

INHOUDSOPGAVE

Samenvatting	7
Afkortingen	8
Symbolen	8
0 Inleiding	9
0.1 Doel van de publicatie	9
0.2 Toepassingsgebied	9
0.3 Integraal ontwerpen	9
0.3.1 Definitie	9
0.3.2 Traditionele werkwijze	9
0.3.3 Integrale werkwijze in een bouwteam	10
0.4 Waarom warmtepompen toepassen?	10
0.5 Voorwaarden voor succesvolle toepassing	11
0.6 Relevante normen en richtlijnen	11
0.7 Werkwijze van deze publicatie	12
1 Programmafase	13
1.1 Inleiding	13
1.2 Eisen en wensen opdrachtgever	13
1.3 Keuze installatie met warmtepompen	14
1.3.1 Selectie afgifte-installatie	14
1.3.2 Selectie opwekkingsinstallatie met warmtepomp	22
1.3.3 Selectie warmtebron en regeneratie	23
1.3.4 Installaties met warmtepompen	25
1.4 Warmte- en koudevraag	26
1.4.1 Inleiding	26
1.4.2 Berekeningsprogramma's	26
1.4.3 Stappen om energiestromen vast te stellen	26
1.4.4 Bepalen van de warmte- en koudevraag	27
1.4.5 Bijdrage warmtepomp en energieopslag	29
1.4.6 Koude laden en koude ontladen	30
1.4.7 Gevoeligheid voor klimaatjaar	30
1.4.8 Voorbeeld voor bepaling energiebalans	31
1.4.9 Energiegebruik	32
1.4.10 Vergelijking met praktijkgegevens van warmte- en koudevraag	32
1.5 Economische haalbaarheid	33
1.6 Programma van eisen installatie met warmtepomp	35
2 Ontwerpfase	39
2.1 Inleiding	39
2.2 Modulaire opbouw van de ontwerpfase	40
2.3 Bepalen van de vermogensbehoefte in de vertrekken	41
2.3.1 Vermogensbehoefte verwarming op vertrekniveau	41
2.3.2 Vermogensbehoefte koeling op vertrekniveau	44
2.4 Dimensioneren van afgiftesystemen in vertrekken	45
2.4.1 Vloerverwarming/koeling	45
2.4.2 Betonkernactivering	47
2.4.3 Naverwarmers ventilatielucht in luchtkanalen	50
2.4.4 Inductieapparaten, ventilatorconvectoren, passieve koelconvectoren	51
2.4.5 Klimaatplafonds	52
2.4.6 Radiatoren	52
2.4.7 Convectoren	54
2.5 Inpassen warmte- en koudeafgiftesystemen in distributiesysteem	54
2.5.1 Benodigde informatie	54
2.5.2 Typen distributiesystemen	55
2.5.3 Keuze distributiesysteem	55
2.5.4 Capaciteitsregeling afgiftesysteem en regelbaarheid	55
2.5.5 Dimensionering distributiesysteem	57

