CO2-nøgletal og energibesparelser, der giver sund økonomi for spildevandssystemer

Energiberegner - Renseanlæg, Brugervejledning

DANVA
Dansk Vand- og Spildevandsforening

DANVA
FORSKNINGS- OG UDREDNINGSPROJEKT NR. 13, 2009

Titel:
CO2-nøgletal og energibesparelser, der giver sund økonomi for spildevandssystemer
Energiberegner – Renseanlæg, Brugervejledning, DANVA F&U projekt nr. 13

Udgiver: DANVA
Vandhuset
Danmarksvej 26
8660 Skanderborg

ISBN: 87-90455-92-4

Udarbejdet af: Krüger

September 2009

Indhold:

CO2-nøgletal og energibesparelser 3

Generel brug af værktøjet 4

Til-/fravalg af energioptimeringstiltag 4
Brugervejledning renseanlæg 6
Før Energiberegner åbnes 6
Opbygning af Energiberegner 7
Prædefinerede bygværker 8
Besparelsespotentialer 8
Vejledende kommentarer 9
Celler til indtastning 10
Indtastning 11
Indtastning af nøgletal samt overskrifter og information for beregning 11
Overskrifter og opbygning af renseanlæg 12
Komponenter oprettes 13
Besparelsesberegninger vælges til/fra 13
Indtast data for de valgte komponenter 14
Beregning af energiforbrug og besparelsespotentialer 15
Energisparemotor 16
Omrører/ejektorbesparelse 16
Besparelse ved styring af rotorneddykning 17
Besparelse ved styring 17
Samlet oversigt 19
Ansvar for brug af Energiberegneren 20

Appendiks 21

Appendiks A: Forudsætninger og beregningsgrundlag 21
Appendiks B: Samling af gode råd i de gule bokse 26
Appendiks C: Energiledelse 28

CO2-nøgletal og energibesparelser

Denne brugervejledning er gældende for Energiberegner - Renseanlæg.

Brugervejledningen er til forståelse og brug af Energiberegner - Renseanlæg. Brugervejledningen gennemgår kronologisk Energiberegneren skridt for skridt, fra korrekt indstilling af Excel samt indtastning af komponentdata, til besparelsespotentialer og fremvisning af resultater.
Indholdsfortegnelsen kan bruges som opslag til at få vejledning i konkrete handlinger under brug af Energiberegneren.

For yderligere inspiration til energibesparelser og energirigtig opbygning og drift af renseanlæg henvises der til idékataloget, som ligger på DANVA´s hjemmeside.

- Idékatalog - Renseanlæg

I forbindelse med energiledelse kan DANVA Energiberegner anvendes som led i energikortlægningen til et få et overblik over energiforbruget og hvilke energiforbrugere der er størst. Energiberegneren kan således sætte fokus på, hvor det største potentiale er for energibesparelser ud fra en vurdering af det konkrete anlæg.
Få mere at vide om energiledelse og hvordan DANVA Energiberegner kan anvendes i den forbindelse i afsnit 0, Appendiks C: Energiledelse.

Produktet er udviklet med støtte fra DANVA's Forsknings- & Udviklingsmidler i samarbejde med:

- SK Forsyning A/S
- Forsyning Tønder Kommune
- Energiforsyningen Køge A/S
- Vejen Kommune Vej, Park og Forsyning
- Aalborg Kommune Kloakforsyningen Renseanlægsgruppen

Generel brug af værktøjet

Ved indtastning af renseanlæggets komponenter og dets driftstimer og effektforbrug i Energiberegneren, beregnes:

- Det årlige energiforbrug for komponenten og hvis ønsket besparelsespotentialer ved energioptimeringstiltag
- Det årlige energiforbrug pr. bygværk samt besparelsespotentiale
- Det samlede energiforbrug for renseanlægget samt det samlede besparelsespotentiale ved energioptimeringstiltag

Vær bevidst om, at energiberegneren er et vejledende værktøj, som kan bruges for at opnå en mere energieffektiv drift af renseanlægget.
Energiberegneren skal betragtes som et hjælpemiddel og en ”øjenåbner”.

- Værktøjet kan anvendes som hjælp til at finde besparelser for at opnå en mere energirigtig drift af renseanlæg.
- Værktøjet kan anvendes som øjenåbner og kan vise i hvilke bygværker og på hvilke komponenter, det er muligt at optimere og indføre energibesparelser ud fra forvalgte optimeringsmuligheder.

Værktøjet dækker generelt den biologiske del i aktivslamanlæg med tilhørende bygværker i forhold til energiberegning af årligt energiforbrug samt besparelsespotentialer. Værktøjet dækker ikke slambehandling samt rådnetanke mv., men komponenter herfra kan indtastes og det årlige energiforbrug kan beregnes.

Til-/fravalg af energioptimeringstiltag

Typiske energioptimeringstiltag er forvalgt (default) for hver komponent i de enkelte bygværker. Bemærk at ikke alle energioptimeringstiltag er relevante for alle renseanlæg og alle typer komponenter. Derfor kan du selv vælge ”til” og ”fra” efter behov for at gøre energibesparelsespotentialet så realistisk som muligt, for således at udpege konkrete energioptimeringstiltag.

Det er vigtigt at prioritere energioptimeringstiltag, som giver en stor energibesparelse samtidig med at investeringen har en kort tilbagebetalingstid. Derfor er det anbefalelsesværdigt at foretage en økonomisk analyse (cost-benefit-analyse) på de aktuelle tiltag og anvende dette som en del af beslutningsgrundlaget.

Ved en ændring af eksisterende anlæg, kan den opnåede energibesparelse ofte medføre en reduceret driftssikkerhed. Det er derfor vigtigt, at leverandøren og/eller en rådgiver tages med på råd, før beslutningen om energioptimeringstiltag gennemføres på f.eks. procestanke eller lign.

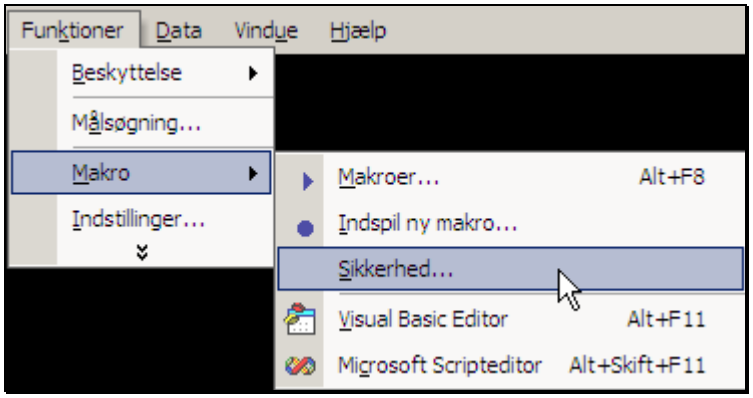
Brugervejledning renseanlæg

Efterfølgende er udarbejdet en kort beskrivelse af, hvorledes Energiberegneren anvendes i praksis – god fornøjelse.

