

Wat je vooraf moet weten als je een bodemwarmtepomp wilt laten installeren.

Wiebe Poppe, Winterswijk 2019.

Deze tekst is gebaseerd op onze ervaringen bij aanschaf van een bodemwarmtepomp in de periode 2010 t/m 2012, aangevuld met achteraf opgedane kennis.

Aanleiding voor dit verhaal.

Je wilt een warmtepomp en daarom laat je je voorlichten door een installateur over de mogelijkheden en dan maak je je keuze. Zo bleek het niet te werken, bij het laten installeren van een bodemwarmtepomp is het nodig de uitkomst van de benodigde berekeningen te controleren. Om dat te kunnen moet je vooraf veel uitzoeken. Dat was toen, het goede nieuws is dat er tegenwoordig steeds meer specialisten zijn die correcte berekeningen uitvoeren en dat installateurs steeds vaker de berekeningen overlaten aan deze specialisten.

We waren al al op onze hoede doordat we zijn wezen kijken bij mensen die al een bodemwarmtepomp hadden. De buitentemperatuur was dik onder nul, maar ze liepen daar in t-shirt op blote voeten in een huis met overal de temperatuur op minstens 23°C. Draaien aan de kamerthermostaat veranderde volgens de bewoners niets aan die 23°C. De hele installatie oogde nogal groot, mede door het CV-buffervat van 500 liter. In dat huis was zowel boven als beneden vloerverwarming en we kwamen er later achter dat dat buffervat dan volkomen overbodig is. Maar dat was pas veel later, na veel uitzoekwerk. Maar we kregen wel antwoord op een vraag waar we ook benieuwd naar waren, namelijk dat het geluid van een bodemwarmtepomp reuze meevalt.

Voor deze nieuwbouwwoning is het daar geplaatste warmtepompsysteem ongetwijfeld veel te groot. Wij hebben ook een offerte voor een veel te groot systeem gehad (bijna 3 keer te groot). Volgens Duitse installateurs is het typisch Nederlands om het vermogen van de warmtepomp veel te groot te berekenen: 'ze houden met elk mogelijk probleem rekening en tellen dat allemaal op'. Aldus hoorden we in Dinxperlo/Suderwick van de bewoners van een groot huis, gebouwd in 2011, waar een bodemwarmtepomp met een vermogen van slechts 5 kW voor de verwarming zorgt.

Tot 2012, en nog wel wat jaren daarna, had de installatiebranche de warmtepomp nog niet in de vingers: doodleuk de bij HR-ketels gebruikelijke opwarmtoeslag (ook als het buiten -10°C is moet een koud huis snel op temperatuur te brengen zijn) bij het vermogen van de warmtepomp optellen. Een forse overdimensioning maakt een aan/uit warmtepomp onbruikbaar en een modulerende warmtepomp onzuinig. Bij een bodemwarmtepomp kan de prijs voor een veel te grote installatie zomaar 10 tot 20 duizend euro hoger zijn, daarnaast kunnen ook de gebruikskosten hoger zijn. Installateurs claimden soms bij voorbaat al ettelijke m² machinekamer. Die ruimte hebben wij niet, maar onze Nibe heeft gelukkig genoeg aan een hoekje van 70cm breed en 65cm diep, plus enige werkruimte vóór de warmtepomp.

De rest van dit verhaal is nogal technisch, dat is helaas onvermijdelijk. De 'voorlopers' die een warmtepomp overwegen blijken echter vaak een 'exacte achtergrond' te hebben, zij hebben hopelijk enige ruggesteun aan onze bevindingen. Anderen kunnen er wellicht toch voldoende kennis uithalen om een installateur beter aan te sturen. Ook als je een adviesbureau een bestek op laat maken (met zoveel mogelijk detailinformatie en eisen aan de te behalen rendementen) is het goed om zelf eerst wat informatie te verzamelen.

De tekst valt in 3 delen uiteen. Het eerste deel gaat over hoe een bodemwarmtepomp werkt, waar je huis aan moet voldoen en welke begrippen een rol spelen. Het tweede deel gaat over wat je in de gaten moet houden vóór aanschaf, met name het berekenen van het vermogen van de warmtepomp. Het derde deel gaat over het energiezuinig instellen van een aangeschafte warmtepomp.

Deel 1: De werking van een bodemwarmtepomp.

Begrippenlijst.

COP: De warmte die een bodemwarmtepomp produceert komt voor een deel uit elektriciteit en voor een (veel groter) deel uit de bodem. De verhouding tussen elektriciteit en totaal afgegeven warmte staat bekend als COP (Coefficient Of Performance). Met een hogere COP krijg je dus meer warmte voor dezelfde hoeveelheid elektriciteit. Met een COP van 5 produceert een warmtepomp met 1 kWh elektriciteit 5 kWh warmte. De COP is niet constant maar hangt af van de aanvoertemperaturen van bron en CV.

Graadminuut: Een temperatuurverschil van 1 graad gedurende 1 minuut is 1 graadminuut. Een temperatuurverschil van 2°C gedurende 1 minuut is 2 graadminuten, net als een verschil van 1 graad gedurende 2 minuten. Enz. De warmtepomp houdt in graadminuten het verschil tussen berekende aanvoertemperatuur en werkelijke aanvoertemperatuur bij.

Graaddag: Als graadminuut, maar dan met dagen i.p.v. minuten. Het gaat om het verschil tussen de stookgrens en de gemiddelde buitentemperatuur op een dag. Een gemiddelde temperatuur boven de stookgrens levert 0 graaddagen.

MJ: Mega Joule. Dit is een miljoen Joule, de eenheid voor energie. Een kWh is 3,6 MJ.

