

Energetische optimalisatie van drukverhogingsinstallaties

Innovatieve en mondiaal opererende systeemfabrikanten zijn continu bezig met het verfijnen van algemeen toegepaste formules en aannames. Zo ook bij het calculeren, dimensioneren en selecteren van het type drukverhogingsinstallaties voor hedendaagse gebouwen. Energiebesparing is al langere tijd een veelbesproken thema. Maar wat vaak ontbreekt is de gecaluleerde onderbouwing. Voor gebouwenbeheerders is het belangrijk om te weten of het specifiek in hun gebouw rendabel is om te investeren in nieuwe energiezuinige installaties.

R. (Ruben) Boekel, Energy Consultant, Wilo

Tot op heden zijn er geen getoetste manieren om de operationele kosten van drukverhogers vooraf te bepalen, laat staan een installatie te selecteren met de laagst verwachte LCC. Onder LCC (life cycle costs) worden de initiële investering, de jaarlijkse energiekosten en jaarlijkse onderhoudskosten verstaan. De investeringskosten voor drukverhogingsinstallaties zijn bekend. Deze installaties vereisen jaarlijks onderhoud waarmee de jaarlijkse onderhoudskosten, door middel van vooraf afgesloten onderhoudscontracten, ook goed te prognosticeren zijn. De energiekosten, die een aanzienlijk aandeel van de totale LCC vormen, blijken niet eenvoudig te benaderen. Indien de LCC van een installatie bekend is, kan worden bepaald wanneer een meerinvestering wordt terugverdiend.

'In het algemeen worden investeringen in energiebesparende installaties interessant wanneer de meerinvestering in beperkte tijd, minder dan vijf jaar, is terugverdiend'

REKENREGELS

Namens het KWR hebben dr.ir. E.J.M. Blokker en dr.ir. E.J. Pieterse-Quirjns vooruitstrevend onderzoek verricht op het gebied van afname-

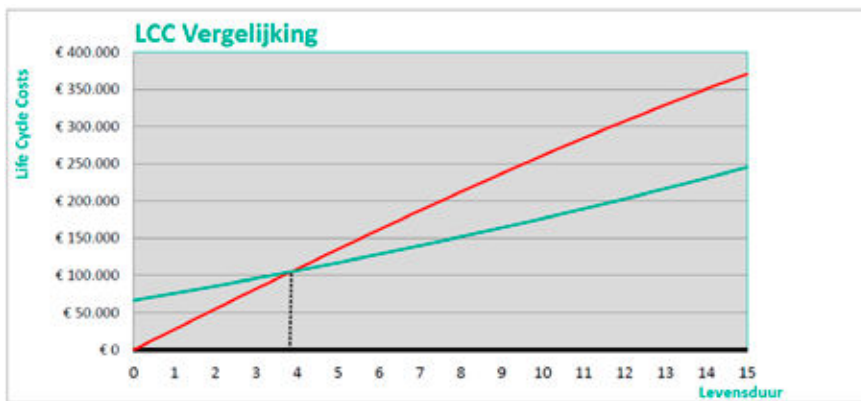
patronen in leidingwaterinstallaties. Initieel zijn residentiële toepassingen (bijvoorbeeld woontorens) geanalyseerd op aanwezige water verbruikende toestellen en statistische gegevens over hoe en wanneer deze door bewoners gebruikt worden. Op basis van dit onderzoek is voor woninginstallaties een stochastisch tapwaterverbruiksimulatiemodel ontwikkeld, Simdeum. In 2009 is het toepassingsgebied van Simdeum uitgebreid voor utiliteitsgebouwen. Voor verschillende bouwtypologieën (zorginstellingen, kantoren en hotels) is gekeken naar het tapwaterverbruik op basis van de aanwezige tappunten en het water verbruikend gedrag van de aanwezige personen. Het gebouw wordt opgesplitst in functionele ruimten en de aanwezigheid van een bepaald type gebruiker. In utiliteitsgebouwen gedragen gebruikers zich anders dan thuis. Belangrijk voor waterverbruik in de utiliteitsbouw zijn de tijden van aanwezigheid en de tijden van verhoogd verbruik.

