



Agentschap NL
Ministerie van Volkshuisvesting,
Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

De stooklijn onder het mes

Optimalisering van installaties in de gezondheidszorg

>> Als het gaat om energie en klimaat



Inleiding en inhoud

Deze brochure geeft u inzicht in actuele kennis en ervaringen rond stooklijnen en de toepassing ervan. De inhoud is zo veel mogelijk afgestemd op uw werkzaamheden als technisch beheerder bij een zieken- of verpleeghuis. U speelt een centrale rol bij technische veranderings- en verbeterprocessen waarin het binnenklimaat als één van de aandachtspunten geldt. De in deze brochure voorgestelde aanpak biedt een concreet handvat om vorm te geven aan de verbetering van het binnenklimaat. En om dat op een even effectieve als efficiënte (lees: kostenbewuste) manier te doen.

1	De stooklijn onder het mes	3
2	Wat gaat er (vaak) mis?	5
3	Naar een optimale situatie	6
4	Naar een optimale stooklijn voor cv-installaties	7
5	Naar een optimale stooklijn voor luchtbehandeling	9
6	Aan de slag	11
7	Supplement achtergronden	15

1 De stooklijn onder het mes

Het belang van een comfortabel en gezond leefklimaat in ziekenhuizen en verpleegtehuizen is evident. Zo'n klimaat draagt immers substantieel bij aan het algemene welbevinden van patiënt en personeel. Daarbij is het ook nog eens van invloed op de arbeidsproductiviteit en het terugdringen van ziekteverzuim.

Een goed binnenklimaat hangt onder meer af van de wijze waarop de klimaatinstallatie in het gebouw functioneert. Is de temperatuur naar wens? Is het gebouw 's morgens op tijd warm? Wordt rekening gehouden met de wisselende eisen op de dag?

Personeel en andere gebruikers stellen een goed binnenklimaat zeer op prijs. In de praktijk komt de ideale situatie echter lang niet altijd voor. Zo wordt de temperatuur in veel ziekenhuizen en verzorgingshuizen als te warm ervaren. Het optimaliseren van de installatie heeft een gunstige invloed op deze situatie. Bovendien zijn de kosten betrekkelijk gering. Daarmee kan met een relatief lage investering een klimaatverbetering tot stand worden gebracht die vaak aanzienlijk is.

In deze brochure wordt ingegaan op de maatregelen. Centraal staan het (opnieuw) inregelen van de installatie en het optimaliseren van de setpoints. Vragen die aan de orde komen, zijn onder meer:

- Wat mag u van een geoptimaliseerde installatie verwachten?
- Hoe weet u of het optimaliseren van uw installatie zinvol kan zijn?
- Welke stappen zet u om te komen tot optimalisering?
- Hoe begeleidt u de installateur of adviseur?

Het uiteindelijke rendement van de maatregelen zal voor elke zorginstelling verschillend uitpakken.

Tenslotte is de installatietechnische Ausgangssituatie bij elk gebouw verschillend. Bovendien kenmerkt elke instelling zich door een eigen mix van gebruiksfuncties met elk hun eigen karakter, eigen bedrijfstijden en specifieke eisen aan het binnenklimaat. Niettemin zal meestal een aanzienlijke verbetering ten aanzien van het comfort en het energiegebruik kunnen worden bereikt.

De gegevens uit deze brochure zijn gebaseerd op twee recente onderzoeken over het verbeteren van bestaande installaties. De uiteindelijke inhoud is mede tot stand gekomen in samenspraak met een grote gezondheidsinstelling in ons land.

Aanleiding

In veel gezondheidszorggebouwen kan met relatief weinig investeringen het comfort worden verbeterd en daarmee een gezondere werkomgeving worden gerealiseerd. Dit is niet alleen gunstig voor de arbeidsproductiviteit maar ook voor de beperking van het ziekteverzuim. Bovendien kan het energiegebruik tegelijkertijd sterk worden verminderd:

- 1 Uit een recent uitgebreid onderzoek naar de verwarming van utiliteitsgebouwen (Lit.1) blijkt dat door een verkeerd ingeregelde verwarmingsinstallatie het klimaat moeilijk individueel regelbaar is, waardoor veel comfortklachten ontstaan en bovendien het energiegebruik te hoog is. Een energiebesparing van 5 tot meer dan 30% is mogelijk.
- 2 Door te kiezen voor andere inblaastemperaturen (stooklijn) dan momenteel gebruikelijk is, kan het comfort aanzienlijk worden verbeterd en kan respectievelijk 10 tot 30% op koel- en verwarmingsenergie worden bespaard. Dit blijkt uit een uitgebreide studie weergegeven in ISSO publicatie 68 (Lit.2).



Uitgangspunten

1 Haalbaar

De aanpak in deze brochure is gebaseerd op de praktijk. Haalbaarheid staat in die praktijk voorop. Maar ook het besef dat het optimaliseren van de installatie een vak is dat overeenkomstig moet worden uitgevoerd. Inregelen is geen sluitpost en mag dat ook niet zijn.

2 Betaalbaar

De voorgestelde aanpak gaat uit van het bestaande potentieel van installaties. Dat betekent dat de kosten zich kunnen beperken tot vooronderzoek en het inregelen van de installatie en het instellen van setpoints. Technische aanpassingen kunnen noodzakelijk zijn. U 'wint' echter op energie- en onderhoudskosten. Bovendien zal een comfortabel en gezond binnenklimaat een positieve weerslag hebben op de productiviteit en het ziekteverzuim (Lit.9).

3 Controleerbaar

De voorliggende verbeteringen gaan vergezeld van een bondig en concreet stappenplan. Ook is er aandacht voor de wijze waarop u uw installateur of adviseur aanstuurt en controleert.

4 Integraal toepasbaar

Lokaal gerichte oplossingen voor warmte- of koudeproblemen hebben vaak negatieve effecten op andere delen van het gebouw. Het integraal benaderen van oplossingen voorkomt deze.



2 Wat gaat er (vaak) mis?

Installaties in bestaande gezondheidszorggebouwen zijn met de nodige aandacht ontworpen en functioneren in het begin meestal naar verwachting. Het is vooral door het veranderend gebruik of door bouwkundige aanpassingen dat problemen ontstaan. Bijvoorbeeld als er interne verhuizingen plaatsvinden of een vleugel wordt bijgebouwd. Dergelijke situaties vragen in veel gevallen om een aanpassing van de installatie: geïntegreerd aangepakt – dus ook met aandacht voor de andere ruimtes in het gebouw – en erop gericht om ook bestaande knelpunten ‘mee te nemen’.