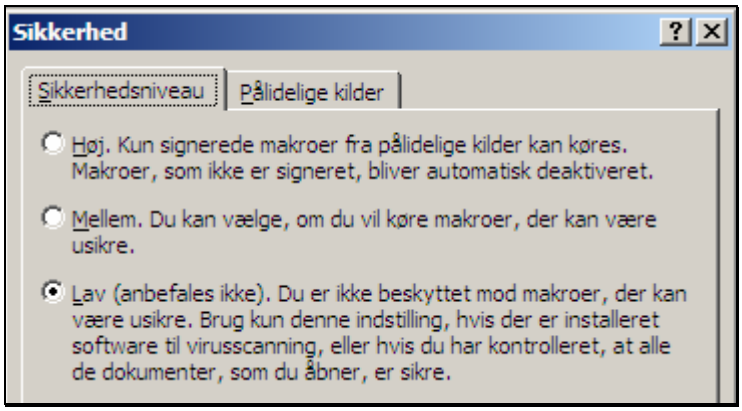
Før Energiberegner åbnes

For at komme i gang med DANVA Energiberegneren skal sikkerheden for makroer sættes til Lav, således at programmet (koder og makroer) fungerer korrekt.

1. Åben Excel.
2. Vælg sikkerhed for makroer som vist.



3. Vælg "Lav" sikkerhedsniveau.



4. Luk Excel helt ned.
5. Åben regnearket i Excel pány.

Opbygning af Energiberegner

Regnearket er bygget op om følgende faneblade

Velkommen	• En kort intro til regnearket, hvad det kan og hvordan du kommer i gang.
Info	• Med kort forklaring på hvordan regnearket anvendes.
Samlet Oversigt	• Opsummering af aktuelt repræsentativt energiforbrug samt CO2-belastning • Opsummering af den potentielle energi- og CO2-reduktion fra de enkelte anlægsdele/bygværker.
Bygværker	• Prædefinerede bygværker med typiske komponenter: o Regnvandsbassin o Indløb o Forbehandling o Procestanke o Efterklaring og returslam o Filtrering, udløb og efterbelufter o Overskudsslam o Diverse • Her indtastes informationer som nuværende strømforbrug, driftstimer mv. på komponentniveau. • Besparelse ved energioptimeringstiltag kan til/fravælges beregnet for den enkelte komponent. • Ønskede besparelsespotentialer beregnes og summeres i kategorier pr. bygværk.
Beregningsgrundlag	• Her finder du baggrundsoplysninger, dvs. de konstanter og tabeller der ligger til grund for energiberegningerne. • Her indtaster du grænseværdi og nøgletal for energipris og CO2 dannet/kWh. • Her indtaster du overskrifter/information, som vises på ”Samlet oversigt”.

Bemærk at fanebladene for alle bygværker indeholder kolonner for beregning af samtlige typer optimeringstiltag.

Fordelen herved er et fleksibelt værktøj, hvor brugeren kan kopiere et vilkårligt bygværk og indtaste et vilkårligt antal og typer af komponenter.
Ulempen er at beregningskolonner for alle typer optimeringstiltag er synlig på samtlige bygværksfaner. Eksempelvis vil kolonner for besparelsespotentiale for omrører/ejektor samt rotorneddykning være synlig på indløbsbygværk og forbehandlingsbygværk, selv om denne beregning ikke er relevant for komponenterne i disse bygværk.

Prædefinerede bygværker

Prædefinerede bygværker er oprettet med typiske komponenter. Disse komponenter er ligeledes prædefinerede med hensyn til besparelsespotentialer for at lette indtastning.

Indsæt kopi af aktive linie
Slet aktive linie
Indsæt kopi af denne side
Slet denne side

		Aktuelle data				Energi-sparemotor		Omrører / ejektor					
		I alt			0		########						0
Komponent	Komponent ID	Mærkeeffekt	Optagen effekt	Driftstimer	Energiforbrug	Beregn besparelse	Besparelse	Styringsform	Tankvolumen	Antal omrørere i tanken	Omrøringshastighed	Beregn besparelse	Besparelse
[-]	[-]	[kW]	[kW]	[timer/år]	[kWh/år]	["x"]	[kWh/år]	[-]	[m3]	[stk]	[o/min]	["x"]	[kWh/år]
Omrører, AT-tank					0		0	Frekvens				x	0
Omrører, denitrifikationstank					0		0	Frekvens				x	0
Omrører, luftningstank					0		0						0
Rotor, høj hastighed, luftningstank					0	x	########						0
Rotor, lav hastighed, luftningstank					0	x	########						0
Turbine, luftningstank					0	x	########						0
Blæser, kapsel, diffusorbeluftning, luftningstank					0	x	########						0
Blæser, turbo, diffusorbeluftning, luftningstank					0	x	########						0
Pumpe, centrifugal, recirkulation, luftningstank					0	x	########						0
Pumpe, propeller, recirkulation, luftningstank					0	x	########						0
Pumpe, snekke, recirkulation, luftningstank					0	x	########						0
Blæser, kapsel, rendebeluftning, luftningstank					0	x	########						0
Pumpe, centrifugal	slam/online				0	x	########						0

Velkommen | Info | Samlet Oversigt | Regnvandsbassin | Indløb | Forbehandling | **Procestanke** | Efterklaring Returslam | Filtrering Udløb Efterbelufter | Oversk

Besparelsespotentialer

Mulige besparelsespotentialer kan du tilvælge ved at sætte et x i den pågældende kolonne og fravælge ved at slette x'et. Følgende besparelsespotentialer er mulige at få beregnet.