Met behulp van het stochastische model Simdeum[®] zijn nieuwe rekenformules gedefinieerd om de Maximum Moment Volumestroom (MMV) te berekenen. Deze zijn vervolgens getoetst door in een aantal specifieke woon- en utiliteitsgebouwen, uitgebreide metingen uit te voeren. De resultaten van die

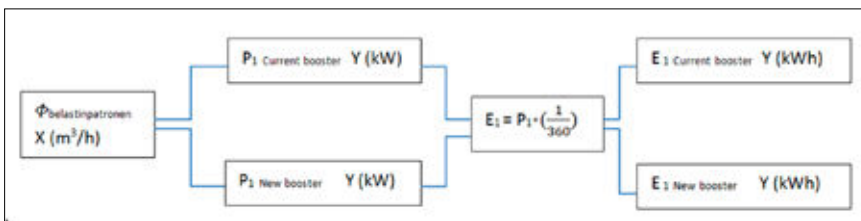
metingen bevestigde de betrouwbaarheid van de rekenregels. Een conclusie van het onderzoek was dat de $q\sqrt{n}$ -richtlijnen veelal leiden tot overdimensionering van tapwaterinstallaties. Met toepassing van de rekenregels kunnen drukverhogingsinstallaties kleiner geselecteerd worden doordat de MMV lager uitvalt.

CALCULATIEMODEL

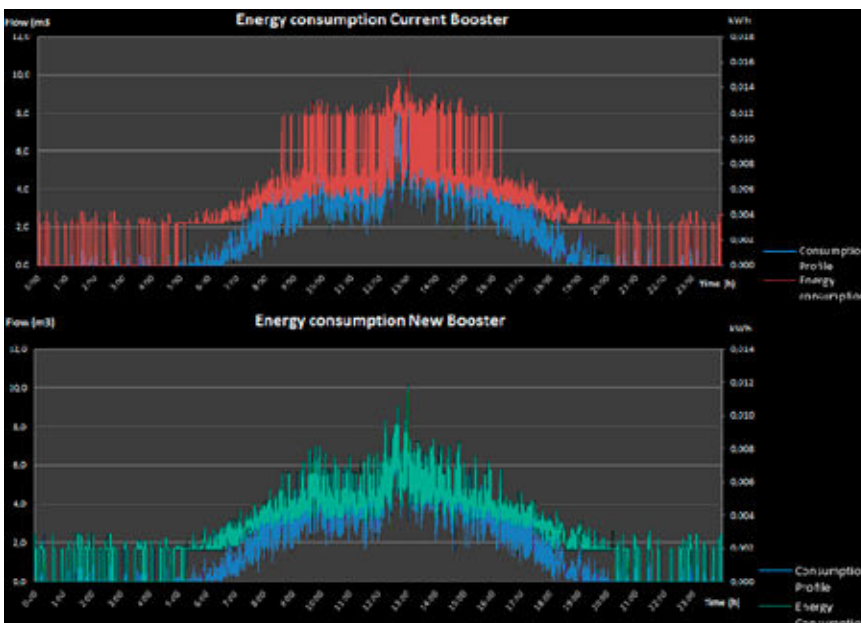
Om het energiegebruik van een drukverhoger te berekenen is inzicht nodig in het waterverbruik van een gebouw. In samenwerking met KWR heeft Wilo het calculatiemodel WiBoost opgesteld. WiBoost berekent het energiegebruik van drukverhogingsinstallaties, in vier verschillende bouwtypologieën. De vier geselecteerde typologieën waren woontorens, kantoorgebouwen, hotels en zorginstellingen. WiBoost is een tool die de waterverbruikpatronen, die gesimuleerd kunnen worden met Simdeum[®], combineert met de pompkarakteristieken van willekeurige drukverhogingsinstallaties. Het resultaat is een theoretisch vergelijk tussen twee type installaties. Aan de hand van de belastingpatronen kan goed voorspeld worden in hoeverre een drukverhoger in een gebouw onder vol- en/of deel-last operationeel is en wat het aantal draaiuren is. Met dit gegeven kan de efficiëntie van een