Moduleren: Een modulerende warmtepomp kan het vermogen terugbrengen van 100% naar 25% (of lager als er meerdere compressoren in zitten). Een modulerende warmtepomp is zuiniger en heeft een langere levensduur dan de nog steeds te koop zijnde niet-modulerende ('aan/uit') warmtepomp.

Stookgrens: De buitentemperatuur waarboven een huis niet verwarmd hoeft te worden. Het richtgetal volgens de 2000 norm (huizen gebouwd tussen 2000 en 2010 met RC 2,5 voor vloer, spouwmuur en dak) is 15°C.

Stooklijn: De stooklijn is een grafiek met daarin voor elke buitentemperatuur de benodigde aanvoertemperatuur van de CV om het binnen op 20°C te houden.

Pendelen: Het telkens starten en na een paar minuten weer stoppen van de warmtepomp. Dit komt doordat het vermogen van de warmtepomp veel te groot is voor de afgiftesystemen (radiatoren en vloerverwarming). Met een goed aangelegde vloerverwarming mag dit niet voorkomen en is pendelen een teken dat het vermogen van de warmtepomp verkeerd berekend is. Pendelen verkort de levensduur van de warmtepomp enorm.

Primaire energie: Dit is de energie-inhoud van brandstoffen in hun natuurlijke vorm. Om energiegebruik te vergelijken kijken we naar de primaire energie. Een HR-ketel levert 90% van de primaire energie uit het gas als warmte, een elektrische kachel 39% van de primaire energie die de centrale verbruikt voor de benodigde hoeveelheid elektriciteit.

De bodemwarmtepomp.

Een bodemwarmtepomp benut warmte uit de bodem. Dit is iets anders dan aardwarmte waarbij warm tot heet water opgepompt wordt (geothermie). Als de elektriciteit die de bodemwarmtepomp gebruikt door een gascentrale geleverd wordt, is het primaire energiegebruik van een bodemwarmtepomp voor verwarming ongeveer 2 keer zo laag als dat van een HR ketel, het primaire energiegebruik voor warm water is dan ongeveer gelijk. Voor een bodemwarmtepomp worden bronnen (gaten van 10 tot 15cm doorsnee die na installatie van de leidingen weer met grind volgestord worden) tot zo'n 100m diep geboord, tot die diepte is de temperatuur 10 - 12°C. Het bronsysteem kan open of gesloten zijn. In het eerste geval pompt de warmtepomp grondwater op uit een bron en terug in een andere bron (dit is niet overal toegestaan). In het tweede geval pompt de warmtepomp vloeistof door een leiding die in een lus in de bron hangt, waardoor de leiding als warmtewisselaar fungeert. In het algemeen zijn er in een gesloten systeem meerdere bronnen, aangesloten via een verdeler. Een warmtepomp koelt de door de bronnen circulerende vloeistof een paar graden af met dezelfde techniek als waarmee een koelkast koelt. Aan het begin van het

stookseizoen is de aanvoertemperatuur van de bron ongeveer 10°C, aan het eind van het stookseizoen kan de aanvoertemperatuur dalen tot 0°C. Een koelkast voert de onstane warmte af aan de achterkant, bij een warmtepomp gaat het er juist om deze warmte te gebruiken in de CV. Een warmtepomp heeft een compressor, net als een koelkast. Een warmtepomp klinkt dan ook als een stevige koelvriescombinatie. Onze warmtepomp staat in een afgesloten ruimte, vlak bij de woonkamer. In de kamer hoor je niets van de warmtepomp.

Opwekkingsrendement van de warmtepomp.

Opwekkingsrendementen van warmtepompen kan je onderling vergelijken door naar de COP te kijken. Voor een bodemwarmtepomp is de COP ongeveer 5 à 6 voor verwarmen en ongeveer 3 voor warm water produceren. De COP is geen vast getal maar hangt af van de aanvoertemperatuur van de CV en de aanvoertemperatuur van de bron. Hoe kleiner het verschil tussen beide aanvoertemperaturen, hoe groter de COP (en hoe lager het elektriciteitsgebruik). Aan het begin van het stookseizoen is de benodigde aanvoertemperatuur in de CV nog laag en de aanvoertemperatuur van de bron nog hoog en daarom de COP het hoogst. De precieze COP bij een aantal aanvoertemperaturen staat in de gelijkwaardigheidsverklaring van TNO of KIWA voor de warmtepomp. Onze Nibe warmtepomp heeft voor een verschil in beide aanvoertemperaturen onder de 30°C een COP van 5,4 en voor een verschil van 40 - 45°C een COP van 5, een verschil in stroomverbruik van 8%. Bij een verschil van 55°C zakt de COP tot 3,5 en voor het produceren van warm water zakt de COP tot 2,2. De modulerende versie van onze warmtepomp scoort een COP van 5,8 voor 35°C verschil en een COP van 5,6 voor 45°C verschil, alweer 8% beter dan de onze. Uit de cijfers van TNO volgt dat onze Nibe van 6 kW met goed gedimensioneerde bron en vloerverwarming ongeveer 7,3 kW levert.

Vermogen van de warmtepomp.

Het vermogen van de warmtepomp is heel belangrijk. Met een te klein vermogen zal, als de buitentemperatuur langdurig ver onder de 0°C blijft, in huis de temperatuur onder de 20°C zakken. Maar voor de zekerheid een flink vermogen installeren is geen goed idee. Door een veel te groot vermogen kan de warmtepomp z'n warmte niet kwijt en telkens na korte tijd stoppen en wat later weer starten (het zogeheten pendelen). Pendelen verkort de levensduur enorm. Als de warmtepomp niet gaat pendelen, kan het vermogen toch te groot zijn. Door een te groot vermogen wordt de aanvoertemperatuur in de CV hoger, waardoor het rendement terugloopt en het elektriciteitsgebruik dus oploopt. In beide gevallen zou de installateur zonder kosten een warmtepomp met minder vermogen moeten installeren, maar de praktijk is installatie van een (groot) buffervat op kosten van de klant.