- Energisparemotor, dvs. skift fra normmotor til energisparemotor
- Omrører/ejektorbesparelse ved frekvensstyring eller on/off styring

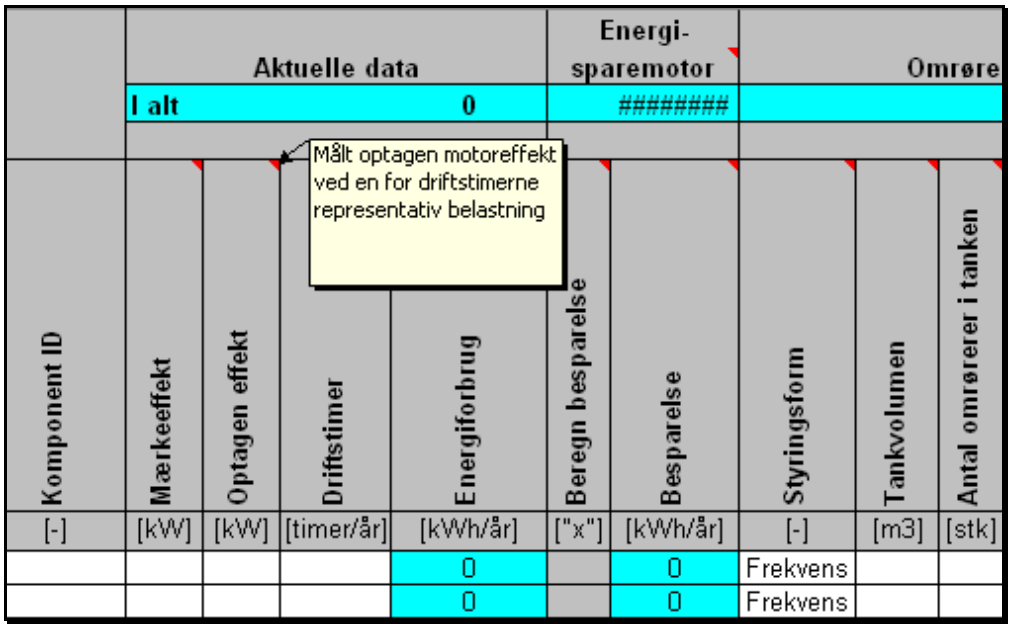
Rotornedyknings-styring

- Styring: Frekvensstyring af primært blæsere og pumper, on-linestyring ved setpunktsstyring, hvor faser styres af kriterier om opnåede setpunkter eller avanceret styring, hvor faser of setpunkter er dynamiske. Besparelsen vurderes ud fra drift af pumper, beluftere og omrørere.

Vejledende kommentarer

Kommentarer knyttet til de enkelte celler i regnearket vil guide dig gennem regnearket.

- Kommentarer er symboliseret ved en rød trekant i øverste højre hjørne af en celle
- Ved at lade cursoren pege på den aktuelle celle bliver kommentaren synlig



- Eksempelvis guides du gennem kolonnerne som skal udfyldes for hver komponent på hver bygværksfaneblad

Celler til indtastning

Du skal generelt indsætte tekst eller værdier i de hvide celler på fanebladene for bygværker. Ønsker du en beregning foretaget, sættes et kryds i ”De grå farvede celler”, benævnt ”Beregn besparelse”. De eventuelt tilhørende celler bliver nu hvide, og der kan foretages indtastning af værdier, for at fuldende beregning af valgt besparelsespotentiale. Bemærk at der i fanebladet ”beregningsgrundlag” kun kan tastes i de gule celler (W5, X5, Y5, AB5-AB8) således at nøgletal til beregning samt overskrifter og informationer til ”Samlet oversigt” rettes efter brugerens individuelle behov.

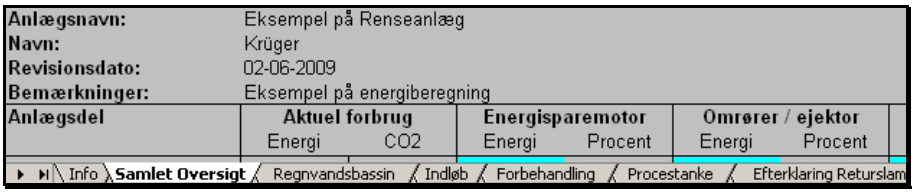
Indtastning

Indtastning af nøgletal samt overskrifter og information for beregning

1. Gå til fanebladet ”Beregningsgrundlag”.

AA	AB
Øvrige informationer for udskrift på samlet oversigt	
Anlægsnavn	Navn på RA (disse informationer indtastes på siden "Beregningsgrundlag")
Navn	Navn på person
Revisionsdato	01-06-2009
Bemærkninger	Bemærkning til denne energiberegning

2. Indtast anlæggets navn samt øvrig relevant information vedrørende den aktuelle energiberegning på ”Beregningsgrundlag”, celle AB5-AB8. Således vil informationerne blive overført til ”Samlet oversigt”.



3. Ret nøgletal efter behov i cellerne. Gå til fanebladet ”Beregningsgrundlag”.

W	X	Y
Nøgletal		
CO2	Pris	Grænseværdi
[kg/kWh]	[DKK/kWh]	[kWh]
0,468	0,600	5.000

3.1. Korriger om nødvendigt koefficienten for emission af kg CO2 pr. kWh (celle W5). Nøgletal indsat er fra 2007:

- Koefficient for CO2 emission Vest Danmark i 2007: 0,468 kg CO2/kWh
- Koefficient for CO2 emission Øst Danmark i 2007: 0,571 kg O2/kWh

3.2. Korriger om nødvendigt el-prisen DKK pr. kWh (celle X5)

- Prisen 0,600 DKK pr. kWh er en normalt anvendt enhedspris på elektrisk energi.

3.3. Korriger grænseværdien for hvornår en energibesparelse skal vises med gul baggrund.

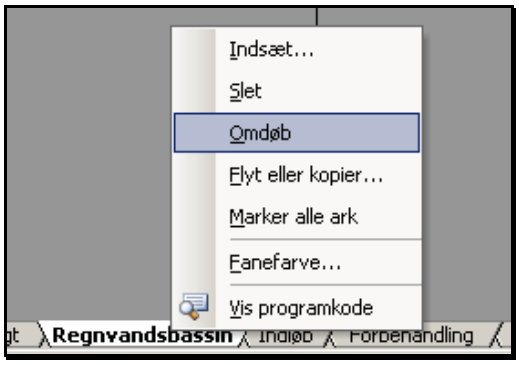
Grænseværdien kan bruges til at hjælpe dig med at opnå et overblik. Anføres f.eks. 5.000 kWh, vil alle felter, hvor der opnås en besparelse større end 5.000 kWh pr. år farves gule.

