

# **ELFORSK PSO-F&U 2007**

Grundvandsvarmepumper og -køling  
med grundvandsmagasiner som  
sæsonlager

BILAG 8

Gennemregning af 4 anlægseksempler

Fire anlæg er gennemregnet ved hjælp af beregningsværktøjet i Bilag 7:

- 1. Hotel Opus** har udlagt ATES-systemet efter udelukkende køling, hvorfor anlægget er et 1-FLOW-system. Anlægget er idriftsat i 2007. Der foretages ikke termisk balancering. På baggrund af designdata er der gennemført en beregning af anlægget med termisk balance, da modelværktøjet udelukkende kan bruges ved termisk balance-projekter. Inddata til beregningsværktøjet fremgår af tabel 1. Beregningsresultater fremgår af tabel 2. Der er herefter foretaget et fradrag i investeringsomfang og energiforbrug til opnåelse af termisk balance, hvilket får betydning for tilbagebetalingstid og CO<sub>2</sub>-besparelsen. Beregningsresultatet fremgår af tabel 3.
- 2. Novo Nordisk Site Hillerød** har primært brug for køling, hvorfor anlægget er udlagt til et 1-FLOW-system. Varmepumper anvender kølevandsvarmen, når der er behov for opvarmning. Restvarmen tilbageledes i grundvandsmagasinet. Termisk balance ønskes ikke. På baggrund af designdata er der gennemført en beregning af anlægget med termisk balance, da modelværktøjet udelukkende kan bruges ved termisk balance-projekter. Inddata til beregningsværktøjet fremgår af tabel 1. Beregningsresultater fremgår af tabel 2. Der er herefter foretaget et fradrag i investeringsomfang og energiforbrug til opnåelse af termisk balance, hvilket får betydning for tilbagebetalingstid og CO<sub>2</sub>-besparelsen. Beregningsresultatet fremgår af tabel 3.
- 3. Esbjerg Sygehus** er en bygning med både et stort varmebehov og et stort kølebehov primært i sommertiden. Systemet er derfor tænkt udført som et 2-FLOW-system med varmepumper og udeluftskøling. Inddata til beregningsværktøjet fremgår af tabel 1. Beregningsresultater fremgår af tabel 2.
- 4. Fields** i Ørestad er et stort indkøbscenter med et kølebehov hele året rundt og et tilsvarende varmebehov til rumopvarmning i vintertiden. Systemet skal pga. begrænset volumen i grundvandsmagasinet udføres som et 2-FLOW-system med varmepumper og udeluftskøling. Da kravet til fremløbstemperatur for kølevand er meget lavt er der tale om et kuldagringsprojekt, hvor kulde produceret af varmepumper (de eksisterende mekaniske kølekompressorer) lagres i grundvandsmagasinet. Inddata til beregningsværktøjet fremgår af tabel 1. Beregningsresultater fremgår af tabel 2.