De praktijk toont dat het daar vaak niet van komt. Uit kosten-oogpunt wordt eerder gekozen voor het lokaal en op ad hoc basis verhogen van de water- of luchttoevoer of voor het in zijn geheel verhogen of verlagen van de stooklijn.

Voorbeelden uit de praktijk

a Oneconomische koudeleverantie en verkeerde stooklijn

Vanwege een interne verhuizing verandert een ruimte met weinig interne warmte in een ruimte met veel interne warmte. Het wordt daardoor te warm zodat de technisch beheerder de vaste inblaasttemperatuur van 16 °C verlaagt naar 15 °C. Het gevolg is dat in andere ruimten, met minder interne warmte, wordt geklaagd over koude. In deze ruimten wordt de verwarming aangezet. In totaal neemt het energiegebruik toe.

b Verkeerd inregelen

Een ziekenhuis bouwt een vleugel bij. Uit het oogpunt van kostenbesparing wordt aangesloten op de bestaande verwarmingsinstallatie zonder dat deze opnieuw wordt ingeregeld. Vooraf was berekend dat het vermogen van de huidige verwarmingsinstallatie toereikend is. Het blijkt nu dat er in de nieuwbouw een warmtetekort is. Dit wordt opgelost met een zwaardere pomp. Na het plaatsen van deze pomp blijkt dat elders te weinig warmte aanwezig is, zodat ook hier zwaardere pompen worden geplaatst. Uiteindelijk zijn er overal zwaardere pompen geplaatst die tegen elkaar inwerken.

c Oneconomische koudeleverantie

Op een afdeling komt nieuwe apparatuur. Deze geeft veel warmte af. De technisch beheerder besluit de ventilatoren ‘op te toeren’ zodat meer lucht wordt toegevoerd om voldoende koude te kunnen leveren. Aangezien het energiegebruik en ook de geluidshinder sterk toeneemt is dit geen gewenste oplossing. Stel dat in een ziekenhuis 36.000 m³/h lucht wordt toegevoerd bij een drukverschil tussen toe- en afvoer van 2.000 Pascal. 10% meer lucht betekent een druktoename van 420 Pascal door hogere luchtsnelheden in de kanalen. Tevens wordt het rendement (werkpunt) van de ventilator ongunstiger. Op jaarbasis vermeerderd het elektriciteitsgebruik met 33% = ca. 50.000 kWh.

De gevolgen van niet-planmatige en niet-integrale aanpassingen aan de installatie kunnen zijn dat het plaatselijke comfort maar ten dele verbetert en vaak elders afneemt, dat het energiegebruik sterk toeneemt en het onderhoud eveneens stijgt. Problemen als deze zijn meestal te voorkomen door het integraal aanpakken van aanpassingen aan de installatie. Het is dan ook altijd relevant een vooronderzoek uit te voeren naar de mogelijkheden van het opnieuw inregelen van de installatie en het aanpassen van de stooklijn.

3 Naar een optimale situatie

Met het optimaliseren van installaties kunnen veel van de beschreven comfort- en energieproblemen worden opgelost. Als uitgangspunt wordt genomen dat een installatie altijd goed ingeregeld moet zijn, zowel waterzijdig als luchtzijdig. Hierdoor wordt de warmte, en indien aanwezig de koude, beter verdeeld over het gebouw.

Door middel van het optimaliseren van de stooklijn van de cv wordt de watertemperatuur beter afgestemd op de warmtevraag. Dit leidt tot een beter comfort en minder energieverbruik.

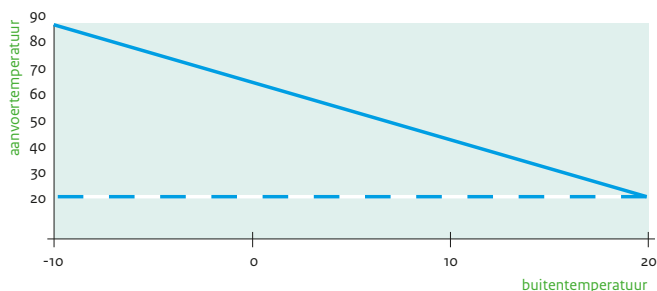
Bij het optimaliseren van de stooklijn van de luchtbehandeling wordt meer gebruik gemaakt van vrije koeling. Tevens wordt zoveel mogelijk voorkomen dat er gelijktijdig gekoeld en verwarmd wordt. Ook dit leidt tot meer comfort en een lager energiegebruik.



4 Naar een optimale stooklijn voor cv-installaties

Veel verpleeghuizen en in mindere mate ook ziekenhuizen beschikken over een combinatie van centrale verwarming met mechanische of natuurlijke luchttoevoer en mechanische afvoer. De stooklijn van de verwarming is daar het belangrijkste middel om de temperatuur in het stookseizoen te regelen. In veel gebouwen is het in het hele jaar te warm, wat vooral merkbaar is in de centrale ruimten. Dit is een signaal dat meer aandacht voor de stooklijnen en het inregelen vereist is. Bij een goed ingeregelde verwarmingsinstallatie wordt gebruik gemaakt van al aanwezige interne warmtebronnen (mensen, verlichting, computers) en externe warmtebronnen (zon) doordat thermostatische regelingen beter functioneren. In figuur 1 wordt een gebruikelijke stooklijn aangegeven, waarbij de aanvoertemperatuur afhankelijk is van de buitentemperatuur.

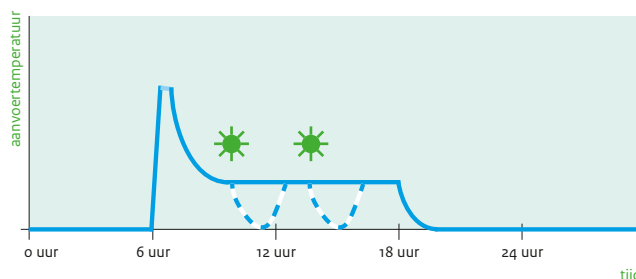




Figuur 1: Gebruikelijke warmwaterstooklijn voor radiatoren.

