Vejledning til BEREGNINGSVÆRKTØJ vedr. varmegenvinding



Bring ideas to life VIA University College

INDHOLD

1 1.1	Indledning Formål med beregningsværktøjet	3 3
2	Opbygning	4
2.1	Fane 1 "Forsiden"	5
2.2	Fane 2 "Varmekilden"	7
2.3	Fane 3 "Varmebehov"	9
2.4	Fane 4 "Resultater"	10
2.5	Fane 5 & 6 "Økonomi 100% VP / reduceret VP"	11

Dato: 22. august 2018

Journalnr.: ELFORSK 248-033

Projekt: Guide til varmegenvinding fra industrielle rensningsanlæg.

Ref.: Bilag 9. Vejledning til beregningsværktøj

Forfatter: Jonas Lassen, Verdo

Vejledning til beregningsværktøj

1 Indledning

Denne vejledning er en del af det samlede Elforsk projekt nr. 248-033, Guide til varmegenvinding fra industrielle rensningsanlæg.

1.1 Formål med beregningsværktøjet

Formålet med dette beregningsværktøj er at gøre det muligt at optimere varmegenvindingen fra spildevandsanlæg.

Med beregningsværktøj kan der:

- 1. Analyseres samtidighed på timeniveau for varmekilde og varmebehov
- 2. Dimensioneres en buffertank til optimering af økonomien ved varmegenvinding
- 3. Dimensioneres en varmepumpe til optimering af økonomien ved varmegenvinding

Beregningsværktøjet har sine begrænsninger og kræver forudsætninger for at kunne gennemskue varmebalancer og energi flow.

2 Opbygning

Beregningsværktøjet består af en almindelig Excel-fil, som kan downloades fra ELFORSK hjemmeside. Der er seks faner for indtastninger og visning af resultater.

Overblik over værktøjets faner:

På <u>fane 1: "Forsiden"</u> indtastes de grundlæggende oplysninger omkring spildevand, varmepumpe, buffertank og varmebehov.

På <u>fane 2; "Varmekilden"</u> indtastes specifikke oplysninger om, hvordan profilen er for varmekilden på døgn-, uge-, måneds- og årsniveau.

På <u>fane 3; "Varmebehov"</u> indtastes specifikke oplysninger for, hvordan profilen er for varmebehov på døgn-, uge-, måneds- og årsniveau. Det er muligt at indtaste tre procesvarmebehov og et rumvarmebehov. Det kan fx være varmebehov til rengøring, procesvand og rumvarme.

På fane 4; "Resultater" vises resultater og kurver for kopiering til rapport.

På <u>fane 5; "Økonomi 100% vp"</u> indtastes energipriser og priser for investering mm. for at få et overblik over økonomien. Beregninger baseret på at varmepumpe afkøler 100% af potentialet i varmekilden.

På <u>fane 6; "Økonomi reduceret vp"</u> indtastes energipriser og priser for investering mm. for at få et overblik over økonomien. Beregninger baseret på at varmepumpe afkøler en reduceret del af potentialet i varmekilden.

Beregningerne laves på baggrund af oplysninger fra fanen "Forsiden" som så filtreres og hentes til hhv. fanen "Varmekilden" og fanen "Varmebehov"

Arbejdsgangen for at lave en analyse kan være følgende:

- 1. Indtast værdier for flow og temperaturer i fanen "Forsiden"
 - a. Spildevands varmefylde og afkøling.
 - i. flow og temperaturer indtastes i fanen "Varmekilde".
 - b. Varmepumpens temperatur på til- og afgangssiden.
 - c. Varmepumpens "Lorentz virkningsgrad".
 - i. Få hjælp af en varmepumpeleverandør.
 - d. Buffertank dimensioner.
 - e. Indtast varmebehov for Proces 1, 2, 3, samt rumvarmebehov.
 - i. Rumvarme fremløbstemperatur, Årligt behov og GAF (graddag afhængigt forbrug)
 - ii. Procesvarme, fremløbs- og returtemperatur, samt flow
- 2. Specificer profilen for varmekilden i fanen "Varmekilde"
 - a. Dagsprofil for spildevandsmængder i løbet af dagen (24 værdier).
 - b. Tilretning af profilen i løbet af ugen og evt. måneder.
 - c. Redigering af spildevandstemperaturer og flow, ændringer i løbet af året.
- 3. Specificer profilen for varmebehov i fanen "Varmebehov"
 - a. Dagsprofil for procesvarme 1, 2, 3 i løbet af dagen.
 - b. Tilretning af procesvarmeprofilen 1, 2, 3 i løbet af ugen og evt. måneder.
- 4. Gå tilbage til fanen "Forsiden" og optimer anlægget
 - a. Tilpas varmepumpe størrelse.
 - b. Tilpas buffertank størrelse.
- 5. Gå til økonomi og fastsæt priser for energi og investering