		<b>OPUS</b>	<b>NNHIL</b>	<b>SVSE</b>	<b>FIELDS</b>
<b>1</b>	<b>System</b>	<b>1-FLOW</b>	<b>2-FLOW</b>	<b>2-FLOW</b>	<b>2-FLOW</b>
<b>2</b>	<b>Elpris (kr./kWh)</b>	<b>1,50</b>	<b>0,75</b>		<b>1,00</b>
<b>3</b>	<b>Varmepris (kr./MWh)</b>	<b>650</b>	<b>500</b>		<b>550</b>
<b>4</b>	<b>CO2-emission elprodukt</b>	<b>550</b>	<b>550</b>	<b>550</b>	<b>550</b>
<b>5</b>	<b>CO2-emission naturgas</b>	<b>207</b>	<b>207</b>	<b>207</b>	<b>207</b>
<b>6</b>	<b>CO2-emission gasolie</b>	<b>311</b>	<b>311</b>	<b>311</b>	<b>311</b>
<b>7</b>	<b>CO2-emission fjernvarme</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>
<b>8</b>	<b>Alternativ varmekilde</b>	<b>NGAS</b>	<b>NGAS</b>	<b>FJV</b>	<b>FJV</b>
<b>9</b>	<b>Kølebehov (MWh/år)</b>	<b>1930</b>	<b>5000</b>		<b>4500</b>
<b>10</b>	<b>Køleeffektbehov (kW)</b>	<b>555</b>	<b>2000</b>		<b>5000</b>
<b>11</b>	<b>Kølevand fremløbtemp</b>	<b>10,4</b>	<b>12</b>		<b>6</b>
<b>12</b>	<b>Kølevand returløbtemp</b>	<b>17</b>	<b>22</b>		<b>12</b>
<b>13</b>	<b>Varmebehov (MWh/år)</b>	<b>0</b>	<b>3300</b>		<b>4500</b>
<b>14</b>	<b>Varmeeffektbehov (kW)</b>	<b>0</b>	<b>850</b>		<b>5000</b>
<b>15</b>	<b>Varmt vand fremløbtemp</b>	<b>0</b>	<b>60</b>		<b>60</b>
<b>16</b>	<b>Varmt vand returløbtemp</b>	<b>0</b>	<b>30</b>		<b>30</b>
<b>17</b>	<b>Kølebehov jan (%)</b>	<b>2</b>	<b>7</b>		<b>3</b>
<b>18</b>	<b>Kølebehov feb (%)</b>	<b>2</b>	<b>7</b>		<b>3</b>
<b>18</b>	<b>Kølebehov mar (%)</b>	<b>2</b>	<b>7</b>		<b>3</b>
<b>20</b>	<b>Kølebehov apr (%)</b>	<b>5</b>	<b>7</b>		<b>5</b>
<b>21</b>	<b>Kølebehov maj (%)</b>	<b>10</b>	<b>9</b>		<b>8</b>
<b>22</b>	<b>Kølebehov jun (%)</b>	<b>20</b>	<b>11</b>		<b>14</b>
<b>23</b>	<b>Kølebehov jul (%)</b>	<b>20</b>	<b>11</b>		<b>19</b>
<b>24</b>	<b>Kølebehov aug (%)</b>	<b>20</b>	<b>11</b>		<b>19</b>
<b>25</b>	<b>Kølebehov sep (%)</b>	<b>10</b>	<b>9</b>		<b>13</b>
<b>26</b>	<b>Kølebehov okt (%)</b>	<b>5</b>	<b>7</b>		<b>7</b>
<b>27</b>	<b>Kølebehov nov (%)</b>	<b>2</b>	<b>7</b>		<b>3</b>
<b>28</b>	<b>Kølebehov dec (%)</b>	<b>2</b>	<b>7</b>		<b>3</b>
<b>29</b>	<b>Varmebehov jan (%)</b>	<b>0</b>	<b>16</b>		<b>17</b>
<b>30</b>	<b>Varmebehov feb (%)</b>	<b>0</b>	<b>16</b>		<b>17</b>
<b>31</b>	<b>Varmebehov mar (%)</b>	<b>0</b>	<b>16</b>		<b>11</b>
<b>32</b>	<b>Varmebehov apr (%)</b>	<b>0</b>	<b>10</b>		<b>7</b>
<b>33</b>	<b>Varmebehov maj (%)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>3</b>
<b>34</b>	<b>Varmebehov jun (%)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>2</b>