-Figuur 1- Voorbeeld LCC



-Figuur 2- Principe WiBoost



-Figuur 3- Simulatie dagelijks energiegebruik

installatie berekend worden. Gebouwen waarvoor energiebesparing bij drukverhogingsinstallaties interessant is, zijn gebouwen met:

- een hoog waterverbruik op jaarbasis (veel draaiuren);
- een verouderde installatie (slecht rendement);
- een hoge vereiste opvoerdruk (hoog besparingspotentieel).

De invloed van interne weerstanden en verliezen zijn per gegeven gebouw verschillend. Het model berekent het energiegebruik op basis van het 'what comes out, must go in' principe. Er wordt met dit principe aangenomen dat het

drukverlies, door reduceerventielen, statische of dynamische drukverschillen, met behoud van volumestroom gaat.

Samengevat:

$$\Phi_{\text{tappunten}} = \Phi_{\text{drukverhoger}}$$

$\Phi_{\text{tappunten}}$ = debiet tappunt(en) (m³/h)

$\Phi_{\text{drukverhoger}}$ = debiet drukverhoger (m³/h)

Met deze aanname kan aan een gegeven flow het energiegebruik van een drukverhoger gekoppeld worden met behulp van de pompcurve en benodigde opvoerdruk. Het energiegebruik (kWh) staat namelijk gelijk aan het vermogen (kW) maal de interval (h). Vanwege

het belang van het aantal start-stops, de deellastvraag en nalooptijd van de installatie, is een hoge nauwkeurigheid nodig. Het model rekent met een 10 seconden tijdsinterval. Iedere simulatie(dag) bevat 8.640 maal de volgende berekeningen (zie figuur 2):

In het figuur 3 is het resultaat te zien. Hierin is een vast toerental pomp van een bekend merk vergeleken met een SiBoost Smart Helix Excel 414 WMS. Het gekozen belastingspatroon is die van een kantoorgebouw met 1.900 f.t.e. De blauwe lijn (boven en onder) vertegenwoordigt het belastingspatroon (m³/h). Zowel de rode als de groene lijn laat het energiegebruik van de drukverhoger zien (boven de vasttoerentalpomp onder een toerengeregelde Helix Excel 414).

Het model maakt gebruik van acht simulaties. Een simulatie is een afnamepatroon die karakteristiek is voor een bepaalde gebouwtypologie op basis van Simdeum. Iedere simulatie bevat het belastingspatroon van één dag. Het model berekent per simulatie hoeveel kWh de geselecteerde drukverhogingsinstallatie gemiddeld nodig heeft om 1 m³ water te verplaatsen. Voor de berekeningen moet rekening worden gehouden met de benodigde opvoerdruk en de nadraaitijd. Immers, hoe hoger deze is hoe meer kWh/m³ nodig zal zijn. Het gemiddelde van de acht simulaties wordt gebruikt in de vergelijking tussen de twee installaties. Het toepassen van meer simulaties maakt het model onwerkbaar groot. Bovendien is gebleken dat het gemiddelde nauwelijks wijzigt bij toevoeging van extra patronen.

DE SIMULATIE

Uit het onderzoek blijkt dat het besparingspotentieel vooral bepaald wordt door het aantal gebruikers. Bijvoorbeeld: een groot hotel, waar een paar honderden personen aanwezig zijn, kent nu eenmaal een veel hoger waterverbruik dan een kantoor waar in de weekenden bijna geen activiteiten plaatsvinden. Op basis van meerdere simulaties kon geconcludeerd worden dat een hoger jaarlijks waterverbruik een hoger absoluut besparingspotentieel impliceert. Een lager totaal waterverbruik zal een relatief hoger besparingspotentieel betekenen.