2.1 Fane 1 "Forsiden"

På <u>fane 1: "Forsiden"</u> indtastes de grundlæggende oplysninger omkring spildevand, varmepumpe buffertank og varmebehov.

Her vises også resultater for de samlede beregninger. Derved kan hhv. varmepumpe og buffertank optimeres efter profiler for varmebehov og varmekilde er tastet ind på fanerne "Varmekilde" og Varmebehov"

2.1.1 Indtastning Fase 1 "Forsiden

- 1. Indtastning af spildevands værdier:
 - a. Varmefylde
 - b. Temperaturer og flow.
 - i. BEMÆRK spildevandets "varme" temperatur og flow kommer fra fanen "Varmekilde"
- 2. Indtastning af værdier for varmepumpen:
 - a. Lorents effektivitet.
 - i. Det anbefales, at det afklares med varmepumpeleverandør, og indtastes Lorentz effektiviteten, så COP-værdien passer med det.
 - b. Til- og afgangstemperaturer på afgangssiden,
 - c. Varmefylde på væsken i varmeanlægget.
 - d. Størrelsen på varmepumpen i forhold til anlæggets kapacitet.
- 3. Indtastning af størrelse på buffertank.



Figur 1 viser hvor anlæggets data indtastes - i de "gule" felter.

2.1.2 Indtastning Fase 2 "Forsiden"

Indtastning af værdier for behov:

- a. Rumvarme indtastes faktisk forbrug samt andel der skønnes at være graddag afhængigt (GAF), samt ønsket temperatur.
- Proces 1, 2, 3 indtastes flow og differens temperatur (T1 og T2). De beregnede værdier vises i kW.

Rumvarme	•	Process	varme 1	Proces	varme 2	Pr	ocesvarme 3
Temperatur på fremløb	70° C	Temperatur på fremløb	80° C	Temperatur på fremløb	70° C	Temperatur på	65° C
Årligt behov	200.000	Temperatur på retur	9° C	Temperatur på retur	40° C	Temperatur på retur	45° C
GAF	70%	Flow	10 m³/h	Flow	10 m³/h	Flow	5 m³/h
GUF	30%	Effekt	826	Effekt	349	Effekt	116
Årligt varmebehov	200.000 kWh		4.216.673 kWh		1.144.464 kWh		545.893 kWh
Mulig dækning temperatur	157.143 kWh		2.898.963 kWh		899.221 kWh		461.909 kWh

Figur 2 viser hvor data indtastes - i de "gule" felter.

Det samlede beregnede "Årlige varmebehov" vises, samt "Mulig dækning temperatur". "Mulig dækning temperatur" er mindre end "Årligt varmebehov" når temperaturen på afgangen fra varmepumpen er lavere end temperatur på varmebehov.

Årligt varmebehov er beregnet på baggrund af de profiler der er tastet ind i fanerne "Varmekilde" og "Varmebehov".

2.1.3 Resultater

Til højre vises resultater af beregningerne for 100% varmepumpe og reduceret varmepumpe, samt varmeydelse med og uden buffertank. Det er beregnet på baggrund af de profiler der er tastet ind i fanerne "Varmekilde" og "Varmebehov".