	2.5.6	Omschrijving gewenste functionaliteit	58
	2.5.7	Gegevens distributiesysteem	58
2.6		Luchtbehandeling	59
	2.6.1	Overwegingen bij bepaling temperatuur ventilatielucht	59
	2.6.2	Vermogensbehoefte verwarming ventilatielucht in luchtbehandelingskast	61
	2.6.3	Vermogensbehoefte koeling ventilatielucht in luchtbehandelingskast	64
	2.6.4	Samenvatting dimensionering verwarmings- en koelelement	65
2.7		Warm tapwater	66
	2.7.1	Vermogensbehoefte warm tapwater	66
	2.7.2	Distributiesysteem warm tapwater	67
	2.7.3	Inzetbaarheid van warmtepompen voor warm tapwater	67
	2.7.4	Resultaat van dimensionering	69
2.8		Proceskoeling	69
	2.8.1	Uitgangspunten voor dimensionering	69
	2.8.2	Afgiftesysteem en distributiesysteem	70
	2.8.3	Resultaat van dimensionering	70
2.9		Inpassen distributiesystemen in gebruikermodulen	71
	2.9.1	Benodigde informatie	71
	2.9.2	Selectie gebruikermodulen voor verwarmen en koelen	71
	2.9.3	Selectie gebruikermodulen voor distributiesystemen	73
	2.9.4	Selectie gebruikermodulen voor luchtbehandeling	75
	2.9.5	Selectie gebruikermodulen voor tapwaterbereiding	76
	2.9.6	Selectie gebruikermodulen voor proceskoeling	77
	2.9.7	Dimensionering	77
	2.9.8	Omschrijving gewenste functionaliteit	79
	2.9.9	Gegevens gebruikermodulen	79
2.10		Dimensionering opwekkingsinstallaties	79
	2.10.1	Inleiding	79
	2.10.2	Dimensionering warmtepomp	80
	2.10.3	Dimensionering overige opwekkers	87
2.11		Inpassing opwekkingsinstallaties in opwekkermodulen	88
	2.11.1	Condensorzijde warmtepomp	88
	2.11.2	Verwarmingsetel(s)	88
	2.11.3	Verdamperzijde warmtepomp	88
	2.11.4	Energieopslag	89
	2.11.5	Droge koeler	90
	2.11.6	Functie van drieweg regelkleppen voor de condensor en de verdamper	90
	2.11.7	Functie van een buffer	92
	2.11.8	Koppelen van opwekkermodulen	93
2.12		Gebruikermodulen koppelen aan opwekkermodulen	94
	2.12.1	Transport- & verdeelmodulen (distributiemodulen)	94
	2.12.2	Basis hydraulische schema's	96
	2.12.3	Opties bij basisinstallatie warmte- en koudelevering	97
2.13		Dimensioneren warmtebron	98
	2.13.1	Installatie met warmtepompen zonder koudelevering (niet bodemgekoppeld)	98
	2.13.2	Installaties met warmtepompen met koudelevering (bodemgekoppeld)	99
2.14		Vastleggen van de gewenste functionaliteit	104
3		Uitwerkingsfase	105
	3.1	Keuze van materialen en fabrikaten	105
	3.2	Werkbescheiden	105
	3.3	Vergunningen en nutsvoorzieningen	106
	3.4	Uitwerken gewenste functionaliteit	106
4		Realisatiefase	109
	4.1	Kwaliteitsbewaking tijdens de uitvoering	109
	4.2	Veiligheid, gezondheid en milieu	111
	4.3	Beproeving van de installatie	111
	4.4	Inbedrijfstelling van de installatie	111
	4.5	Nazorg in het kader van realisatie	112

4.6	Rapporten	112
4.7	Revisiebescheiden en bouwdoossier	112
4.8	Oplevering	112
5	Beheerfase	113
5.1	Onderhoud en verplichtingen vanuit wetgeving	113
5.1.1	Warmtepompen (STEK)	113
5.1.2	Verwarmingsketels (Scios)	114
5.1.3	Bronnen	114
5.1.4	Overig onderhoud	114
5.2	Monitoring	114
5.2.1	Registratie en analyse van opgeslagen data	115
5.2.2	Data ten behoeve van rapportage Provincie	115
5.2.3	Technisch functioneren	115
6	Voorbeeld	117
6.1	Resultaat uit programmafase	117
6.2	Resultaat ontwerpfase	120
6.2.1	Functionele beschrijving op concept niveau	120
6.2.2	Principeschema's	121
6.2.3	Dimensionering	123
6.3	Resultaat uitwerkingsfase	125
6.3.1	Beschrijving klimaatinstallatie	125
6.3.2	Processchema klimaatinstallatie	125
6.3.3	Functielijsten apparaten en instrumenten	127
6.3.4	Beschrijving functioneren klimaatinstallatie	127
Bijlage A:	Aandrijfenergie warmtepompen	133
Bijlage B:	Warmtebronnen	141
Bijlage C:	Klimaatinstallaties met warmtepompen	149
Bijlage D:	Jaarbelastingsduurkromme	155
Bijlage E:	Bepaling COP, PER, Koudefactor en rendementen	160
Bijlage F:	Dimensionering en regeling van een temperatuur gelaagd buffer	163
Bijlage G:	Warmtepompconfiguraties met opties	167
Bijlage H:	Energieopslag recirculatie en laden/ontladen	175
Bijlage I:	Koudemiddelen	179
Bijlage J:	Koppeling met andere warmtepompinstallaties	182
Bijlage K:	Afpersen van PE-leidingen	183
Bijlage L:	Gerealiseerde installaties	185
Bijlage M:	Betrokken partijen	186
	Begrippen en definities	187
	Literatuur	194