Het benodigde vermogen van een warmtepomp blijkt verrassend klein. Ons huis is een hoekhuis met een inhoud van 430 m³ met een door aanbouw relatief grote schil. Spouwmuur en dak zijn nageïsoleerd. Uit de eerste 7 jaar gebruik blijkt dat een vermogen van 5 kW voor ons huis voldoende was geweest.

Het is aan te bevelen om het vermogen van de warmtepomp klein te houden, maar het vermogen van de bron juist te overdimensioneren.

Vermogen van de bron.

Het vermogen van de bron is ook heel belangrijk. De warmtepomp haalt het grootste deel van z'n vermogen uit de bodem, de bron moet dat deel kunnen leveren. Het vermogen van de bron is evenredig met de lengte van de bron. In de praktijk werd (wordt?) nog wel eens op de bron bezuinigd, dat is een bijzonder slecht idee. Van een te kleine bron zal de temperatuur elk jaar lager

worden waardoor het stroomverbruik van de warmtepomp toeneemt. Op de lange termijn raakt de bron dan mogelijk onbruikbaar. Het is dan ook verstandig de bron wat te overdimensioneren, hiermee vang je gelijk onvoorziene warmtevraag in extreme/uitzonderlijke gevallen op. Een bijkomend voordeel van een grotere bron is dat de koeling beter werkt.

Overdimensioneren maakt de bron wel evenredig duurder, maar later een bron moeten aanpassen is pas echt duur. Een bron levert tussen de 25W en 55W vermogen per meter (afhankelijk van de grondsoort(en)) en kost ongeveer 30 euro per meter. Heel ruim overdimensioneren kan voor technische problemen zorgen, bijv. als de bronpomp de totale lengte van de leidingen niet aankan.

Als je het vermogen van de warmtepomp, zoals aanbevolen, klein houdt zal deze extra bedrijfsuren moeten maken om aan de jaarlijkse warmtevraag te voldoen (energie is vermogen maal tijd). De bron moet dan eveneens extra bedrijfsuren warmte leveren waardoor de bronlengte toeneemt. In feite krijgt de bron daardoor een hoger vermogen (hoger dan de warmtepomp), voor de bron maakt het niet uit of je het vermogen verhoogt of het aantal bedrijfsuren, dit vereist allebei een grotere bronlengte.

Combisysteem.

Warmtepompen met laag vermogen zijn vaak ook te koop als combisysteem: verwarming, warm water en koeling in één. Dit is goedkoper en scheelt de ruimte voor een losse boiler. Combisystemen zijn er alleen voor de lage vermogens, boven de 10 kW (voor een heel groot huis) wordt het al gauw een aparte boiler bij de warmtepomp.

Lage temperatuur verwarming en isolatie.

Je huis moet geschikt zijn voor (zeer) lage temperatuur verwarming ((Z)LTV). Dit betekent dat de aanvoertemperatuur in de CV maximaal 40 – 45°C, maar liever 35°C of lager is. Bij hogere aanvoertemperaturen dan 45°C schiet het elektriciteitsgebruik van de warmtepomp omhoog. Dit stelt eisen aan de afgiftesystemen (radiatoren en vloerverwarming), maar ook aan de isolatie van je huis. Huizen gebouwd vanaf 2000 zijn voldoende geïsoleerd. Denk bij oude huizen aan naïsolatie van de spouwmuren, (triple) HR++ glas, vloerisolatie (RC 4) en dakisolatie (zo goed mogelijk naïsoleren). Overweeg bij grote glaspartijen triple-glas tegen de koudeval, dit vergroot het comfort aanzienlijk.

Zonder voldoende isolatie kan je huis alleen met hoge temperaturen verwarmd worden. Een hoge aanvoertemperatuur kunnen de meeste warmtepompen slechts korte tijd aaneen leveren. Het Nederlandse bedrijf NRGTEQ maakt modulerende warmtepompen die volcontinu een aanvoertemperatuur in de CV van 80°C aankunnen met een COP boven de 2,5. Een hoge aanvoertemperatuur is natuurlijk alleen nodig als het buiten erg koud is, bij hogere buitentemperaturen is de aanvoertemperatuur lager en zal de COP veel beter zijn.

Vloerverwarming.

Een bodemwarmtepomp werkt optimaal met een traditionele vloerverwarming. De vloer moet aan de onderkant uiteraard goed geïsoleerd zijn. De vloerverwarming fungeert als buffer en maakt een buffervat overbodig. LET OP: als een naregeling de aanvoer tot de vloerverwarming af kan sluiten is er wel een buffervat nodig (gebruik geen naregeling, zie hieronder). De vloerverwarming moet een zo groot mogelijk vermogen hebben, dus veel meters slang in de vloer leggen (maximaal 10 cm tussenruimte). Als je een nieuwe betonvloer gaat aanleggen, kan je overwegen om de slangen in het beton te leggen. Beton geleidt de warmte 2 keer zo goed als zandcement waardoor de aanvoertemperatuur aan de CV-kant in de warmtepomp minder snel oploopt, wat gunstig is voor het

rendement en de kans op pendelen verkleint. En je hebt meer comfort doordat de warmte gelijkmatiger over de vloer verdeeld is. Een dunne afdeklaag met vloerverwarming op metalen plaat op isolatie bovenop de vloer is als buffer minder geschikt. Deze vloerverwarming reageert sneller en is misschien wel geschikt voor een goed modulerende warmtepomp.