Resultater	
Fra kedel	3.645.534
I spildevand	2.043.970
Med Varmepumpe 100%	2.648.965
Elforbrug	604.995
Mulig levering uden buffertank	2.179.610
Elforbrug uden buffertank	497.498
Mulig levering med buffertank	2.461.496
Elforbrug med buffertank	561.839
Forskel med og uden buffertank	281.886
Fra kedel	4.244.732
Fra kedel I spildevand	4.244.732 2.043.970
Fra kedel I spildevand Med Varmepumpe reduceret	4.244.732 2.043.970 1.986.724
Fra kedel I spildevand Med Varmepumpe reduceret Elforbrug	4.244.732 2.043.970 1.986.724 453.472
Fra kedel I spildevand Med Varmepumpe reduceret Elforbrug Mulig levering <u>uden</u> buffertank	4.244.732 2.043.970 1.986.724 453.472 1.722.683
Fra kedel I spildevand Med Varmepumpe reduceret Elforbrug Mulig levering <u>uden</u> buffertank Elforbrug <u>uden</u> buffertank	4.244.732 2.043.970 1.986.724 453.472 1.722.683 393.204
Fra kedel I spildevand Med Varmepumpe reduceret Elforbrug Mulig levering <u>uden</u> buffertank Elforbrug <u>uden</u> buffertank Mulig levering <u>med</u> buffertank	4.244.732 2.043.970 1.986.724 453.472 1.722.683 393.204 1.862.298
Fra kedel I spildevand Med Varmepumpe reduceret Elforbrug Mulig levering <u>uden</u> buffertank Elforbrug <u>uden</u> buffertank Mulig levering <u>med</u> buffertank Elforbrug <u>med</u> buffertank	4.244.732 2.043.970 1.986.724 453.472 1.722.683 393.204 1.862.298 425.071
Fra kedel I spildevand Med Varmepumpe reduceret Elforbrug Mulig levering <u>uden</u> buffertank Elforbrug <u>uden</u> buffertank Mulig levering <u>med</u> buffertank Elforbrug <u>med</u> buffertank Forskel med og uden buffertank	4.244.732 2.043.970 1.986.724 453.472 1.722.683 393.204 1.862.298 425.071 139.614

Figur 3 viser resultater af beregninger.

2.2 Fane 2 "Varmekilden"

2.2.1 Indtastning "Varmekilden"

På fane 2: "Varmekilden kW" indtastes profilen for varmekilden ved **FØRST** at rette % satser i dagsprofilen.

1. Redigering af dagsprofil Var	nekilde	
Dimensionerende kapacitet	186	kW
tid	værdi	
00:00:00	0%	-
01:00:00	100%	186
02:00:00	52%	97
03:00:00	100%	186
04:00:00	0%	-
05:00:00	0%	-
06:00:00	0%	-
07:00:00	100%	186
08:00:00	100%	186
09:00:00	0%	-
10:00:00	0%	-
11:00:00	100%	186
12:00:00	100%	186
13:00:00	100%	186
14:00:00	100%	186
15:00:00	100%	186
16:00:00	100%	186
17:00:00	100%	186
18:00:00	100%	186
19:00:00	100%	186
20:00:00	100%	186
21:00:00	100%	186
22:00:00	100%	186
23:00:00	100%	186



Figur 4 viser tilrettet varmekilde døgnprofil.

Figur 5 viser dagsprofil.

DEREFTER indtastes profilen for ugen ved at rette i klokkeslæt og flueben i "ugeprofilen"

Mandag		-	0.00.00
C Manag	00:00:00	T	3:00:00
✓ Tirsdag	00:00		4:00:00
Onsdag	02:00		4:00:00
 Torsdag 	03:00		4:00:00
✓ Fredag	04:00		9:00:00
🗌 Lørdag	06:00	\checkmark	3:00:00
🖌 Søndag	13:00:00	2	23:00:00

Figur 6 viser tilrettet varmekilde ugeprofil.



Figur 7 viser tilrettet varmekilde ugeprofil.

TIL SIDST kan månederne rettes til.

Ved at fjerne fx en hel måned ved, at klikke flueben væk.

🖌 Januar	🖌 Feburar	✓ Marts
🗸 April	🗌 Maj	🗹 Juni
🗹 Juli	🖌 August	September
✔ Oktober	✓ November	December

Figur 8 viser tilrettet varmekilde årsprofil, maj måned er klippet ud.