Een duidelijke definitie moet worden gemaakt om fouten te voorkomen:

- absolute besparingspotentieel: het energiebesparingspotentieel in kWh. Deze is het hoogste bij een hoog waterverbruik door het aantal draaiuren van de installatie;
- relatieve besparingspotentieel: het energiebesparingspotentieel in procenten. Deze is het hoogste bij een laag waterverbruik wanneer een installatie veel actief is in nadraaitijd, zonder daadwerkelijk water te

verplaatsen. Het relatieve besparingspotentieel is het hoogste bij toepassing van hoog rendement technieken, bij kleine tot geen volumestroom.

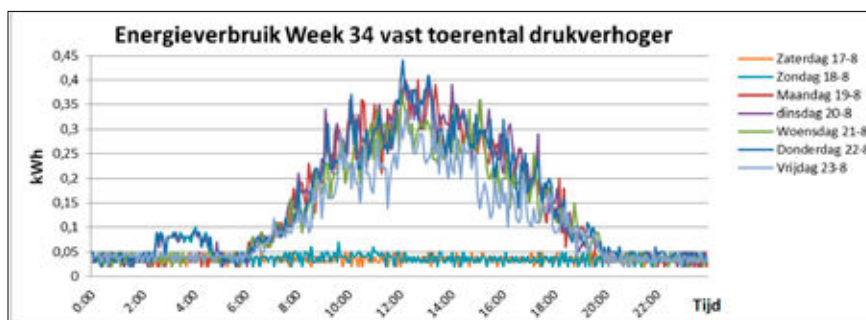
Met name waar oudere drukgeschakelde installaties vervangen worden, kan de eigenaar of gebruiker eenvoudig de exploitatiekosten van zijn gebouw reduceren. WiBoost is vooral nuttig om te bepalen welke installatie voor een bepaald type gebouw gedurende de levensduur de laagste kosten zal hebben. Voor opdrachtgevers is het van belang om een steekhoudend advies te geven. Moet de installatie toerengeregeld, of op een vast toerental draaien, of kiezen we voor een hoog rendement motor?

DE PRAKTIJK

Om het theoretische model te toetsen is praktijkonderzoek uitgevoerd. De locatie voor dit onderzoek was het kantoorgebouw van het UWV in Amsterdam West. Het gebouw is 90 meter hoog. Vanwege de hoogte van het gebouw is het leidingwatersysteem in drie drukzones opgedeeld van 6 bar, 9 bar en 11 bar. De reduceerventielen waren alle geplaatst in de kelder, vlak na de drukverhogingsinstallatie. Gedurende twee maal twee weken is een drukgeschakelde en een premium toerengeregelde installatie gelogd.

Voor de metingen is met behulp van WiBoost een calculatie gemaakt. Het verwachte verbruik van de aanwezige drukgeschakelde installatie werd bepaald op 0,91 kWh/m³. De hoog rendement vervanger werd berekend op 0,6 kWh/m³. Een potentiële besparing van 34,1%. Bij een jaarlijks waterverbruik van 12.000m³ is het besparingspotentieel 3.720 kWh.

Na analyse van de meetresultaten bleken deze waarden af te wijken van de theoretisch gesimuleerde uitkomsten. De oude installatie bleek 1,127 kWh/m³ te verbruiken. De hoog rendement installatie had 0,682 kWh/m³ nodig. Met name 's nachts en in de weekenden, zonder aanwezigen, bleek het energiegebruik niet gelijk aan nul. De verklaringen hiervoor waren lekkages in bijvoorbeeld wc's en kranen. De drukverhogers bleken in de praktijk veel vaker zonder afname in bedrijf te zijn dan verwacht. Een drukverhogingsinstallatie zal altijd een ingestelde druk nastreven en daarvoor actief worden als de druk, ten gevolge van lekkage van het leidingwater, onder de inschakeldruk komt. De belastingprofielen houden geen rekening met afwijkingen als lekkages. Het gevolg: een hoger energiegebruik van ongeveer 4,0 kWh/dag. Was het voor de beheerder van de drukverhogingsinstallatie in het UWV-gebouw