Temperatuurregeling met buitenvoeler en stooklijn.

Met een warmtepomp is het gebruikelijk de temperatuur in huis dag en nacht constant te houden. Het komt door het lage vermogen van een warmtepomp dat de temperatuur beter constant kan blijven. Als je de temperatuur in huis laat dalen, kan het uren duren voor het weer op de gewenste temperatuur is. Op het moment dat de buitentemperatuur zakt, moet de warmtepomp alvast in het vooruit gaan verwarmen, temeer daar de vloerverwarming voor extra vertraging zorgt. Temperatuurregeling met buitenvoeler en stooklijn (weersafhankelijke regeling) is daarom voor een warmtepomp veel geschikter dan temperatuurregeling met een binnenthermostaat. De veel gehoorde bezwaren tegen gebruik van een stooklijn bij een HR ketel vinden allemaal hun oorsprong in het verlagen van de nachttemperatuur (de werking van de stooklijn berust op het constant houden van de binnentemperatuur, wat bij een warmtepomp toch al het geval is).

Het is bij onze Nibe warmtepomp mogelijk een thermostaat de berekende aanvoertemperatuur te laten beïnvloeden, bijv. om de verwarming wat af te remmen als de zon de kamer erg opwarmt. Dit werkt veel beter dan een onafhankelijke naregeling voor de aanvoer naar de vloerverwarming. De Nibe kan overweg met maximaal 4 verschillende klimaatsystemen (voor verschillende delen van het huis) met elk hun eigen optionele thermostaat, stooklijn, programmering en andere instellingen (accessoire nodig).

Radiatoren en leidingen.

Radiatoren moeten heel groot zijn en geschikt voor (zeer) lage temperatuur. Als er weinig ruimte is, dan is bijv. een Jaga convector met ventilator een oplossing. De convector geeft geen warmte af als de ventilator niet draait, maar toch moet de toevoer naar de convector in dat geval wèl afgesloten zijn. De reden hiervoor is dat anders het water even warm retour gaat als het aankomt, wat de temperatuurregeling met stooklijn verstoort. Monteer zonodig een elektrothermische radiatorkraan (type NC: Normally Closed) die meeschakelt met de ventilator.

Een ventilator op vol vermogen maakt natuurlijk wel lawaai. Wij gebruiken Jaga's op de verdieping, voornamelijk voor koeling 's zomers overdag, als we daar toch niet zijn. Zowel voor koeling als verwarming werkt de vloer toch veruit het beste (als het alleen om koeling gaat: plafondkoeling werkt het allerbeste). Als het mogelijk is, leg dan in alle verblijfsruimtes vloerverwarming aan. Leidingen moeten ook geschikt zijn voor (zeer) lage temperatuur. Ze moeten veel groter zijn om hetzelfde vermogen over te brengen. Denk daaraan als je eerst nog met een ketel blijft verwarmen en op termijn wilt overstappen naar een warmtepomp.

Warmteterugwinning (WTW) voor de douche en zonneboiler.

Voor de productie van warm water met een warmtepomp is vanwege het lage vermogen van de warmtepomp altijd een boiler met flinke inhoud (die van ons is 180 liter) nodig. Omdat het rendement van de warmtepomp bij warm water slechter is dan bij verwarming is het een goed idee om energie te besparen door de warmwatervraag te reduceren met een douche WTW. De douche WTW maakt de warmwatervoorziening ook geschikter voor een groot aantal personen. Ben je grootverbruiker van warm water, combineer de warmtepomp dan met een zonneboiler.

Deel 2: De bepaling van het vermogen van de warmtepomp.

De grote hobbel vóóraf blijkt het berekenen van het juiste vermogen van een warmtepomp. Dit vermogen is gebaseerd op de warmtevraagberekening. Warmtevraagberekeningen blijken in de praktijk nogal eens veel te hoog uit te komen, zeker als ze onderdeel zijn van een EPA. Het is daarom nuttig zelf inzicht te hebben in het bepalen van de warmtevraag voor je huis. Hieronder staan aandachtspunten voor het bepalen van die warmtevraag en andere zaken die wij vóór aanschaf uitgezocht hebben.

Berekenen van het vermogen uit de warmtevraagberekening.

Belangrijk onderdeel van de warmtevraagberekening is het energieverlies bij een lage buitentemperatuur (de warmteverliesberekening). In Nederland is het gebruikelijk er vanuit te gaan dat bij een temperatuur van continu -10°C de verwarming nog in staat moet zijn om het binnen warm te houden. De verwarming draait dan 24 uur per dag op vol vermogen. Het vermogen dat nodig is om het warmteverlies bij -10°C te compenseren is het minimale vermogen voor elk verwarmingssysteem, maar voor een warmtepomp gelijk ook het maximum. De reden daarvoor is dat bij hoger vermogen pendelen kan optreden.

Veelal voert men als reden voor een hoger vermogen aan dat je rekening moet houden met extreme/ uitzonderlijke gevallen. Maar het vermogen van de warmtepomp schiet bij alle extreme/uitzonderlijke gevallen alleen te kort als het tegelijk ook nog buiten dag en nacht continu in de buurt van de -10°C is, wat weinig voorkomt en als het voorkomt hooguit een paar dagen duurt (er zijn gemiddeld maar acht ijsdagen per jaar, in Hupsel is het van 1991 t/m 2012 zes keer voorgekomen dat de temperatuur twee dagen aaneen gemiddeld onder de -9°C bleef).