- Besparelse < grænseværdi; cellen forbliver grøn.
- Besparelse > grænseværdi; cellen bliver gul

Overskrifter og opbygning af renseanlæg

4. Tilpas/opret passende antal faneblade/bygværker med passende navne

4.1. Fanebladene kan omdøbes efter eget ønske (højreklik på fane og vælg Omdøb)



4. 2. Tilføj faneblade hvis der er mangler bygværker eller anlægsdele (tryk på den grønne knap "indsæt kopi af denne side" på det faneblad, der ønskes kopieret).

I tilfælde af to eller flere bygværker som er mere eller mindre ens med hensyn til type, antal, størrelse, rækkefølge af komponenter osv. er det en fordel at oprette et bygværk med de aktuelle komponenter og indtastede mærkeeffekt, afkrydsede/udfyldte optimeringstiltag mm. inden kopiering af fanebladet/bygværket.

4.3. Slet de faneblade, der ikke skal anvendes (tryk på den røde knap "Slet denne side" på det pågældende faneblad).

4.4. Ret rækkefølgen af faneblade om nødvendigt (hold venstre museknap nede og træk fanebladet til rette position)

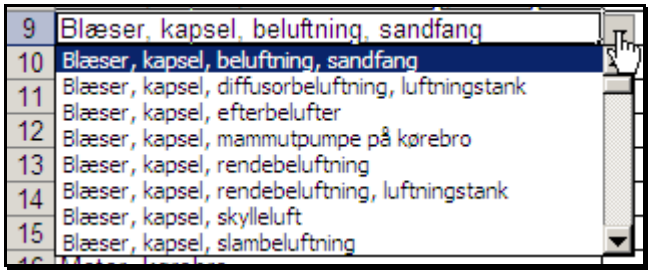
4.5. ”Samlet oversigt” lader sig automatisk opdatere jf. navngivning og rækkefølge af bygværksfaneblade.

Komponenter oprettes

5. Opret passende antal komponentlinjer i ønsket rækkefølge.

5.1. Slet/kopier komponenter efter behov ved hjælp af oprettede knapper hertil i øverste venstre hjørne af bygværksfanebladet.

5.2. Vælg rette komponent fra rullemenuen efter behov.



- De mindre komponenter (kippe, varme, kemikaliepumpe) og ikke så renseanlægsspecifikke komponenter (lys, ventilation) er placeret nederst i rullemenuen under Z, komponentnavn.
- Hvis ikke en af de prædefinerede komponenter/komponentnavne stemmer overens med den komponent du skal indtaste, så kan du vælge en komponenttype som minder meget om eller ligger relativt tæt ved dit behov. Eller…
- Øverst i rullemenuen kan du vælge ”Valgfri beskrivelse”, et vilkårligt komponentnavn kan indtastes. Komponenter af ”Valgfri beskrivelse” vil indgå i det samlede energiregnskab. Der er begrænsede muligheder for beregning af besparelsespotentialer (beregning for energisparemotor samt rotorneddykning kan dog foretages). Bemærk at det ikke er muligt at gå fra ”Valgfri beskrivelse” tilbage til rullemenuen, for at vælge en prædefineret komponent.

Besparelsesberegninger vælges til/fra

6. Besparelsestiltag.

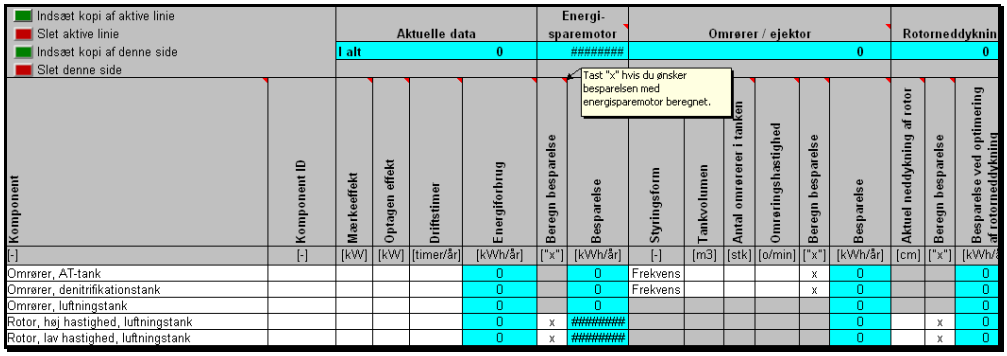
6.1. Mulige besparelsespotentialer tilvælges ved at sætte et x i den pågældende kolonne.

6.2. Besparelsespotentialer fravælges ved at slette x’et i den pågældende kolonne.

7. Prædefinerede besparelsestiltag.

7.1. Ved valg af prædefinerede komponenter er der fortaget et valg på forhånd af besparelsespotentialer, som default beregnes.

7.2. Ønskes besparelserne ikke beregnet eller besparelserne ændret til en anden type, kan de nødvendige tilrettelser foretages ved at til/fravælge de ønskede.



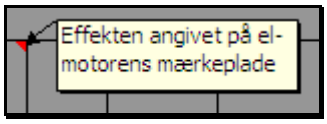
Indtast data for de valgte komponenter

8. Udprint eventuelt listerne over komponenterne, så du har et ark til at indskrive værdier mv.

9. Tast som udgangspunkt kun i felter med hvid baggrund.

10. Der skal indsættes driftsdata i alle viste linjer. I modsat fald vises "#######", hvilket giver problemer med sammentællingen i "samlet oversigt". **Tomme linjer og tomme ark skal slettes**.

11. Ved de fleste kolonneoverskrifter er der røde markeringer med forklarende hjælpetekst - kør cursoren hen over den røde trekant for hjælp.



12. Indtast ID for komponenten, hvilket sikrer datakvaliteten.

13. Indtast værdier i "aktuelle data" for at foretage en energiberegning:

13.1 Mærkeeffekt [kW].

13.2. Målt optagen motoreffekt ved en normal belastning [kW].

13.3. Samlede antal driftstimer pr. år. [timer/år].

14. Øvrige fysiske data på komponenten og drift heraf kan være nødvendig for beregning af besparelsespotentiale. Sidstnævnte er uddybet i afsnit 0.

15. Datakvaliteten er meget vigtig i forbindelse med måling såvel som indtastning, idet kvaliteten af resultaterne afhænger heraf.