Als via de centrale warmwateraanvoer ook warmwater voor boilers wordt geleverd, ligt de temperatuur gemiddeld hoger.

Bij lokale naverwarmers in luchtkanalen is de aanvoertemperatuur bij 20°C buitentemperatuur hoger dan 20°C omdat anders geen naverwarming in koude ruimten plaats kan vinden.



Figuur 2: Dagcyclus van een vereenvoudigde ideale stooklijn voor verwarming in een conventioneel gebouw zonder lage temperatuur verwarming. Het patroon hangt af van de mate van isolatie en de massa van het gebouw.

Stooklijn met dagcyclus

Afhankelijk van de mogelijkheden van uw installatie, is het mogelijk een extra bijdrage te leveren aan comfort en energiebesparing. Dit kan door per dag een stooklijn in te stellen waarbij vóór aanvang van de werktijd een hogere temperatuur wordt geleverd. Er ontstaat een ribbel op de stooklijn per dag (figuur 2).

De gebruikstijd in figuur 2 loopt van 7.00 tot 18.00 uur. Tijdens deze periode manifesteert zich een wisselende warmtevraag vanwege een wisselend aanbod van externe en interne warmte. Zodra er veel externe warmte is als gevolg van de zon en/of interne warmte als gevolg van mensen, verlichting en apparatuur, vervalt de warmtevraag en kunnen de radiatoren uit. Buiten gebruikstijd koelt het gebouw maximaal af. Een dergelijke dagelijkse stooklijn van het cv-water bespaart veel energie.

Belangrijk voor een optimaal rendement is de periode van verwarmen: deze moet zo kort mogelijk worden gehouden. Verder is van belang dat vlak vóór het begin van de werktijd met een zo hoog mogelijke temperatuur wordt gestookt om snel op te warmen. Tijdens werktijd moet gelijkmatig met een zo laag mogelijke temperatuur worden verwarmd. Buiten werktijd kan de verwarming worden uitgeschakeld, tot een zo laag mogelijke ruimtetemperatuur, tot minimaal 10-12°C als de omstandigheden het toelaten.

Als u stookt met een zo laag mogelijke temperatuur

Om met een lage temperatuur te kunnen stoken en met behulp van thermostaatkranen gebruik te kunnen maken van externe en interne warmte, is de volgende situatie vereist:

- De installatie moet goed zijn ingeregeld. Anders jagen vertrekken die onterecht te weinig warmwater ontvangen de centrale aanvoertemperatuur omhoog, omdat de gebruikers gaan klagen over te weinig warmte.
- De referentieruimtevoelers bevinden zich in vertrekken met 'gemiddelde' klimaten. Ook moeten de ruimtevoelers niet worden beschenen door de zon of worden afgeschermd door kasten.
- In het referentievertek moeten de thermostaatkranen aan de onderkant worden ingesteld: dit impliceert een begrenzing op minimaal 20°C.

Nachtverlaging

Bij goed geïsoleerde gebouwen met HR++-glas met lage temperatuurverwarming wordt doorgaans geen nachtverlaging toegepast. Buiten gebruikstijd koelt het gebouw dan maar een paar graden af, zodat een geringe opwarmcapaciteit volstaat bij aanvang van de gebruikstijd. Bij een lage temperatuurverwarmingsinstallatie wordt de opwarmcapaciteit van de installatie nauwkeurig afgestemd op de benodigde opwarmcapaciteit en is er slechts weinig opwarmcapaciteit aanwezig. In uitzonderlijke situaties, zoals bij zeer lage buitentemperaturen (lager dan waarop de installatie gedimensioneerd is) en bij een langere buitengebruikstelling (bijvoorbeeld de kerstvakantie) moet rekening worden gehouden met deze beperkte extra opwarmcapaciteit. Beter is het gebouw niet te ver te laten afkoelen of eerder te beginnen met opwarmen.

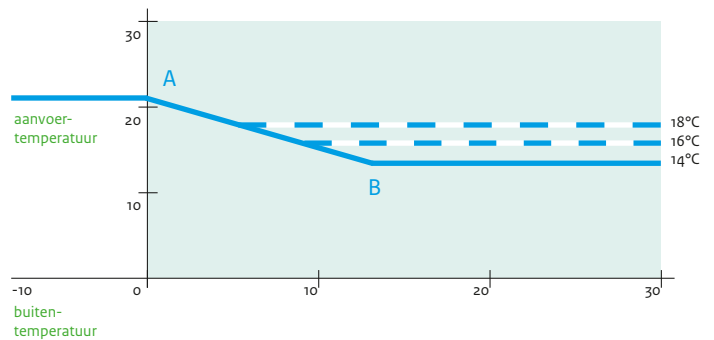
Ook als in een gebouwdeel sprake is van een continubedrijf en in het andere deel van een bedrijf met nachtverlaging, kan het zonder meer toepassen van (veel) nachtverlaging tot ongewenst warmtetekort leiden.

5 Naar een optimale stooklijn voor luchtbehandeling

De meeste ziekenhuizen beschikken over een luchtbehandelingsinstallatie waarbij mechanisch ventilatielucht wordt toe- en afgevoerd. Deze lucht wordt voorverwarmd om comfortklachten te voorkomen, en draagt daarmee bij aan het verwarmen van het gebouw. Dat lucht in toenemende mate wordt gebruikt om te koelen is een trend die ook zichtbaar is bij verpleeghuizen.

Bij de meeste conventionele stooklijnen wordt lucht via een luchtbehandelingskast boven een bepaalde buitenluchttemperatuur met een vaste temperatuur toegevoerd, bijvoorbeeld 14, 16 of 18°C (B in figuur 3). Onder deze buitenluchttemperatuur stijgt de toeverluchttemperatuur met het dalen van de buitentemperatuur. Dit gebeurt totdat de lucht eveneens met een vaste temperatuur wordt toegevoerd, bijvoorbeeld 22°C (A in figuur 3). Als dan meer warmte nodig is vindt naverwarming plaats met radiatoren of naverwarmers in luchtkanalen.