Eller/og ved at rette i temperatur og flow i "redigering af årsprofil".

Ændring i varmekilde terr	T1	T2	Flow	Effekt
Januar	21° C	15° C	24	168
Februar	21° C	15° C	24	168
Marts	22° C	15° C	20	163
April	23° C	15° C	17	158
Maj	23° C	15° C	17	158
Juni	24° C	15° C	15	157
Juli	25° C	15° C	14	163
August	23° C	15° C	18	168
September	23° C	15° C	18	168
Oktober	22° C	15° C	20	163
November	21° C	15° C	23	161
December	21° C	15° C	24	168

Figur 9 viser tilrettet varmekilde årsprofil.



Figur 10 viser tilrettet varmekilde årsprofil.

2.3 Fane 3 "Varmebehov"

På samme måde som ved indtastning af profil for varmekilden, indtastes profilerne for de processer, der er i virksomheden.

Rumvarmeprofilen indtastes ind i fanen "Forsiden" ved at indtaste et årsforbrug og graden af graddage.





Figur 11 viser analyse af varmekilde og varmebehov uden varmepumpe.

Procesvarme 1, 2 og 3 indtastes som under fanen "Varmekilden KW".

2.4 Fane 4 "Resultater af beregningen"

Her vises resultater for varmebehov og dækning i skema og kurve.

Kurverne er mange, og kan virke lidt forvirrende, men ved at højreklikke på kurvefelt og trykke på "vælg data" kan de ønskede kurver vælges.



Figur 12 viser valg af de ønskede kurver.

Og fx vælge at fjerne kurven "Dækning uden buffertank", ved at fjerne flueben.