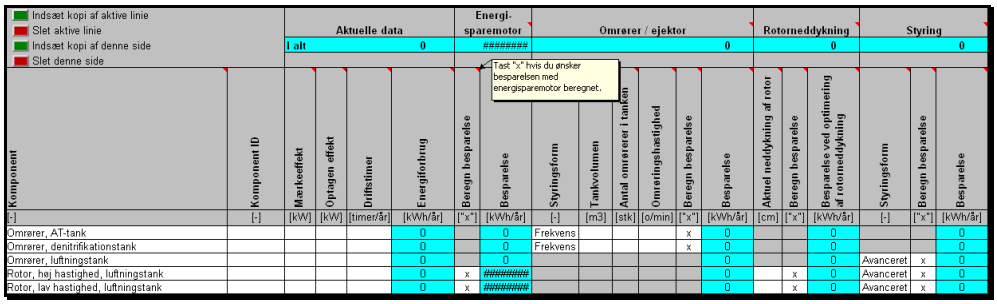
15.1. Det er vigtigt, at målinger af optagen effekt foretages over alle 3 faser.

Måling af optagen effekt giver det bedste repræsentative billede ved længere tids målinger, om muligt målinger som foretages kontinuert over en længere periode. På baggrund at længere tids målinger kan der opnås en gennemsnitlig effektoptagelse, som er repræsentativ for komponentens belastning.
Øjebliksmålinger kan være usikre, og giver blot et billede af med hvilken effekt komponenten er belastet med i netop det øjeblik målingen foretages.

Beregning af energiforbrug og besparelsespotentialer

Energiforbruget for en komponent beregnes som produktet af driftstimer og optagen effekt, og summeres pr. bygværk for alle indtastede komponenter.

Mulige besparelsespotentialer tilvælges ved at sætte et x i den pågældende kolonne og fravælges ved at slette x'et. Besparelsen, indtastning hertil samt øvrige valg for besparelsen, forklares i de følgende underafsnit.



Der er følgende muligheder for optimering:

- Energisparemotor
- Omrører/ejektor
- Rotorneddykning
- Styring (Frekvens, Setpunkt og Avanceret)

Ved valg af flere besparelsespotentialer
Bemærk, at der ikke foretages en kobling ved beregning af besparelse for rotorneddykning og f.eks. samtidig besparelse ved setpunkt/avanceret styring. Den beregnede besparelse på rotorneddykningsberegningen samt styringsberegningen har således en værdi, som er for stor.

Energisparemotor

Energisparemotorer kan i princippet altid anvendes uanset komponenttypen. Design af den enkelte maskine vil dog afgøre om det er muligt.
Denne beregning er den eneste beregning som kan tilvælges for komponenten "Valgfri beskrivelse".

16. Ved valg af beregning for energisparemotor beregnes et besparelsespotentiale, som kan opnås ved skift fra almindelig motor til energisparemotor. Ved beregningen tages der hensyn til kortere driftstid opnået ved øvrige optimeringstiltag.

Ved valg af energisparemotor og et andet besparelsespotentiale
Ved beregning af besparelse for energisparemotor, tages der hensyn til kortere driftstid opnået ved eventuelt øvrige optimeringstiltag, hvis disse er valgt beregnet.

Omrører/ejektorbesparelse

Besparelsespotentialet beregnes ud fra antaget minimalt energiinput pr. m3 volumen ved drift af omrører i procestanke/slamtanke samt ejektor til rengøring.

17. Foretag et valg i forhold til den type besparelse, som ønskes beregnet.

17.1. Ved valg af beregning for frekvensstyring beregnes et besparelsespotentiale, som kan opnås ved skift fra kontinuert drift til styring med frekvensomformer og optimalt energi input pr. m3 vandvolumen.
17.2. Ved valg af beregning for on/off-styring beregnes et besparelsespotentiale, som kan opnås ved skift fra kontinuert drift til on/off-styring og optimalt energi input pr. m3 vandvolumen.
18. Indtast følgende fysiske parametre:
18.1. Tankvolumen [m3].
18.2. Antal omrørere/ejektorspulere i drift samtidigt i tanken.
18.3. Omrøringshastigheden [omdrejninger/minut]; kun for omrørere.

Besparelse ved styring af rotorneddykning

Der kan opnås en energibesparelse ved altid at sikre, at rotorerne neddykkes ca. 23 cm, hvor iltoverførslen pr. kWh er størst.

19. Ved valg af beregning for rotorneddykning beregnes det besparelsespotentiale, som kan opnås ved styring af den mest optimale rotorneddykning. Styringen baseres på, at der foretages en måling af vandspejlsniveauet i tankene. Vandspejlet holdes på et fast niveau uanset flow ved styring af kippe.
20. Indtast neddykning af rotor [cm], målt fra vandspejl ned til laveste punkt af rotorbladet.

Besparelse ved styring

Der kan opnås energibesparelse ved hjælp af forskellige typer styring:

- Frekvensstyring af komponent. Typisk relevant for pumper og blæsere.
- Setpunktsstyring af luftningstanke. Relevant for beluftningsudstyr (blæsere, rotorer), omrørere og recirkulationspumper i luftningstanke.
- Avanceret styring:
    - Avanceret styring af luftningstanke: Relevant for beluftningsudstyr (blæsere, rotorer), omrørere og recirkulationspumper i luftningstanke
    - Avanceret returslamstyring: Relevant for returslampumper

Beregning af besparelse ved styring
Beregningsmodellen beregner opgradering fra ingen styring til setpunktsstyring og fra ingen til avanceret styring. Modellen tager ikke højde for opgradering fra en setpunktsstyring til en avanceret styring.

21. Foretag et valg i forhold til type besparelse, som ønskes beregnet:

Frekvensstyring:
21.1. Ved valg af beregning for frekvensstyring beregnes et besparelsespotentiale, som kan opnås ved skift fra almindelig (on/off) styring til styring med frekvensomformer.

Setpunktsstyring:

21.2. Ved valg af beregning for setpunktsstyring beregnes et besparelsespotentiale, som kan opnås ved skift fra almindelig (on/off) styring til simpel online styring ud fra måling af f.eks. ilt og næringssalte ved procestanke og f.eks. slamspejl, slammets bundfældningsegenskaber eller tørstof ved returslampumper.

- Besparelsen baseres på, at der opnås kortere driftstid på beluftnings-udstyr, mens tiden for omrøring tilsvarende øges. Den anførte besparelse svarer til, hvad der generelt er opnået på danske renseanlæg med en simpel styring ud fra setpunkter. (Bemærk, at besparelserne for omrørere bliver negative, da driftstiden øges!).

Avanceret styring:

21.3. Ved valg af beregning for avanceret styring beregnes et besparelsespotentiale, som kan opnås ved skift fra almindelig (on/off) styring til avanceret styring ud fra måling af f.eks. ilt og næringssalte:

- Besparelsen baseres på, at der opnås kortere driftstid på beluftnings-udstyr, mens tiden for omrøring tilsvarende øges. Den anførte besparelse svarer til, hvad der generelt er opnået på danske renseanlæg med en avanceret styring, hvor driften af procestankene styres ud fra computerbaserede beregninger, som løbende opdateres. (Bemærk, at besparelserne for omrørere bliver negative, da driftstiden øges!).