In de praktijk functioneert deze stooklijn niet altijd optimaal. Dit blijkt uit te warme vertrekken bij veel ziekenhuizen gedurende het hele jaar. Dikwijls wordt bovendien langdurig en op veel plaatsen tegelijkertijd verwarmd en gekoeld.



Figuur 3: Conventionele stooklijn toegevoerde lucht.



Gebruik van vrije koeling

Een oplossing is om meer gebruik te maken van koeling met buitenlucht zodra deze kouder is dan de binnenlucht. Dit heet vrije koeling. Hierdoor kan veel warmte die anders in het gebouw blijft hangen, met ventilatie worden afgevoerd. Bij moderne ziekenhuizen met luchtverwarming en naverwarmers wordt gedurende het hele jaar lucht met een vaste temperatuur van 16°C toegevoerd. Deze instelling is met name van belang vanwege de benodigde koeling gedurende het hele jaar in ruimten met een hogere interne warmtelast, zoals de middenzones.

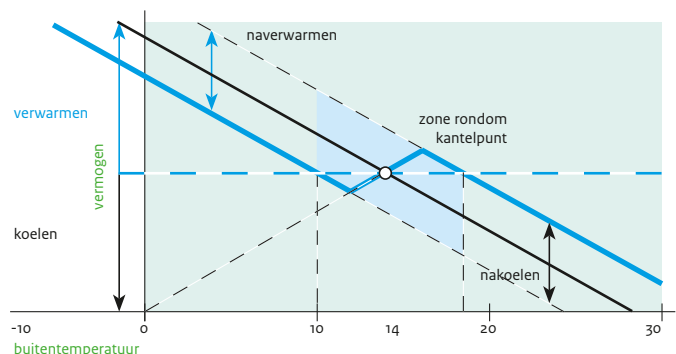
Kantelpunt

In dergelijke situaties kan nog meer comfort gerealiseerd en energie bespaard worden door actief gebruik te maken van vrije koeling met buitenlucht en interne warmte (figuur 4). De methode om dat effectief te doen, heeft het zogenaamde kantelpunt als uitgangspunt. Een korte uitleg:

Als het buiten koud is moet worden verwarmd. Als het buiten warm is moet worden gekoeld. In de tussenseizoenen ontstaan problemen omdat afhankelijk van het tijdstip op de dag, de plaats in het gebouw en het gebruik er een warmte- of koudebehoefte is. Dan is de volgende situatie aanwezig:

- Als de zon schijnt of er is voldoende interne warmte door mensen, computers en verlichting dan is verwarming niet nodig.
- Als de zon niet schijnt en er is geen interne warmte dan is verwarming wel nodig.

Er is een buitentemperatuur waarbij de verwarmingsbehoefte en koelbehoefte gemiddeld over de verschillende ruimten in een gebouw minimaal is. Dit is het kantelpunt. Omdat een gebouw warmte en koude enige tijd vasthoudt is er een hele zone rondom het kantelpunt waar in principe geen koude of warmte nodig is. Dit is het ruitvormige gebied weergegeven in figuur 4. Als het in dit gebied in de omgeving van de kantelpunttemperatuur te koud of te warm is moet dit worden opgelost met lokale verwarming of koeling en niet centraal met de toegevoerde lucht. Hiermee wordt voorkomen dat gelijktijdig wordt verwarmd en gekoeld. Op pagina xx van deze brochure wordt op dit onderwerp nader ingegaan.



Figuur 4: Lokale verwarming of koeling rondom het kantelpunt. De oranje lijn geeft de optimale basisvorm weer van het toe te voeren verwarmings- of koelvermogen van de luchtbehandelingskast. Rondom het kantelpunt is het benodigde verwarmings- en koelvermogen minimaal.



Kathleen Markey, Nieuw licht op terugverdiendtijd

6 Aan de slag

Wanneer gaat u tot actie over?

Er zijn twee duidelijke graadmeters die wijzen op de noodzaak van het mogelijk opnieuw inregelen van de installatie of het instellen van een andere stooklijn: comfortklachten en/of een hoge energierekening. Ook zonder die signalen kan het inregelen verstandig zijn, wanneer zich verhuizingen of bouwkundige wijzigingen hebben voorgedaan. U hebt de kans om het comfort (verder) te verbeteren en/of het energiegebruik te verminderen.

Het ligt voor de hand om het opnieuw lucht- of waterzijdig inregelen van de installatie en het instellen van een nieuwe stooklijn op te nemen in uw meerjarenonderhoudsplanning (natuurlijk moment). Het inregelen kan plaatsvinden op het ogenblik dat functies in een ziekenhuis veranderen door aanliggende nieuwbouw en door ingrijpende verbouwingen of door grootschalige verplaatsing van activiteiten als deze een hoge interne warmtelast hebben.

U komt in actie bij:

Comfortklachten

Veel klachten over het comfort zijn een signaal dat de installatie opnieuw moet worden ingeregeld of dat een andere stooklijn

wenselijk is. Een klachtenpercentage van 5-10% (van de gebruikers) mag als aanvaardbaar worden beschouwd. Daarboven is ingrijpen wenselijk. Die ingreep kan ook een gebouwdeel betreffen.

Hoge energierekeningen

Als de energierekening in negatieve zin sterk afwijkt van vergelijkbare gebouwen is dit een signaal dat niet economisch met de verwarming en/of koeling wordt omgegaan en het opnieuw inregelen of een andere stooklijn zinvol kan zijn. Vergelijkingsmateriaal vindt u in de Novem kengetallen (Lit.3).

Verandering interne warmtelast

Bij het plaatsen van nieuwe apparatuur of het verhuizen van bestaande apparatuur, kan het nodig zijn de installatie opnieuw in te regelen. De beslissing hangt af van hoe ingrijpend de veranderingen zijn en hun aantal. Een verandering van de hoeveelheden water of lucht tussen de 5 en 10% van de ontwerp-hoeveelheid is in het algemeen mogelijk door bijvoorbeeld een verandering van volumestromen van aaneengeschakelde ruimten. Inregeling is dan nodig op bijvoorbeeld gangniveau. Bij grotere wijzigingen is inregeling op gebouwvleugel- of gebouw-niveau noodzakelijk.