<b>35</b>	<b>Varmebehov jul (%)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>2</b>
<b>36</b>	<b>Varmebehov aug (%)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>2</b>
<b>37</b>	<b>Varmebehov sep (%)</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		<b>3</b>
<b>38</b>	<b>Varmebehov okt (%)</b>	<b>0</b>	<b>10</b>		<b>7</b>
<b>39</b>	<b>Varmebehov nov (%)</b>	<b>0</b>	<b>16</b>		<b>11</b>
<b>40</b>	<b>Varmebehov dec (%)</b>	<b>0</b>	<b>16</b>		<b>17</b>
<b>41</b>	<b>Grundvandets nat. temp</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>9</b>
<b>42</b>	<b>Lagringsvirkningsgrad</b>	<b>85</b>	<b>75</b>	<b>75</b>	<b>75</b>
<b>43</b>	<b>Grv fremløbtemp sommer</b>	<b>9</b>	<b>10</b>		<b>6</b>
<b>44</b>	<b>Grv returløbtemp sommer</b>	<b>15</b>	<b>20</b>		<b>12</b>
<b>45</b>	<b>Tryktab (bar)</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>46</b>	<b>Pumpevirkningsgrad</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>
<b>47</b>	<b>Grv fremløbtemp vinter</b>	<b>9</b>	<b>18</b>		<b>10</b>
<b>48</b>	<b>Grv returløbtemp vinter</b>	<b>15</b>	<b>10</b>		<b>4</b>
<b>49</b>	<b>Investering grv system</b>	<b>4000</b>	<b>4000</b>	<b>4000</b>	<b>4000</b>
<b>50</b>	<b>COP varmepumpe</b>	<b>5</b>	<b>5</b>		<b>4</b>
<b>51</b>	<b>Varmepumpe kondensmp</b>	<b>35</b>	<b>50</b>		<b>50</b>
<b>52</b>	<b>Varmepumpe fordampmp</b>	<b>5</b>	<b>0</b>		<b>0</b>
<b>53</b>	<b>Investering varmepumpe</b>	<b>0</b>	<b>2000</b>	<b>2000</b>	<b>0</b>
<b>54</b>	<b>Udeluftskøler COP</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>20</b>
<b>55</b>	<b>Investering udeluftskøler</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>	<b>150</b>
<b>57</b>	<b>Solvarme (JA/NEJ)</b>	<b>JA</b>	<b>JA</b>	<b>JA</b>	<b>JA</b>
<b>58</b>	<b>Investering solvarme</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>400</b>

Tabel 1. Inddata til modelværktøjet for de 4 anlægseksempler.

	<b>OPUS</b>	<b>NNHIL</b>	<b>SVSE</b>	<b>FIELDS</b>
<b>ATES System</b>	<b>1-FLOW</b>	<b>2-FLOW</b>		<b>2-FLOW</b>
<b>Varmepumper i systemet</b>	<b>NEJ</b>	<b>JA</b>		<b>JA</b>
<b>Solvarme i systemet</b>	<b>NEJ</b>	<b>NEJ</b>		<b>NEJ</b>
<b>Udeluftskøler i systemet</b>	<b>JA</b>	<b>JA</b>		<b>JA</b>
<b>Samlet investering (DKK)</b>	<b>2466075</b>	<b>9652667</b>		<b>17808250</b>
<b>Energibesparelse (DKK/år)</b>	<b>433026</b>	<b>1869052</b>		<b>2413314</b>
<b>Simpel tilbagebetalingstid (år)</b>	<b>5,7</b>	<b>5,2</b>		<b>7,4</b>
<b>CO<sub>2</sub>-besparelse (tons CO<sub>2</sub>/år)</b>	<b>159</b>	<b>844</b>		<b>641</b>

Tabel 2. Resultater fra modelværktøjet for de 4 anlægseksempler.

	<b>OPUS</b>	<b>NNHIL</b>	<b>SVSE</b>	<b>FIELDS</b>
<b>ATES System</b>	<b>1-FLOW</b>			
<b>Varmepumper i systemet</b>	<b>NEJ</b>			
<b>Solvarme i systemet</b>	<b>NEJ</b>			
<b>Udeluftskøler i systemet</b>	<b>NEJ</b>			
<b>Samlet investering (DKK)</b>	<b>2220000</b>			
<b>Energibesparelse (DKK/år)</b>	<b>472272</b>			
<b>Simpel tilbagebetalingstid (år)</b>	<b>4,7</b>			
<b>CO<sub>2</sub>-besparelse (tons CO<sub>2</sub>/år)</b>	<b>173</b>			

Tabel 3. Resultater fra modelværktøjet for de 4 anlægseksempler efter korrektion for termisk balance.