21.4. Ved valg af beregning for avanceret recirkulationsstyring beregnes den besparelse der kan opnås ved kortere driftstid. Valget foretages ved at vælge avanceret styring for en vilkårlig recirkulationspumpe.

- Besparelsen baseres på, at der ved måling af ammonium, nitrat og/eller iltoptagelse opnås viden om hvor hårdt procestankene er belastet, hvorved den interne recirkulation i størstedelen af tiden kan reduceres.

21.5. Ved valg af beregning for avanceret returslamstyring beregnes den besparelse; der kan opnås ved kortere driftstid. Valget foretages ved at vælge avanceret styring for en vilkårlig returslampumpe.

- Besparelsen baseres på, at der ved måling af slamspejl, slammets bundfældningsegenskaber og/eller tørstof i kombination med afløbskvalitet og andre målinger; opnås viden om hvor hårdt efterklaringstankene kan belastes.

Det er vigtigt i forbindelse med indtastning og valg af besparelsespotentialer; at du fravælger beregninger for besparelsestiltag, **som allerede er indført på den pågældende komponent på renseanlægget**, samt dem som ikke kan lade sig gøre pga. fysiske begrænsninger.

Komponenten "Valgfri beskrivelse"
Der er begrænsede muligheder for beregning af besparelsespotentialer for komponenten "Valgfri beskrivelse". Beregning for energisparemotor samt rotorneddykning kan dog foretages. Øvrige beregninger er komponenten ikke

Samlet oversigt

22. Når indtastning og beregning af hele renseanlægget er foretaget, kan du på fanebladet "Samlet oversigt" få et overblik over beregninger og potentialet i energibesparelser; på renseanlægsniveau, bygværksniveau samt de udvalgte optimeringstiltag. Billedet nedenfor viser et udsnit af "Samlet oversigt".

Anlægsnavn:	Eksempel på Renseanlæg							
Navn:	Krüger							
Revisionsdato:	02-06-2009							
Bemærkninger:	Eksempel på energiberegning							
Anlægsdel	**Aktuel forbrug**		**Energisparemotor**		**Omrører / ejektor**		**Rotorneddykning**	
	Energi	CO2	Energi	Procent	Energi	Procent	Energi	Procent
	3.314.427	**1551**	**65.093**	**1,96**	**21.256**	**0,64**	**6.372**	**0,19**
	[kWh/år]	[ton/år]	[kWh/år]	[%]	[kWh/år]	[%]	[kWh/år]	[%]
Regnvandsbassin	399	0	0	0,00	0	0,00	0	0,00
Indløb	379.232	177	4.866	1,28	0	0,00	0	0,00
Forbehandling	387.720	181	14.290	3,69	36	0,01	0	0,00
Procestanke	1.577.074	738	15.843	1,00	21.220	1,35	6.372	0,40
Efterklaring Returslam	81.957	38	5.283	6,45	0	0,00	0	0,00
Overskudsslam	852.680	399	24.811	2,91	0	0,00	0	0,00
Diverse	35.365	17	0	0,00	0	0,00	0	0,00

23. Start med at kontrollere, at det beregnede samlede årlige energiforbrug stemmer overens med hvad der faktisk er forbrugt på renseanlægget.
23.1. Du bør kontrollere, at årligt energiforbrug ikke afviger mere end 10-15 % i forhold til det seneste års energiregning; sum af energiforbrug for eksempelvis 2008.
24. Yderst til højre opsummeres total energipotentiale i reduktion af kWh, %-besparelse, besparet ton CO2/år samt besparelse i DKK.

Samlet reduktion			
Energi	Procent	CO2	Pris
505.881	**15,26**	**237**	**303.529**
[kWh/år]	[%]	[ton/år]	[DKK/år]
0	0,00	0	0
61.751	16,28	29	37.051
14.326	3,69	7	8.595
399.710	25,35	187	239.826
5.283	6,45	2	3.170
24.811	2,91	12	14.887
0	0,00	0	0

24.1. Den procentsats, der er beregnet for hver type optimeringstiltag samt ude til højre (opsummering pr. bygværk) sammenligner besparelsespotentialet med beregnet aktuelt energiforbrug til venstre samme linje:

- Eksempel med udgangspunkt i oversigten øverst på denne side: Procestanke har energiforbrug på 1.324.351 kWh/år og har et besparelsespotentiale på 6.372 kWh/år ved styring af rotorneddykning, hvilket svarer til 0,48% af bygværkets/procestankenes samlede beregnede energiforbrug.

Ansvar for brug af Energiberegneren

Det skal pointeres, at det foreliggende værktøj alene har til formål at give et generelt overblik over, hvor der på renseanlægget er mulige besparelsespotentialer.

Værktøjet er udarbejdet til generelt brug på aktivslamanlæg med baggrund i driftserfaringer fra danske renseanlæg.

Ved et ønske om etablering af tiltag på det enkelte anlæg, bør der altid foretages en nøje konkret vurdering af de aktuelle forhold.

Krüger påtager sig intet ansvar for enhver situation, som kan opstå som følge af brug af det foreliggende værktøj.

Appendiks

Appendiks A: Forudsætninger og beregningsgrundlag

Forudsætninger, som ligger til grund for energiberegning af årligt energiforbrug samt besparelsespotentialer:

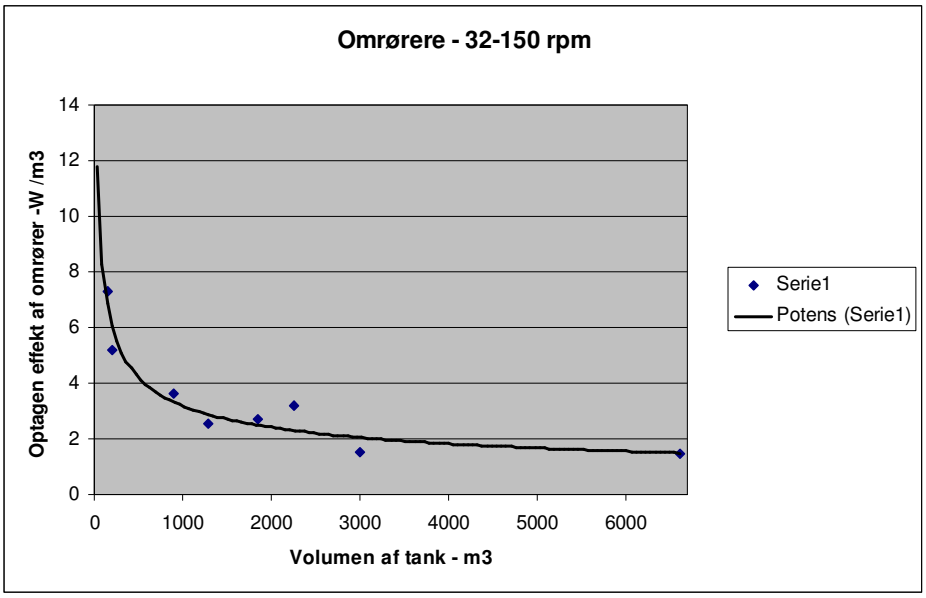
- Driftstimer og målt effekt, indtastet af brugeren, skal være repræsentativ for komponentens reelle drift og belastning
- Årligt energiforbrug beregnes som produktet af driftstid og målt effekt
- Modellen beregner besparelsespotentialer for omrører/ejektor, rotorneddykning samt styring på baggrund af aktuelt årligt energiforbrug, kolonne F, og korrigerer derfor ikke for eventuelle besparelser opnået ved øvrige tiltag
- Kun beregning af besparelsespotentialet ved energisparemotor beregnes på baggrund af reducerede driftstimer opnået ved øvrige beregnede energioptimeringstiltag

Grundlag for beregning af besparelsespotentiale ved de forskellige energioptimeringstiltag:

Energisparemotor
1. Besparelse ved skift til energisparemotor, beregningen kan foretages på samtlige komponenter: Med udgangspunkt i tabel for motorvirkningsgrader i henhold til DIN EN 60034-2 beregnes besparelsespotentialet ved forholdsregning mellem motorvirkningsgrad for en normmotor (klasse EFF2) og motorvirkningsgrad for en energisparemotor (klasse EFF1) ved 1500 omdr./min.
1.1. Energiberegningen baseres på komponentens beregnede årlige energiforbrug korrigeret for eventuelt reduceret energiforbrug ved øvrige optimeringstiltag.

Omrører/ejektor
2. Besparelse ved optimeret drift af omrører/ejektor (omrøring henholdsvis spul/rengøring): Besparelsespotentialet beregnes med udgangspunkt i sammenhængen

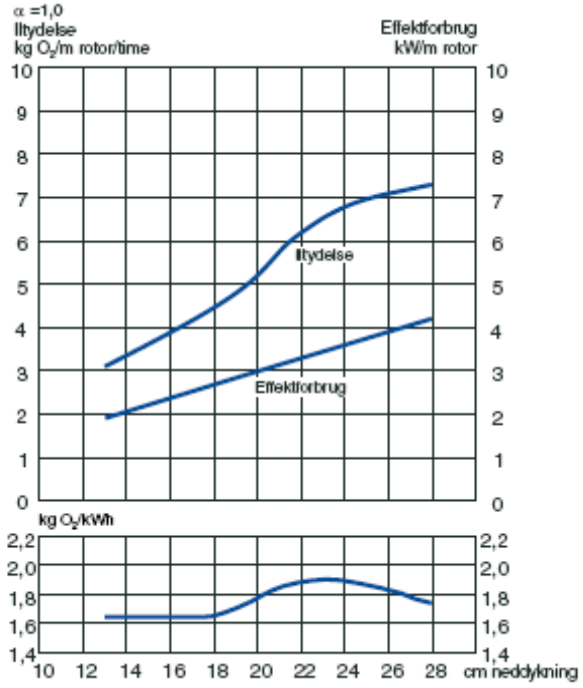
mellem tankvolumen (m3), nødvendig effekt afsat pr. m3 samt omdrejningshastigheden. Anvendt kurve for minimal afsat effekt pr. m3 tankvolumen kan ses efterfølgende. Kurven er baseret på erfaringer fra danske renseanlæg.



2.1. Alle besparelsespotentialer beregnes ud fra det samme forhold mellem tankvolumen og afsat W/m3. Med multiplikationsfaktorer korrigeres der for omdrejningshastighed, mediets viskositet samt komponenttype (omrører/ejektor) foruden styringsform (frekvensstyring/on-off).

Rotorneddykning

3. Besparelse ved at sikre optimal rotorneddykning: Besparelsespotentialet beregnes ud fra at optimal iltoverførsel pr. kWh opnås ved 23 cm neddykning af rotor, for rotorer med både lav og høj hastighed.



Styring

4. Besparelse opnået ved styring:

Skift fra on/off styring til frekvensstyring

4.1. Ved frekvensstyring er energiberegningen generaliseret for blæsere og pumper og blevet simplificeret til at være en procentsats af komponentens eksisterende (beregnede) energiforbrug. Simplificeringen har været nødvendig for at begrænse behovet for indtastning af oplysninger, som kan være vanskellige at fremskaffe:

4.1.1. For udvalgte kapselblæsere (til sandfang, luftningstanke, rendebelutning, efterbeluftning samt slambeluftning) vælges en fast besparelse på: 5 %, svarende til optimal indblæsning.

4.1.2. For udvalgte pumper (centrifugalpumper, ekscentersnekke til slam, propellerpumpe, rotationspumpe) vælges en fast besparelse på 15 % hvilket svarer til 10 % reduktion af effektforbruget ved reduceret stop/start samt 5 % reduktion af effektforbruget ved hjælp af reduceret tryktab i rørene. Eksempelvis er oplysninger som geometrisk løft og total løft vanskellige at fremskaffe, hvorfor beregningen heller ikke kan tage hensyn til disse varierende forhold for hver enkelt pumpe. Disse besparelsesdata tager udgangspunkt i et forhold mellem geometrisk løft og total løft på 0,6.