Het is de vraag of door de klimaatverandering het ' -10°C -vermogen' inmiddels wat overdreven is. Een heel koude periode kan echter nog wel voorkomen, alleen minder vaak. Een specialist in warmteverliesberekening kan een dynamische berekening uitvoeren. Zo kom je te weten wat het effect is van verlaging van het ' -10°C -vermogen' naar bijv. ' $-7,5^{\circ}\text{C}$ -vermogen' (de uitkomst is een opsomming van binnentemperatuurdalingen, zoals bijv. 'eens in de 10 jaar is gedurende 3 dagen de binnentemperatuur 18°C i.p.v. 20°C '). Je kan dan weloverwogen kiezen voor een lager vermogen van de warmtepomp.

Er mag dus geen enkele toeslag bovenop het ' -10°C -vermogen' gestapeld worden. Let vooral op dat de opwarmtoeslag (voor opwarmen koud huis) 0 is, met een warmtepomp houden we de temperatuur juist constant. Maar valide extreme/uitzonderlijke gevallen, zoals warmteverlies via de scheidingsmuur met een leegstaand buurhuis, zorgen wel voor extra warmtevraag. Deze extra warmtevraag moet dan komen uit toename van het aantal bedrijfsuren (er is extra energie nodig en energie is vermogen maal tijd). Deze extra warmtevraag moeten we dus wel bijhouden, een optie is om 2 vermogens te bepalen, behalve het ' -10°C -vermogen' ook één verhoogd met valide toeslagen. Het 2e vermogen gebruiken we dan bij het bepalen van de lengte van de bron.

Hoe groot het ' -10°C -vermogen' is, is af te leiden uit zaken als de gebruikte isolatie, ventilatieverlies en de gewenste binnentemperatuur. Overleg met de installateur van welke binnentemperatuur (20°C is gebruikelijk, maar denk ook aan toekomstige wensen), (ontwerp)aanvoertemperatuur van de CV en stookgrens uit te gaan en in welke mate de verdieping mee te rekenen. Overleg over de isolatiewaardes, als de installateur die (voor de zekerheid) overdreven laag inschat, dan krijg je een overdreven hoog vermogen. Infiltratieverlies is warmteverlies door het binnendringen van buitenlucht door kieren en naden. Als het huis met de renovatie aardig luchtdicht is gemaakt, dan moet de infiltratie in de berekening laag gehouden worden. Ventilatieverlies zou zo'n 10% van het totaal moeten zijn.

Berekenen van het vermogen uit je gasgebruik.

We nemen eerst de situatie zoals bij ons, dat het huis geïsoleerd is en voorbereid op de warmtepomp (mantelleidingen naar buiten om later de bronnen aan te sluiten). Het huis wordt dan nog verwarmd door de HR ketel, zodat we het gasgebruik voor verwarming kunnen meten. LET OP: het gasverbruik voor koken en warm water telt dus niet mee. Extreme/uitzonderlijke gevallen tellen ook niet mee, kies dus een periode waarin die niet voorkomen. Koude winters tellen natuurlijk wel mee, het gaat bij extreme/uitzonderlijke gevallen om iets als warmteverlies via de scheidingsmuur met een leegstaand buurhuis.

Als je alleen het gasgebruik weet vóór isolatie kan je een EPA laten maken van je huis vóór en na de isolatie. EPA's zijn bedoeld voor het vergelijken van de energieprestaties van huizen en niet geschikt voor het bepalen van de warmtevraag. In beide EPA's staat evengoed wel een (resulterende) warmtevraag (in MJ), deel die van ná de isolatie door die van vóór de isolatie en vermenigvuldig met je gasgebruik. Als de warmtepomp in een ander huis komt wordt het lastig. Waarschijnlijk is uit de EPA's en verhouding tussen de gebruiksoppervlakken van oude en nieuwe huis wel een omrekenfactor te bepalen voor je gasgebruik.

Uit de periode dat we het gasgebruik hebben gemeten moeten we vervolgens berekenen wat het gemiddelde gasgebruik voor verwarming zal zijn. Het jaargemiddelde bereken je door het gasgebruik voor verwarming in een periode te delen door het aantal graaddagen in die periode en te vermenigvuldigen met het langjarige gemiddelde aantal graaddagen. Graaddagen bereken je uit tabellen van het KNMI of met de calculator op mindergas.nl.

Nu weten we het aantal m³, hieruit berekenen we het aantal kWh. Met 1 m³ gas produceert een HR ketel 8,79 kWh warmte (dat is 90% van 9,77 kWh, de primaire energie in 1 m³ gas). De gemiddelde warmtevraag in een jaar is dan (gemiddeld gasgebruik voor verwarming per jaar) * 8,79 kWh. Het vermogen van de warmtepomp vinden we door deze warmtevraag door 1650 te delen. Het getal 1650 is het richtgetal voor het jaarlijkse aantal vollasturen voor huizen gebouwd tussen 2000 en 2010 (2000 norm). Een gerenoveerd oud huis kan ongeveer volgens die norm geïsoleerd worden.

Als je 's nachts de temperatuur lager had dan overdag, dan zal de warmtepomp iets meer warmtevraag dan de HR ketel hebben omdat de warmtepomp de temperatuur constant houdt. Reken dan 10% extra bij meting van het gasgebruik vóór isolatie en 5% extra bij meting na isolatie. Denk na of je ooit een hogere binnentemperatuur zal willen dan tot nu toe, reken dan 8% per graad extra.

Vergelijking van beide berekeningen van het vermogen.