-Figuur 4- UWV gebouw Amsterdam-West

interessant om te investeren in de nieuwe SiBoost Smart Helix Excel? Met de Premium en toerengeregelde Helix Excel bleek dat ruim 39% bespaard kon worden op het energiegebruik. Omgerekend betekent dit een jaarlijkse besparing van €534,- op de energiekosten. Met deze jaarlijkse besparing is de meerinvestering van de SiBoost Smart Helix Excel, ten opzichte van een standaard drukgeschakelde installatie, in minder dan vijf jaar terugverdiend. Het antwoord luidt dus ja.

Met behulp van het onderzoek kan nu worden aangetoond of investeren in energiezuinige drukverhogingsinstallaties in verschillende gebouwtypologieën rendoert."

BESPARINGSPOTENTIEEL

Het besparingspotentieel is het grootste wanneer drukgeschakelde drukverhogers met IE1-klasse elektromotoren worden vervangen door nieuwe generatie toerengeregelde >IE4-klasse Helix Excel drukverhogers. Het besparingspotentieel ligt tussen de 25% en 35% wanneer standaard IE2 toerengeregelde installaties worden toegepast. Bij toepassing van de nieuwe generatie gelijkstroommotoren, zoals de Helix Excel, is het besparingspotentieel, afhankelijk van het afnamepatroon, 38% tot 55%. Dit procentuele besparingspotentieel lijkt, op basis van dit onderzoek, een constant karakter te vertonen bij vergelijking met een standaard drukgeschakelde installatie. Een besparing van ongeveer 30% bij toepassing van een standaard toerengeregeld pomp en ongeveer 45 % bij toepassing van een Helix Excel.

FOCUSMARKTEN

In hoeverre het interessant is voor beheerders van drukverhogingsinstallaties om te investeren in nieuwe generatie energiezuinige drukverhogers is sterk afhankelijk van de investeringskosten en de leeftijd van de aanwezige installatie. Van de onderzochte markten (en daarbij meest voorkomende en geadviseerde installaties) bleek het waterverbruik en daarmee het energiegebruik het hoogste te zijn in zorgtehuizen en hotels. Voor deze

markten is het interessant om te investeren in hoog rendement drukverhogingsinstallaties. In deze gebouwtypologieën is het absolute besparingspotentieel (kWh/jaar) het hoogste. De terugverdientijd van een energiezuinige drukverhogingsinstallatie wordt echter niet per definitie korter naarmate het totale verbruik groter is. Waar, bij een kantoorgebouw van 250 werknemers het besparingspotentieel bij uitwisseling zich vaak beperkt tot enkele tientjes op jaarbasis, kan het besparingspotentieel bij grootverbruikers oplopen tot enkele duizenden euro's. Omdat bij grootverbruikers echter ook drukverhogingsinstallaties nodig zijn met een grotere capaciteit en dus investering resulteert dit niet per definitie in een kortere terugverdientijd.

Daarnaast zijn de energiekosten een verstorende factor. Grootverbruikers kunnen in de regel gunstiger energie inkopen dan kleinverbruikers. Die lagere energiekosten voor grootverbruikers kunnen een nadelig effect hebben op de terugverdientijd van energiezuinige drukverhogers.

CONCLUSIE

Het is mogelijk om met behulp van het calculatiemodel WiBoost een ruwe inschatting te geven van het energiegebruik en besparingspotentieel bij drukverhogingsinstallaties. Bij het maken van berekeningen moet echter rekening gehouden worden met lekkages en perioden van lagere afname. Beide hebben een negatief effect op de totale efficiëntie van een drukverhogingsinstallatie.

Ruben Boekel,
Energy
Consultant Wilo
Nederland