proces 3 [kWh/år] 277.686 234.965 234.965 un Vælg datakilde ? ? ? Diagramdataområde: Diagramdataområde: Dataområdet er for komplekst til at blive vist. Hvis du har markeret et nyt område, vil det erstatte alle seriern seriepanelet. Ya Porklarende tekst (Serie) Vandrette aksenavne (Kategori) Forklarende tekst (Serie) Varmekilde med VP Samlet varme-behov Dækning uden buffertank Marr Marr Marr Marr Marr Marr Mapr Kjulte og tomme celler 	boxes 3 [kWh/år] 277.686 234.965 234.965 Vælg datakilde ? × Diagramdataområde: ? × Dataområdet er for komplekst til at blive vist. Hvis du har markeret et nyt område, vil det erstatte alle serierne seriepanelet. ? Porklarende tekst (Serie) Vandrette aksenavne (Kategori) Forklarende tekst (Serie) Vandrette aksenavne (Kategori) Varmekilde med VP jan Samlet varme-behov feb Dækning uden buffertank apr Rumvarmebehov maj Skjulte og tomme celler OK									
un Vælg datakilde ? Diagramdataområde: Diagramdataområde: Dataområdet er for komplekst til at blive vist. Hvis du har markeret et nyt område, vil det erstatte alle seriern seriepanelet. Dataområdet er for komplekst til at blive vist. Hvis du har markeret et nyt område, vil det erstatte alle seriern seriepanelet. Varies Kerke/kolonne Varies Kerker (Serie) Vandrette aksenavne (Kategori) Rediger Jan Jan feb Dækning uden buffertank Dækning med buffertank Apr Skjulte og tomme celler OK Annulle	Vælg datakilde ? Diagramdataområde: Dataområdet er for komplekst til at blive vist. Hvis du har markeret et nyt område, vil det erstatte alle serierne seriepanelet. Forklarende tekst (Serie) Varmekilde med VP Varmekilde med VP Samlet varme-behov Dækning uden buffertank Dækning med buffertank Rumvarmebehov Skjulte og tomme celler OK	roces 3 [kWh/år]		277.	686	234.96	5	234.965		
Diagramdataområde: <u>P</u> iagramdataområde: Dataområdet er for komplekst til at blive vist. Hvis du har markeret et nyt område, vil det erstatte alle seriern seriepanelet. Ve <u>Skift række/kolonne</u> Ve <u>Skift række/kolonne</u> Varmekilde med VP <u>J</u> jan Samlet varme-behov <u>f</u> feb Dækning uden buffertank <u>apr</u> <u>Skjulte og tomme celler</u> <u>OK</u> Annulle	Diagramdataområde: Dataområdet er for komplekst til at blive vist. Hvis du har markeret et nyt område, vil det erstatte alle serierne seriepanelet. Forklarende tekst (Serie) Varmekilde med VP Varmekilde med VP Samlet varme-behov Dækning uden buffertank Dækning med buffertank Rumvarmebehov Skjulte og tomme celler OK	n Vælg datakilde					_	?	×	
r Diagramdataområde: 1 Diagramdataområde: Dataområdet er for komplekst til at blive vist. Hvis du har markeret et nyt område, vil det erstatte alle seriern seriepanelet. Ve S kjift række/kolonne F orklarende tekst (Serie) Vandrette aksenavne (Kategori) F orklarende tekst (Serie) Vandrette aksenavne (Kategori) V Samlet varme-behov Ø Samlet varme-behov Ø Dækning uden buffertank Ø Dækning med buffertank Ø Rumvarmebehov Skjulte og tomme celler OK Annulle	Diagramdataområde: <u>1</u> Diagramdataområde: Dataområdet er for komplekst til at blive vist. Hvis du har markeret et nyt område, vil det erstatte alle serierne seriepanelet. Forklarende tekst (Serie) <u>Vandrette aksenavne (Kategori)</u> Forklarende tekst (Serie) Vandrette aksenavne (Kategori) Varmekilde med VP jan Samlet varme-behov jan Dækning uden buffertank jar Rumvarmebehov maj Skjulte og tomme celler OK Annuller	0								
V Dataområdet er for komplekst til at blive vist. Hvis du har markeret et nyt område, vil det erstatte alle seriern seriepanelet. V V Porklarende tekst (Serie) Vandrette aksenavne (Kategori) Image: Skift række/kolonne Varmekilde med VP Image: Skift varme-behov Image: Skift varmebehov	Dataområdet er for komplekst til at blive vist. Hvis du har markeret et nyt område, vil det erstatte alle serierne seriepanelet. Forklarende tekst (Serie) Varmekilde med VP Samlet varme-behov Dækning uden buffertank Dækning med buffertank Rumvarmebehov Skjulte og tomme celler OK	re <u>D</u> iagramdataor	nråde:						Ť	
seriepanelet.	Forklarende tekst (Serie) Forklarende tekst (Serie) Vandrette aksenavne (Kategori) Image: Second Seco	V Dataområdet er f	or komplekst til at blive vi	st. Hvis du ha	r marker	et et nyt områd	de, vil det (erstatte alle serie	erne	