Het vermogen berekend uit de warmteverliesberekening en het vermogen berekend uit het gasverbruik zouden bijelkaar in de buurt moeten liggen. Als het vermogen berekend uit het gasverbruik groter is, dan zitten er wellicht toch extreme/uitzonderlijke gevallen in de meting van het gasgebruik. Is het '-10°C-vermogen' uit de warmteverliesberekening groter, dan kunnen er toch toeslagen voor extreme/uitzonderlijke gevallen in opgenomen zijn (valide toeslagen horen in het '2e' vermogen bedoeld voor de bron). Check of alle invoer voor de gebruikte software wel expliciet is opgegeven, anders kan je niet van toepassing zijnde waardes krijgen, bijv. isolatiewaardes van vóór 1960, terwijl het huis inmiddels gerenoveerd is volgens de normen van het bouwbesluit 2003. Het vermogen uit het gasverbruik is gebaseerd op een meting en heeft daarom de voorkeur.

Uiteindelijke keuze van het vermogen van de warmtepomp.

Een warmtepomp is niet met elk willekeurig vermogen te koop, je moet dus wat hoger of wat lager kiezen dan het berekende vermogen. Als de berekening van het vermogen accuraat is en het

vermogen van vloerverwarming en radiatoren groot, kies dan groter. Als je vermoedt dat het berekende vermogen aan de hoge kant is, kies dan lager voor een aan/uit warmtepomp, maar verlaag niet ook het vermogen van de bron. Met een modulerende warmtepomp is er minder noodzaak om aan de lage kant te gaan zitten.

Kies zeker niet voor een vermogen lager dan 80% van het berekende vermogen. Verlaging tot 80% is wat de warmtepompbranche aanbeveelt voor een aan/uit warmtepomp om pendelen te voorkomen. Het aantal vollasturen wordt dan 2000, bij een aan/uit warmtepomp is dit gelijk aan het aantal bedrijfsuren. Theoretisch kom je dan 3% van de warmtevraag tekort.

Als je een lager vermogen kiest, kan het bij heel lage buitentemperatuur zijn dat het vermogen te klein is om de binnentemperatuur op peil te houden. De warmtepomp zal dan de elektrische bijverwarming inschakelen. Als iedere warmtepomp z'n elektrische bijverwarming inschakelt als het koud is hebben we straks een groot maatschappelijk probleem omdat dan de elektriciteitsvraag groter wordt dan het elektriciteitsnet aankan. Kies dus alleen een laag vermogen als je bereid bent de elektrische bijverwarming uit te schakelen! Het risico is een paar graden lagere binnentemperatuur als de buitentemperatuur een paar dagen heel laag is, wat met een op dat moment lekker warme vloer helemaal niet zo erg is. Bovendien helpt de zon vaak mee als het heel koud is, door zoninval door de ramen en doordat de zon de buitenkant van het huis opwarmt (waardoor het temperatuurverschil tussen binnen en buitenkant, en daardoor ook de transmissie, kleiner wordt). En je kan altijd nog die paar koude dagen de ventilatie wat beperken.

Als je huis heel goed geïsoleerd is, zal het vermogen dat nodig is voor verwarming laag zijn. Als je de warmtepomp voor warm water gaat gebruiken kan een wat hoger vermogen handig zijn. Kies dan wel een modulerende warmtepomp, dan zal pendelen geen probleem worden. Let ook op het koelvermogen van de warmtepomp, ingebouwd passief-koelvermogen is óók lager als het verwarmingsvermogen lager is.

Bepalen van de benodigde lengte van de bron.

De lengte van de bron hangt af van het vermogen dat de warmtepomp aan de bron kan onttrekken en van het aantal vollasturen.

Het vermogen van de bron moet minstens gelijk zijn aan het vermogen dat de warmtepomp aan de bron kan onttrekken. Dat is minder dan het vermogen van de warmtepomp (bijv. 80% bij een COP van 5). Het is verstandig om voor het vermogen van de bron uit te gaan van 100% van het vermogen van de warmtepomp. De temperatuur van de bronaanvoer blijft dan in de loop van het stookseizoen hoger, zodat de COP hoger blijft en we minder elektriciteit gebruiken. Bovendien is dan de kans op uitputting van de bron op lange termijn kleiner.

Bij het vermogen van de bron hoort een bepaalde lengte van de bron. De bron moet het vermogen het aantal vollasturen per stookseizoen volhouden. Het bronbedrijf zal daarom een grotere lengte berekenen als het aantal vollasturen extra groot is.

Meestal gaat men uit van 1650 vollasturen voor de warmtevraag. Bij die vollasturen komen extra uren voor de extreme/uitzonderlijke gevallen die we niet in het vermogen van de warmtepomp verdisconteerd wilden hebben. Denk aan warmteverlies via de scheidingsmuur met een leegstaand buurhuis. Als eerder voor deze extreme/uitzonderlijke gevallen het '2e' vermogen van de warmtepomp berekend is, kan je het verschil tussen het '2e' vermogen en het gekozen vermogen van de warmtepomp bij het vermogen van de bron optellen en het verder voor de vollasturen buiten beschouwing laten. Extra vermogen en extra vollasturen zullen hetzelfde aantal extra meters bron opleveren.

Voor de warm-watervraag gaat men meestal uit van 500 vollasturen. Als je zuinig bent met warm water en/of een douche WTW hebt, dan is 500 uur teveel (maar niet om die reden op de bron bezuinigen!). Als je grootverbruiker van warm water bent zal het bronbedrijf de bronlengte misschien wat groter berekenen. Denk in dat geval ook aan een zonneboiler (waardoor minder extra bronlengte nodig is).

Het bronbedrijf berekent uit het gespecificeerde te leveren vermogen en het aantal vollasturen de lengte van de bron. Bij die lengte hoort ook weer een vermogen (voor het 'standaard' aantal vollasturen), mogelijk groter dan dat van de warmtepomp. Als dit vermogen heel veel groter is dan het vermogen van de warmtepomp, dan zijn er wellicht toch niet valide extreme/uitzonderlijke gevallen opgenomen in de berekeningen. Soms zijn dingen vanzelf aangevinkt, check opwarmtoeslag, hoogste zekerheidsklasse (oververzekering tegen 'calamiteiten'), bij het vermogen opgeteld vermogen voor warm water, verkeerd bouwjaar. Of neem lekker pragmatisch 120% van de standaard bronlengte die hoort bij het vermogen van de warmtepomp.

