	2,0 x $d_e + 0,18$	0,66
4	1,5 x $d_e + 0,16$	0,49
5	1,1 x $d_e + 0,14$	0,35
6	0,8 x $d_e + 0,12$	0,33

*comprend les réservoirs et autres composants avec des surfaces planes et les grosses tuyauteries de section non circulaire

¹⁰ REGLES DE L'ART 2013; LES CIRCUITS HYDRAULIQUES: FONDAMENTAUX ET SCHEMATHEQUE (FICHE DE PRESTATION 2011/3/10037) RENDU FINAL (JALON 3), Février 2014, par. 4.1.