Nogmaals twee voorbeelden

d Warmteafgifte warmwatersysteem en stooklijn lucht

Een ziekenhuis dat in de jaren '60 is gebouwd, beschikt over een uitgebreid netwerk van warmwater-, heetwater- en stoomleidingen. Deze leidingen zijn vaak onvoldoende of (deels) niet geïsoleerd. Er zijn regelmatig klachten te horen over benauwdheid in gangen, wachtruimten en centraal in het gebouw. Het ziekenhuis heeft al jaren te maken met relatief hoge energielasten. Ook de verhoogde kans op legionellaontwikkeling in de koudwaterleidingen is ter sprake gekomen.

Oplissing

Met een andere stooklijn, waarbij rekening wordt gehouden met deze warmtebronnen, kunnen deze problemen sterk verminderen. De lucht kan met een lagere temperatuur worden toegevoerd doordat er permanent toevoer van warmte is. Vooraf dient te worden onderzocht of het economisch rendabel is de leidingen beter te isoleren, dan wel het hele leidingsysteem te vervangen. De besparing op de energiekosten voor zowel verwarming als koeling kunnen in een kosten-batenanalyse worden betrokken.

e Luchtverdeling

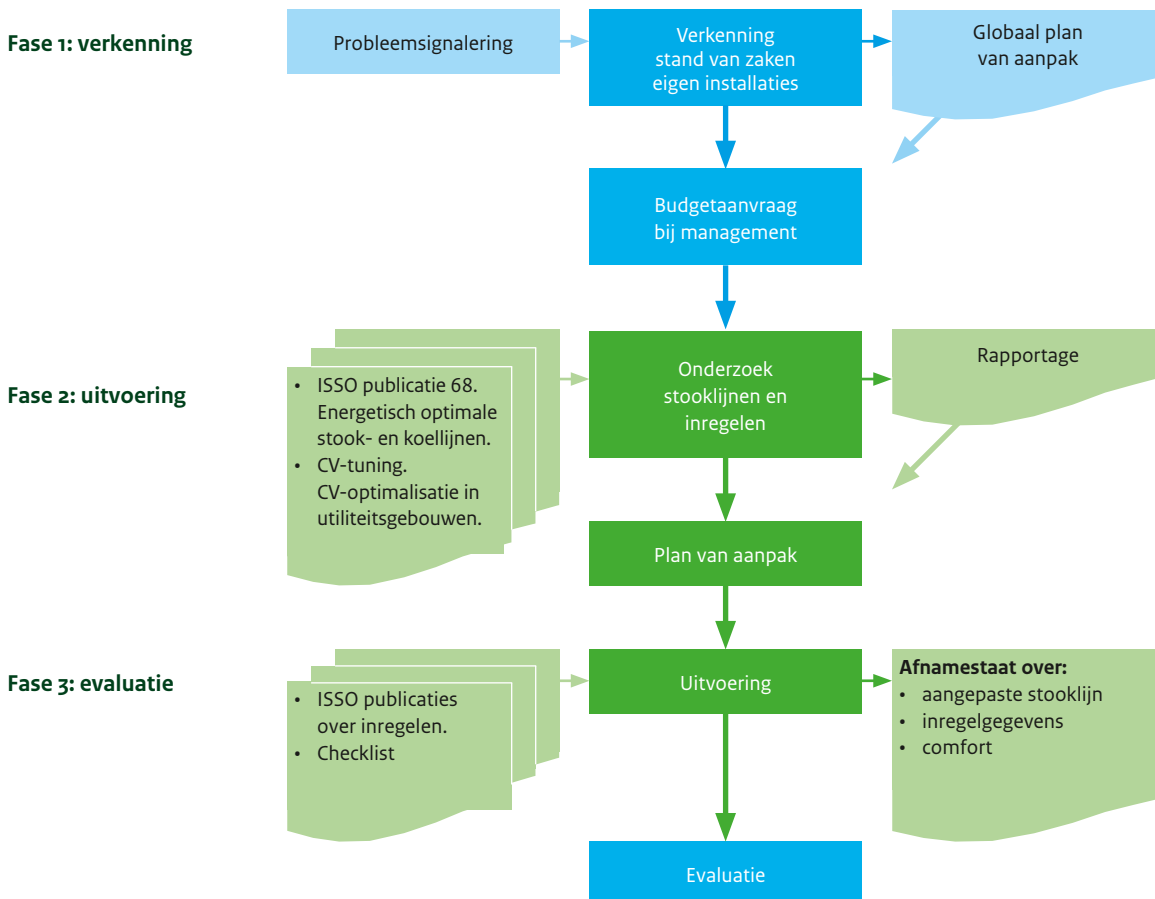
In een polikliniek is het vroeg in de ochtend druk aan de ene zijde en tegen de middag aan de andere zijde. Op die momenten klinken klachten over een benauwde en bedompte atmosfeer. Een vluchtig onderzoek wijst op een gebrek aan verse lucht terwijl de toegevoerde lucht ook nog eens te warm is.

Oplissing

Het toevoeren van lucht met een lagere temperatuur bij een andere stooklijn kan een deel van de oplossing bieden. Een koelere omgeving zorgt voor minder klachten zolang dit uiteraard elders niet tot nieuwe problemen leidt. Een andere oplossing is om meer lucht toe te voeren aan dat deel dat op dat moment veel bezoekers heeft. Dit is mogelijk met een variabel volumesysteem of het centraal sturen van meer lucht naar het drukbezochte deel. De totale hoeveelheid ventilatie blijft dan gelijk.

Uw aanpak in vogelvlucht

Het inregelen en optimaliseren vindt plaats in drie fases. Deze fases komen terug in de rapportages van uw installateur of adviseur. Een systematische aanpak is beslist nodig. Onderstaand model fungeert daarvoor als leidraad.



Figuur 5: Processchema aanpassing stooklijnen en opnieuw inregelen

Fase 1: verkenning

Gestart wordt met een verkenning van het probleem, waarbij het effect van een mogelijke aanpak op comfort, energiebesparing en onderhoud wordt betrokken. U kijkt naar de installatie als totaal. Wat betekent een ingreep aan de installatie voor de verschillende klimaten bij de verschillende functies elders? Kan worden volstaan met een kleine ingreep of is een meer uitgebreide aanpassing nodig? In de rapportage moet expliciet worden ingegaan op de verwachte voordelen van het opnieuw inregelen van de installatie en/of van een andere stooklijn. Ook laat u nagaan of aanpassingen aan de installaties nodig zijn en zo ja: in welke vorm.