Door het leveren van het gevraagde vermogen zal de bron in het stookseizoen langzaam afkoelen waardoor de aanvoertemperatuur van de bron steeds lager wordt. Het aantal vollasturen voor de warmtevraag en het aantal vollasturen voor de warm-watervraag tezamen bepalen hoe laag de aanvoertemperatuur kan worden. Voor een goed rendement, dus een hoge COP, moet de aanvoertemperatuur van de bron liefst boven de 4 (eventueel 0)°C blijven. Hiervoor kunnen extra meters bron nodig zijn.

Zorg dat bronbedrijf en installateur in de berekeningen voor de bron koeling in de zomer buiten beschouwing laten (zeg tegen de installateur dat je niet gaat koelen). Door zomerkoeling kan je bezuinigen op de bronlengte, het gevaar is een grotere bezuiniging dan de koeling in de praktijk toelaat. Zonder bezuiniging op de bronlengte zorgt zomerkoeling voor een hogere aanvoertemperatuur van de bron in de winter en dus voor een hogere COP.

Deel 3: Het instellen van de warmtepomp.

Het volgende deel gaat over het instellen nadat de warmtepomp geïnstalleerd is. Voor het instellen heb je de installateurshandleiding nodig. De installateurshandleiding krijg je bij de warmtepomp. Vóór aanschaf van de warmtepomp kan je de handleiding downloaden van de site van de fabrikant. De uitleg hier is aan de hand van onze aan/uit Nibe. Nibe levert inmiddels een modulerende versie van onze warmtepomp.

Bijverwarming in warmwatermodus en legionella.

In de verwarmingsmodus is de elektrische bijverwarming bedoeld als noodvoorziening als de compressor uitvalt en voor als het zo koud is dat het vermogen van de warmtepomp tekortschiet. Met een goed gedimensioneerd systeem gaat dat laatste niet gebeuren. Je kan in de verwarmingsmodus instellen in welke omstandigheden de bijverwarming gebruikt mag worden, dit kan niet in de warmwatermodus.

Onnodig gebruik van de bijverwarming voor het warme water is een bekende energieslurper, maar helemaal uitschakelen kan niet omdat bij de periodieke temperatuurverhoging van het warme water ter voorkoming van legionella de bijverwarming wel nodig is. Programmeer dus een blokkade van de bijverwarming op alle wekdagen op alle uren (altijd dus), behalve op het uur van de periodieke temperatuurverhoging. In onze Nibe kan je niet een tijdvak van 24 uur programmeren, dus op alle wekdagen is door dit programma de bijverwarming gedeblokkeerd op het uur van de temperatuurverhoging. Een verfijning is dan nog een tweede programma met blokkade op het uur van de temperatuurverhoging op alle wekdagen behalve de weekdag met de temperatuurverhoging. Een verdere verfijning is om in het uur van de temperatuurverhoging de comfort klasse van het warme water op eco te zetten.

Een temperatuur van 60°C doodt de bacteriën in een paar minuten, een temperatuur van 55°C in 3 uur. Wij hebben de te bereiken temperatuur in onze Nibe daarom op 56°C ingesteld (er vanuitgaande dat op het tijdstip van de periodieke verhoging 3 uur lang geen warm water nodig is). De ingestelde temperatuur is de temperatuur onderin de boiler, bovenin de boiler is het veel warmer (de waterinlaat zit onderin, de wateruitlaat bovenin).

Automatisch schakelen van koelen en verwarmen in automodus.

Voor verwarming is de gemiddelde buitentemperatuur over 24 – 48 uur het handigst voor het automatisch bepalen of de verwarming helemaal uit kan. Het alternatief is dat de huidige buitentemperatuur bepaalt of de verwarming uit kan. Nadeel van dit laatste is dat in de zomer in een koude nacht de verwarming aangaat terwijl de warmte overdag de afkoeling 's nachts volledig compenseert (of erger: overdag de koeling aangaat). Voor het automatisch bepalen of de koeling aan moet is de gemiddelde buitentemperatuur onhandig, de koeling start dan veel te laat. Maar de praktijk leert dat de koeling ook te laat start door naar de huidige buitentemperatuur te kijken. Wij zijn voor het starten van de koeling overgegaan op handbediening en gebruiken de gemiddelde buitentemperatuur voor het automatisch schakelen.

Instellen stoptemperatuur van de (bij)verwarming en koeling in automodus.

Stel 'stop verwarming' in op de gemiddelde dagtemperatuur waarvan je weet dat er geen verwarming nodig is (in de zomer). Bij ons is dat 15°C. Stel 'stop bijverwarming' in op -20°C om in tijdvakken waarin de bijverwarming niet geblokkeerd is excessief elektriciteitsgebruik te voorkomen.

Koeling.

Wij starten de koeling met de hand op basis van weersverwachting en binnentemperatuur. Onze ervaring is dat je door de koeling op tijd aan te zetten de opwarming (bij ons voornamelijk op de verdieping) redelijk tegen kan houden. We hanteren een vlakke koellijn op 14°C en stellen telkens als we de koeling inschakelen de minimum koeltemperatuur (en daardoor de koellijn) zo laag in als de luchtvochtigheid toelaat. Als de koeltemperatuur te laag (onder het dauwpunt) is krijg je condensvorming op de leidingen en mogelijk zelfs op de vloer. Als je niet telkens de minimum koeltemperatuur in wilt stellen, zet hem dan op 18°C. De nieuwste warmtepompen kunnen zelf de luchtvochtigheid in de gaten houden en zo de koeltemperatuur boven het dauwpunt houden. Tip: als de aanvoertemperatuur niet laag genoeg kan door hoge luchtvochtigheid, kan je het koelvermogen nog verhogen door de pompsnelheid van de CV te verhogen.