Forklarende tekst (Serie) Vandrette aksenavne (Kategori) Tilføj Rediger Varmekilde med VP Samlet varme-behov Dækning uden buffertank Dækning med buffertank Rumvarmebehov Skjulte og tomme celler OK	Forklarende tekst (Serie) Vandrette aksenavne (Kategori) Forklarende tekst (Serie) Vandrette aksenavne (Kategori) Image: Skift række/kolonne Image: Skift række/kolonne Varmekilde med VP Image: Skift række/kolonne Varmekilde med VP Image: Skift række/kolonne Dækning uden buffertank Image: Skift række/kolonne Dækning med buffertank Image: Skijulte og tomme celler OK Annuller Dækning uden buffert Image: Skijulte og tomme celler	/seriepanelet.								
Forklarende tekst (Serie) Vandrette aksenavne (Kategori) Image: Tilføj Rediger Varmekilde med VP jan Samlet varme-behov feb Dækning uden buffertank mar Dækning med buffertank apr Rumvarmebehov maj Skjulte og tomme celler OK	Forklarende tekst (Serie) Vandrette aksenavne (Kategori) Image: Samlet varme-behov jan Dækning uden buffertank jan Dækning med buffertank mar Rumvarmebehov maj Skjulte og tomme celler OK	2		Skift ræk	ke/kolor	ine]]			
Image: TopKaleride text (serie) Variation text (serie) Image: TopKaleride text (serie) Image: TopKaleride text (serie)	Image: Serie (Serie) Variate: Construction of the serie (Nglee gold) Image: Serie (Nglee gold) Image: Serie (Nglee gold) <td>Ø Forklarende teks</td> <td>t (Caria)</td> <td></td> <td>Vandrei</td> <td>He akcenavne</td> <td>(Kategori)</td> <td></td> <td></td>	Ø Forklarende teks	t (Caria)		Vandrei	He akcenavne	(Kategori)			
IIITØJ Rediger Varmekilde med VP jan Samlet varme-behov feb Dækning uden buffertank mar Dækning med buffertank apr Rumvarmebehov maj Skjulte og tomme celler OK	Ititøj Rediger Varmekilde med VP jan Samlet varme-behov feb Dækning uden buffertank mar Dækning med buffertank mar Rumvarmebehov maj Skjulte og tomme celler OK Dækning uden buffert	Forklarende tekst (Serie) Vandrette aksenavne (Kategori)								
✓ Varmekilde med VP ijan ✓ Samlet varme-behov ifeb Dækning uden buffertank imar Ø Dækning med buffertank imar Ø Rumvarmebehov imaj Skjulte og tomme celler OK Annulle	✓ Varmekilde med VP jan ✓ Samlet varme-behov ✓ feb Dækning uden buffertank ✓ mar Ø Dækning med buffertank ✓ maj Kjulte og tomme celler OK Annuller Dækning uden buffertank	/e <u>I</u> ilføj	<u>Rediger</u> <u>Fjern</u>		E / R <u>e</u>	ediger			_	
Samlet varme-behov Image: feb Dækning uden buffertank Image: mail Dækning med buffertank Image: mail Rumvarmebehov Image: mail Skjulte og tomme celler OK	Samlet varme-behov Image: feb Dækning uden buffertank Image: feb Dækning med buffertank Image: feb Rumvarmebehov Image: feb Skjulte og tomme celler OK Annuller Dækning uden buffertank	Varmekild	le med VP	^	☑ j	an				
Dækning uden buffertank Imar Dækning med buffertank Imar Rumvarmebehov Imar Skjulte og tomme celler OK	Dækning uden buffertank Imar Dækning med buffertank Imar Rumvarmebehov Imaj Skjulte og tomme celler OK Annuller Dækning uden buffertank	Samlet var	rme-behov		✓ 1	feb				
Dækning med buffertank apr Rumvarmebehov maj Skjulte og tomme celler OK	Image: Dækning med buffertank Image: Dækning med buffertank	Dækning	uden buffertank			mar				
Rumvarmebehov maj Skjulte og tomme celler OK	Rumvarmebehov maj Skjulte og tomme celler OK Annuller Dækning uden buffe	Dækning	med buffertank			apr				
Skjulte og tomme celler OK Annulle	Skjulte og tomme celler OK Annuller Dækning uden buffe		ebehov			maj				
Skjulte og tomme celler OK Annulle	Skjulte og tomme celler OK Annuller Dækning uden buffer Dækning uden buffer			Ŧ		-			-	
	Dækning uden buffer	<u>Skjulte og tom</u> r	me celler				OK	(Annu	ller	
	Dækning uden buffe				`					

Figur 13 viser fravalg af kurve.

2.5 Fane 5 & 6 "Økonomi 100% VP / reduceret VP"

Her indtastes priser for:

- 1. Energi
- 2. Investering
- 3. Drifts omkostninger
- 4. Afgifter
- 5. Virkningsgrad for eksisterende varmeanlæg

Der vises:

- 1. Årlige sparede omkostninger
- Årlige driftsudgifter
 Årlige omkostninger til el
- 4. Årlige omkostninger til overskudsvarmeafgift
- 5. Årligt overskud
- 6. Akkumuleret overskud hvor investeringen og årligt overskud akkumuleres

De forventede afgiftsændringer er tastet ind i fanen.

Overskudsvarmeafgift er et område, hvor der forventes ændringer for at fremme anvendelsen af spildvarme. For intern anvendelse af overskudsvarmen, er der lavet en beregning, som tager højde for, at der kun skal betales overskudsvarmeafgift i den kolde halvdel af året. Endvidere er der taget højde for varmepumpens COP i beregningen efter de nuværende gældende regler.