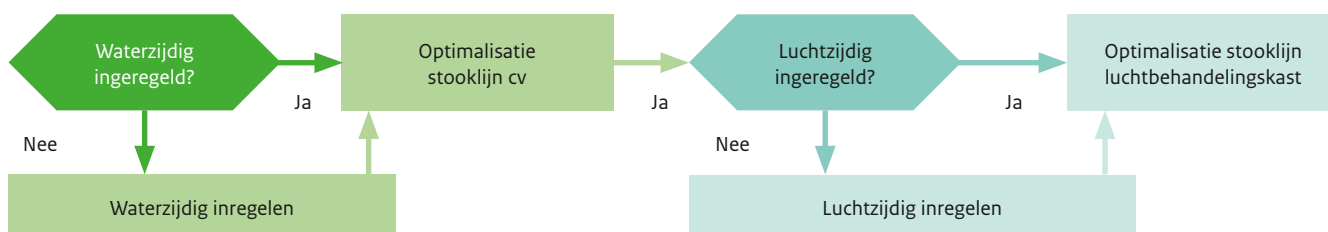


Fase 2: uitvoering

In de uitvoeringsfase wordt de bestaande installatie opgenomen, worden bestaande berekeningen en tekeningen van de installatie opgezocht en nieuwe berekeningen gemaakt, afhankelijk van de gekozen inregelmethode (zie pag.14) Op basis hiervan wordt de installatie ingeregeld. De installateur of adviseur geeft in zijn rapportage onder meer aan:

- 1 Welke gegevens worden aangevraagd;
- 2 Welke berekeningen worden gemaakt;
- 3 Welke metingen worden gedaan.

Het verdient de aanbeveling eerst na te gaan of de installatie waterzijdig moet worden geoptimaliseerd en daarna luchtzijdig (figuur 6). De optimalisatie van de stooklijn van de luchtbehandelingskast moet de geoptimaliseerde stooklijn van de cv als uitgangspunt nemen. Het optimaliseren van de stooklijn van de luchtbehandeling vindt plaats op basis van de methode beschreven in ISSO-publicatie 68. Zie pagina xx voor de te volgen stappen.



Figuur 6: Stappen in optimalisatie traject.

De 4 'do's' in de uitvoeringsfase

- Risico's en beperkingen van aanpassingen aan de installatie moeten van tevoren in kaart worden gebracht. Hierbij moet o.a. worden gedacht aan condens op kanalen.
- Het comfort moet worden aangetoond. Vooraf moet worden vastgesteld wat het huidige comfort is en welke verbetering wordt verwacht. De gewenste maximum- en minimumtemperatuur moet in overleg worden vastgesteld, evenals de bandbreedte daarvan en de gewenste temperatuur. De luchtsnelheid in de ruimte moet ook worden gemeten als verwacht wordt dat door lucht met een lagere temperatuur toe te voeren tochtklachten kunnen ontstaan. Met behulp van ISSO publicatie 68 en een gebouwsimulatieprogramma kan worden nagegaan wat de optimale stooklijn is en wat het effect is op het comfort. Met behulp van de comfortnorm NEN-EN-ISO 7730 (Lit.8) kan de kwaliteit van het te meten thermisch comfort worden beoordeeld.
- Er moeten meetgegevens van volumestromen en temperaturen worden verstrekt zodat toetsing aan de werkelijkheid mogelijk is. Dit geldt zowel voor lucht als water of beide. Aangegeven moet worden volgens welke ISSO-publicatie wordt gewerkt.
- Er moet een opleveringsrapport (afnamestaat) worden gemaakt, waarin de resultaten van inregelen zijn opgenomen.

Hogere stooklijnen? Vaak een schijnoplossing voor niet of verkeerd inregelen

Door het onjuist inregelen ontstaan situaties waarin bepaalde vertrekken 's winters niet warm te krijgen zijn, terwijl andere vertrekken een overvloed aan warmte ontvangen. Wordt de stooklijn als gevolg hiervan steeds hoger ingesteld, dan is dat ongunstig voor het comfort (ook de andere ruimten worden onbedoeld warmer), het rendement van de verwarmingsinstallatie en de warmteverliezen. Nadelig is ook het disfunctioneren van de thermische radiatorventielen door de hoge watertemperatuur. Hierdoor kan te weinig gebruik worden gemaakt van interne en externe warmtebronnen. Thermostatische ventielen sluiten immers niet direct maar vertraagd in een glijdend traject. Evenmin uitkomst biedt het 'optoeren' van de pomp of het eerder beëindigen van nachtverlaging: deze leiden haast altijd tot hoger energiegebruik.

De juiste inregelmethode

Door het inregelen van een installatie wordt bereikt dat op de meest efficiënte manier warmte, koude en/of verse lucht aan een ruimte wordt toegevoerd (Lit.4, 5, 6 en 7).

Efficiënt wil zeggen met:

- Een zo laag mogelijke systeemweerstand, dus met zo weinig mogelijk pomp- of ventilatorenergie;
- De juiste hoeveelheid voor een specifieke ruimte;
- Een zo laag mogelijke verwarmingstemperatuur en zo hoog mogelijke koeltemperatuur.

Voor een luchtbehandelingssysteem gelden de volgende methoden:

- Voorinstelmethode;
- Proportionele methode.
- Voor een warmwatersysteem zijn er de volgende methoden:
 - Voorinstelmethode;
 - Temperatuurmethode.

De voorinstelmethode wordt zowel voor luchtkanalen als warmwaterleidingen gebruikt, als er voldoende technische gegevens berekend en bekend zijn. Bij de voorinstelmethode wordt de stand van de inregelvoorzieningen door de ontwerper via een berekening bepaald en in een bestek nader uitgewerkt. De gegevens die voortkomen uit deze berekening vormen de basis van de gegevens die op een inregelstaat worden weergegeven bij het inregelen van de installatie.

De volumestromen in de hoofdkanalen of hoofdleidingen worden door middel van meten ingesteld.