Stooklijn.

De juiste stooklijn vinden is een kwestie van stooklijnen uitproberen. Begin met de stooklijn die 35°C aangeeft bij -10°C. Kijk vervolgens een paar dagen of de binnentemperatuur 's ochtends vroeg 20°C is ('s avonds is het vaak wat warmer door TV en verlichting en doordat iedereen in de kamer zit). Een buitentemperatuur net onder de 0°C is het meest geschikt om de juiste stooklijn te vinden. Als met de gevonden lijn, bij een buitentemperatuur ruim boven 0, het binnen te warm is, dan houd je de lijn, maar verlaag je hem met 1 stap. Misschien heb je uiteindelijk een hogere lijn, met 2 stappen verlaagd nodig. Als de binnentemperatuur constant ongeveer 20°C is in alle seizoenen heb je de goede lijn te pakken. Het vinden van de juiste stooklijn kan dus even duren, maar daarna is het voor altijd in orde. Voor een hogere of lagere gewenste temperatuur dan 20°C moet je de gevonden lijn 'verschuiven'.

Maximum aanvoertemperatuur.

Stel deze in op 40°C.

Maximum verschil aanvoertemperatuur.

Dit is het verschil tussen huidige aanvoertemperatuur en berekende aanvoertemperatuur. Als het verschil te groot is stopt de warmtepomp. Dit verschil is blijkbaar een indicatie dat er iets fout gaat (bijv. alle kranen dicht). De fabrieksinstelling in onze Nibe is 10°C. Wij hebben in het reguliere gebruik een groter verschil gehad (en onterecht stoppen dus) en daarom deze instelling op 20°C gezet.

Instelling graadminuten.

De aanvoertemperatuur in de CV zou idealiter steeds gelijk moeten zijn aan de huidige berekende aanvoertemperatuur. Dat lukt nooit met een aan/uit warmtepomp omdat deze altijd hetzelfde vermogen levert. Een modulerende warmtepomp gaat het beter af, maar zal het ook niet lukken. Als de warmtepomp warmte levert wordt de aanvoertemperatuur te hoog en vanaf dat de warmtepomp stopt met verwarmen daalt de aanvoertemperatuur tot onder de berekende aanvoertemperatuur. Hoe lang dit dalen door mag gaan totdat de warmtepomp weer warmte moet gaan leveren hangt af van het ingestelde aantal graadminuten.

Met een goed bufferende vloerverwarming (zie het stuk over vloerverwarming) kan het ingestelde aantal graadminuten flink omlaag (groter worden zou je denken, maar het is een negatief getal en gaat dus omlaag). Door een lager ingesteld aantal graadminuten neemt het aantal starts van de compressor fors af waardoor de levensduur van de compressor behoorlijk toeneemt (men gaat uit van 6000 starts per jaar, dit kan flink omlaag, bijv. naar 2500 per jaar). Het is geen maatregel tegen

pendelen, pendelen betreft extra starts bovenop het normale aantal. Als het vermogen van de vloerverwarming groot is, zal de aanvoertemperatuur in de CV maar langzaam oplopen en kan de compressor lang (uren!) blijven draaien, wat alleen zal gebeuren als het erg koud is. Door de traagheid en buffering van de vloerverwarming hoef je niet bang te zijn voor temperatuurschommelingen.

Wij hebben van onze aan/uit warmtepomp het aantal graadminuten ingesteld op -240 (fabriekswaarde was -60). In voor- en naseizoen draait de compressor soms minder dan 15 minuten aaneen, met vrieskou één tot meerdere uren aaneen. Zet het aantal graadminuten voor de bijverwarming op -2000 om te voorkomen dat de bijverwarming inschakelt in tijdvakken waarin de bijverwarming niet geblokkeerd is. Je kan de huidige waarde van het bijgehouden aantal graadminuten wijzigen, zet het bijv. heel laag als het koud is doordat de stroom lange tijd uitgevallen is.

Snelheid CV-pomp.

De CV-pomp draait altijd, behalve natuurlijk als de verwarming zich automatisch heeft uitgeschakeld. Als de warmtepomp niet aan het verwarmen is draait de pomp wel langzamer, in de 'zuinige' stand. Deze stand kan je gerust op 10% instellen. Het zuinig doordraaien is nodig om de graadminuten bij te houden (met een buffervat gaat dit anders).

Tip: ventilatieroosters en CO2 meter.

Als je kozijnen en ramen vervangt, laat dan veel ventilatieroosters plaatsen. Wij hebben er veel op aanraden van onze aannemer en dat bevalt goed. Om je energiegebruik te beperken moeten de ventilatieroosters zo dicht mogelijk, maar wel zover open dat je voldoende ventileert. Maar wat is voldoende? Dat kan je goed aflezen op een CO2 meter, als je slecht ventileert wordt het CO2 gehalte in de binnenlucht (snel!) te hoog. Afhankelijk van het weertype staan bij ons de ventilatieroosters allemaal helemaal open tot bijna allemaal dicht en een paar een beetje open.

Informatiebronnen.

Wikipedia
warmtepomp-info.nl
warmtepomp-weetjes.nl

Dynamische warmteverliesberekening.

dorsthorst.com (Winterswijk)

Graaddagencalculator.

mindergas.nl

Nibe.

www.nibenl.eu