Als onvoldoende gegevens bekend zijn voor een drukverlies-berekening worden de proportionele methode en de temperatuurinstelmethode gebruikt:

- De proportionele methode geldt voor luchtkanalen. Hij wordt na montage toegepast met behulp van het meten en instellen van inregelkleppen. De methode start met het balanceren van de luchtgebruikers, vervolgens van de kanalen waarbij in de richting van de ventilatoren wordt toegewerkt.
- De temperatuurmethode is een procedure voor het instellen van watervolumestromen waarbij de retourtemperatuur van de warmtegebruikers wordt gemeten.

Een gebouwbeheerder moet eerst nagaan of een leiding-berekening en een inregelstaat beschikbaar zijn. Bij het opnieuw inregelen zal een nieuwe inregelstaat moeten worden gemaakt en zal moeten worden uitgegaan van één van bovenstaande inregelmethoden, afhankelijk van het al dan niet (nog) aanwezig zijn van leiding- of kanaalberekeningen. Meestal zijn veel gegevens bekend bij het installatieadviesbureau of de installateur die de installatie heeft ontworpen. Het is aan te bevelen om deze te betrekken bij het instellen van een nieuwe stooklijn. Het ontwerp van de ideale stooklijn kan ook (deels) worden uitbesteed aan de betreffende of andere ontwerper indien dit onderdeel voor de installateur te complex is.

Fase 3: evaluatie

In de evaluatiefase gaat u na of de nieuwe instellingen voldoen aan de vooraf gestelde verwachtingen, zoals: “Komt de mate van comfortverbetering overeen met de verwachtingen?”, “Wat is het effect op kritische ruimten?” en “Komt de mate van daling van energiegebruik voor verwarming en koeling overeen met de verwachtingen?”. Ook kan een gebruiksadvies worden opgesteld. Zo controleert en documenteert u onder welke randvoorwaarden de installatie optimaal functioneert. Voor alle gebruikers. Nu en in de toekomst!

In 5 stappen naar een verbeterde stooklijn

Voor het verbeteren van de stooklijn wordt gebruik gemaakt van ISSO publicatie 68. Vanuit het hierin omschreven stappenplan zijn de volgende acties te onderscheiden:

- 1 Kantelpunttemperatuur bepalen;
- 2 Warmte- en koelbehoefte bepalen (gevoeligheid warmte- en koelbehoefte, grootte van het overgangsgebied);
- 3 Basisvorm van de stooklijn bepalen;
- 4 Relevante aspecten klimaatinstallatie verdisconteren (warmteterugwinning);
- 5 Randvoorwaarden en beperkingen verdisconteren (tocht, kans op condens, be- en ontvochtiging).

Of een stooklijn al dan niet voldoet kan ook vooraf worden berekend met een gebouwsimulatierekenprogramma.

7 Supplement achtergronden

A De optimale stooklijn nader toegelicht

De kantelpunttemperatuur is de buitentemperatuur waarbij de gemiddelde verwarmingsbehoefte en koelbehoefte over de verschillende ruimten in een gebouw minimaal is.

De hoogte van de kantelpunttemperatuur hangt vooral af van het isolatieniveau van het gebouw, maar ook van:

- De hoeveelheid interne warmte (mensen, computers, verlichting);
- De vorm van het gebouw (compact of niet, aanwezigheid middenzones);
- Het ventilatievoud (conform Bouwbesluit of meer);
- De aanwezigheid van warmteterugwinning;
- Het warmteaccumulerend vermogen van het gebouw (zwaar of licht).

De volgende kantelpunttemperaturen komen voor:

- Bij minder goed geïsoleerde gebouwen, $R_c < 1,5 \text{ m}^2\text{K/W}$
14 tot 16°C
- Bij gebouwen die voldoen aan het Bouwbesluit, $R_c = 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$
ca. 10°C
- Bij toepassing van HR++-glas en $R_c > 2,5 \text{ m}^2\text{K/W}$
5 tot 10°C

Hoe beter een gebouw dus is geïsoleerd, hoe lager de kantelpunttemperatuur is. Per gebouw ligt het kantelpunt daarom anders. Door een intelligente instelling van de stooklijn van de luchtbehandelingskast wordt gelijktijdig verwarmen en koelen grotendeels voorkomen.

Aangezien buitentemperaturen die rondom het kantelpunt zijn gelegen (tussen de 5 en 16°C) het meeste voorkomen zijn er veel uren per jaar waarop het mogelijk is dat gelijktijdig wordt verwarmd en gekoeld.

Bij een buitentemperatuur lager dan het kantelpunt wordt de lucht relatief koud toegevoerd, bij een buitentemperatuur hoger dan het kantelpunt relatief warm (indien lokale koeling aanwezig is). U ziet dit in figuur 7.

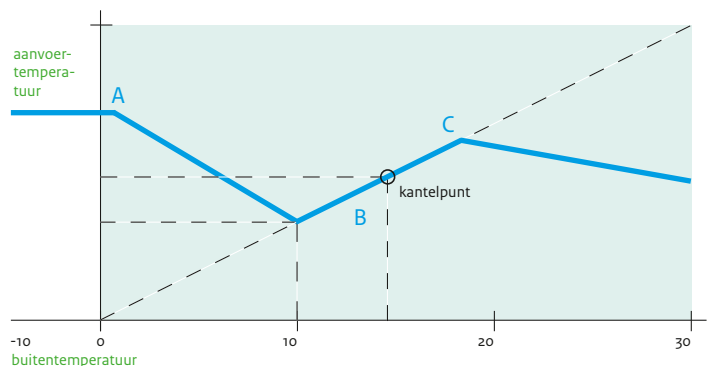
Bij een buitentemperatuur lager dan A wordt lucht met een vaste temperatuur toegevoerd. Buitentemperatuur A zal vaak rond 0°C liggen omdat er dan bij voldoende interne warmte (mensen, computers en verlichting) in combinatie met de maximale inblaastemperatuur juist niet lokaal hoeft te worden naverwarmd. De vaste maximale inblaastemperatuur (vaak 20°C) wordt zodanig gekozen dat de gebruikers individueel kunnen naverwarmen met lokale verwarmers, maar naar verwachting geen koeling nodig zullen hebben.

Tussen A en B wordt de lucht met een aflopende temperatuur toegevoerd. De gebruikers kunnen naar behoefte verwarmen door middel van lokale verwarming. Naar verwachting is er geen behoefte aan koeling.

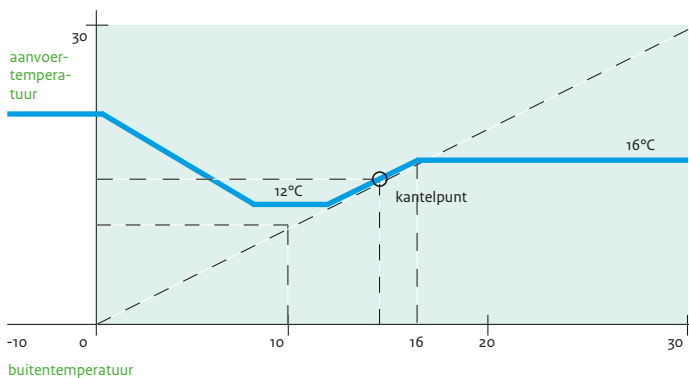
Bij B is de temperatuur van de toegevoerde lucht gelijk aan de buitenluchttemperatuur. Deze temperatuur wordt zodanig gekozen dat er geen risico is op condens op de kanalen en er geen kans is op tocht via de inblaasroosters.

Tussen B en C is de toevoertemperatuur vrijwel gelijk aan de buitenluchttemperatuur. De toevoerlucht wordt niet verwarmd of gekoeld. De gebruikers kunnen eventueel wel individueel verwarmen of koelen als lokale koeling en/of verwarming aanwezig is.

Vanaf buitentemperatuur C wordt de toevoerlucht gekoeld. Buitentemperatuur C zal vaak liggen rond 16°C als er geen lokale koeling aanwezig is en rond 18°C als wel lokale koeling aanwezig is.



Figuur 7: Processchema aanpassing stooklijnen en opnieuw inregelen



Figuur 8: voorbeeld mogelijke stooklijn van de luchtbehandelingsinstallatie in een ziekenhuis.

Voorbeeld

Bij wijze van voorbeeld wordt weergegeven hoe in een bepaald ziekenhuis een aangepaste optimale stooklijn eruit zou kunnen zien. Er is hier geen aanvullende lokale koelmogelijkheid met water en er is veel interne warmte zodat boven een buitentemperatuur van 16°C lucht met een vaste temperatuur van 16°C wordt toegevoerd. Bij een inblaastemperatuur boven 12°C ontstaat nog geen condens op kanalen of tocht via inblaasroosters, zodat dit als minimum aangehouden is.

Het maakt wat betreft de instellingen van de stooklijn veel uit of er sprake is van een continubedrijf, zoals bij verpleegafdelingen het geval is, of een (semi-)kantoorbedrijf. Een gebouw moet daarom, mits dat nodig en mogelijk is, in apart te regelen delen worden opgedeeld met verschillende bedrijfstijden. Dit kan als gebouwdelen op verschillende luchtbehandelingskasten zijn aangesloten. Bij de herinrichting van een gebouw en groepering van functies kan erme rekening worden gehouden dat de bijbehorende bedrijfstijden gelijksoortig zijn en aansluiten op de regeling van de bijbehorende gemeenschappelijke luchtbehandelingskast. Bij het vaststellen van een stooklijn kunnen de eisen voor de midden- en gevelzones apart worden beschouwd als deze op een aparte luchtbehandelingskast zijn aangesloten. Als deze op eenzelfde luchtbehandelingskast zijn aangesloten, moet per zone worden gezocht naar de bijbehorende kantelpunttemperatuur. De vast te stellen gecombineerde kantelpunttemperatuur is een temperatuur die tussen die van de midden- en gevelzone in ligt. De meest optimale setpoints kunnen van tevoren worden berekend op basis van ISSO publicatie 68 en met een gebouwsimulatieprogramma.



B Literatuur

- 1 CV Tuning. CV-optimalisatie in utiliteitsgebouwen. Een onderzoek naar (waterzijdig) inregelen in de praktijk. 2003. Deze onderzoeksrapportage is via de website van Novem verkrijgbaar. www.kompas.novem.nl/wzi
- 2 ISSO publicatie 68. Energetisch optimale stook- en koellijnen met betrekking tot de centrale luchtbehandeling van klimaatinstallaties in kantoorgebouwen. 2002.
- 3 Novem. Cijfers en Tabellen. 2003.
- 4 ISSO publicatie 31. Meetpunten en meetmethoden voor klimaatinstallaties. 1995.
- 5 ISSO publicatie 56. Inregelen van ontwerpvolumestromen in individuele verwarmingsinstallaties in woningen. 2002.
- 6 ISSO publicatie 65. Inregelen van ontwerpvolumestromen in warmwaterverwarmingsinstallaties in woningen en utiliteitsgebouwen. 2004.
- 7 ISSO. Handboek Installatietechniek. 2002.
- 8 NNI. NEN-EN-ISO 7730. Gematigde thermische binnenomstandigheden. Bepaling van de PMV- en PPD-waarde en specificatie van de voorwaarden voor thermische behaaglijkheid. 1996.
- 9 Praktijkboek gezonde gebouwen, ISSO/SBR 2003.

Divisie NL Energie en Klimaat voert in opdracht van het ministerie van VROM het programma 'Energie & Gebouwde Omgeving' uit. Wij bieden professionele marktpartijen en overheden ondersteuning bij energiebesparing, duurzame energie en CO₂-reductie van de gebouwde omgeving.

Dit is een publicatie van:

Agentschap NL
NL Energie en Klimaat
Croeselaan 15
Postbus 8242 | 3503 RE Utrecht
T +31 (0) 88 602 90 00
E energie-go@agentschapnl.nl
www.agentschapnl.nl

© Agentschap NL | oktober 2010
Publicatie-nr. 2EGOU1020

Hoewel deze publicatie met de grootst mogelijke zorg is samengesteld kan Agentschap NL geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele fouten.

Agentschap NL is een agentschap van het ministerie van Economische Zaken. Agentschap NL voert beleid uit voor diverse ministeries als het gaat om duurzaamheid, innovatie en internationaal. Agentschap NL is hét aanspreekpunt voor bedrijven, kennisinstellingen en overheden. Voor informatie en advies, financiering, netwerken en wet- en regelgeving.

De divisie NL Energie en Klimaat versterkt de samenleving door te werken aan de energie- en klimaatoplossingen van de toekomst.