Skift fra ingen on-line-styring til setpunktsstyring (luftningstanke samt returslam)

4.2. Beregning og energioptimeringstiltaget setpunktsstyring er aktuel for beluftningsudstyr, omrørere og recirkulationspumper i luftningstanke henholdsvis returslampumper. For at undgå indtastning af alt for mange data såsom hydraulisk og organisk belastning, antager vi at driftstiden er proportional med belastningen. Derved er beregningen simplificeret til procentvis reduktion af komponentens driftstid. Bemærk, at når driftstiden på beluftertiden sænkes, må omrøringstiden forøges. Derfor stiger omrøringstiden:

4.2.1. Omrørere i luftningstanke: -30 % (dvs. 30 % forøgelse af driftstid)

4.2.2. Kapselblæser samt turboblæser til diffussorbeluftning i luftningstanke: 30 % reduktion af driftstid.

4.2.3. Rotor (høj og lav hastighed) samt turbine: 30 % reduktion af driftstid.

4.2.4. Recirkulationspumper (centrifugal, propeller, snekke): 30 % reduktion af driftstid.

4.2.5. Returslampumper (centrifugal, propeller, snekke): 30 % reduktion af driftstid.

Skift fra ingen on-line-styring til avanceret styring (luftningstanke)

4.3. Tilsvarende setpunktsstyring ovenfor er beregning for avanceret styring på beluftningsudstyr, omrørere og recirkulationspumper i luftningstanke simplificeret til en procentvis reduktion af komponentens driftstid. Bemærk at omrøringstiden ligeså forøges samtidig med at beluftertiden reduceres:

4.3.1. Omrørere i luftningstanke: -40 % (dvs. 30 % forøgelse af driftstid)

4.3.2. Kapselblæser samt turboblæser til diffussorbeluftning i luftningstanke: 40 % reduktion af driftstid.

4.3.3. Rotor (høj og lav hastighed) samt turbine: 40 % reduktion af driftstid.

4.3.4. Recirkulationspumper (centrifugal, propeller, snekke): 50 % reduktion af driftstid.

Skift fra setpunktsstyring til avanceret styring

Modellen er ikke opsat til at kunne foretage denne beregning. Ønskes besparelsespotentialet ved skift fra setpunktsstyring til avanceret styring vurderet kan dette udføres ved enkle ændringer af modellen. Kontakt Krüger A/S.

Skift fra ingen on-line-styring til avanceret styring (returslampumper)

4.4. Avanceret styring kan beregnes for returslampumper (centrifugal, propeller, snekke). Beregning af besparelsespotentialet ved avanceret returslamstyring tager udgangspunkt i at driftstiden af returslampumperne er proportional med tilløbsflow. Returslamføringen med pumperne sættes til en procentsats af indløbsflow:

4.4.1. Returslampumper (centrifugal, propeller, snekke): 50 % reduktion af driftstid.

Appendiks B: Samling af gode råd i de gule bokse

Oprettelse af bygværker og komponenter

I tilfælde af to eller flere bygværker, som er mere eller mindre ens med hensyn til type, antal, størrelse, rækkefølge af komponenter osv. er det en fordel at oprette et bygværk med de aktuelle komponenter og indtastede mærkeeffekt, afkrydsede/udfyldte optimeringstiltag mm. inden kopiering af fanebladet/bygværket.

Datakvalitet: Indtastning af data samt måling af effektoptagelse

Datakvaliteten er meget vigtig i forbindelse med måling såvel som indtastning af data, idet kvaliteten af resultaterne afhænger heraf.
Det er vigtigt at målinger af optagen effekt foretages over alle 3 faser.
Måling af optagen effekt giver det bedste repræsentative billede ved længere tids målinger, om muligt målinger, som foretages kontinuert over en længere periode. På baggrund af længere tids målinger, kan der opnås en gennemsnitlig effektoptagelse, som er repræsentativ for komponentens belastning.
Øjebliksmålinger kan være usikre, og giver blot et billede af med hvilken effekt komponenten er belastet med i netop det øjeblik målingen foretages.

Vedr. beregning af besparelsespotentialer

Ved valg af flere besparelsespotentialer
Bemærk, at der ikke foretages en kobling ved beregning af besparelse for rotorneddykning og f.eks. samtidig besparelse ved setpunkt/avanceret styring. Den beregnede besparelse på rotorneddykningsberegningen samt styringsberegningen har således en værdi, som er for stor.

Ved valg af energisparemotor og et andet besparelsespotentiale
Ved beregning af besparelse for energisparemotor, tages der hensyn til kortere driftstid opnået ved eventuelt øvrige optimeringstiltag, hvis disse er valgt beregnet.

Beregning af besparelse ved styring

Beregningsmodellen beregner opgradering fra ingen styring til setpunktsstyring og fra ingen til avanceret styring. Modellen tager ikke højde for opgradering fra en setpunktsstyring til en avanceret styring.

Det er vigtigt i forbindelse med indtastning og valg af besparelsespotentialer; at du fravælger beregninger for besparelsestiltag, **som allerede er indført på den pågældende komponent på renseanlægget**, samt dem som ikke kan lade sig gøre pga. fysiske begrænsninger.

Komponenten "Valgfri beskrivelse"

Der er begrænsede muligheder for beregning af besparelsespotentialer for komponenten "Valgfri beskrivelse". Beregning for energisparemotor samt rotorneddykning kan dog foretages. Øvrige beregninger er komponenten ikke programmeret til, idet komponenten er ukendt.

Appendiks C: Energiledelse

Det rette fokus på energi og energiudnyttelse får større og større betydning for offentlige såvel som private virksomheder, grundet ikke mindst klimaforandringer, den politiske dagsorden og stigende energipriser.
Ved en systematisk og struktureret indsats på energiforbruget, kan virksomhederne begrænse udgifterne betragteligt samtidig med, at de viser at de tager den politiske dagsorden alvorligt. Således kan en ansvarlig holdning til miljøet og en fornuftig økonomi realiseres ved hjælp af energiledelse.

Energiledelse består af flere elementer. Energikortlægning, planlægning, gennemførelse, kontrol og opfølgning er vigtige elementer for systematisk energiledelse. Med et energiledelsessystem bliver virksomheden i stand til at demonstrere over for sig selv og sine interessenter, at den kontrollerer energiforbruget og løbende forbedrer sig.
En stærk organisation omkring energiledelse og medarbejderdeltagelse er vigtig for at opnå bæredygtighed og konstant løbende forbedringer. Energiledelse inddrager alle virksomhedens afdelinger, fra indkøb og projektering til driftsstyring og vedligehold mm.
Et energiledelsessystem består bl.a. i at formulere samt løbende revidere og forbedre virksomhedens energipolitik på baggrund af det reelle energiforbrug. Desuden skal der sættes målsætninger og formuleres konkrete mål og handlingsplaner, som iværksættes for at nå de pågældende mål. Som beslutningsgrundlag for energipolitik, handlingsplaner og planlægning er energikortlægning vigtig.

Beregningsmodellen, DANVA Energiberegner, kan anvendes som led i energikortlægning til et få et indledende overblik over energiforbruget, hvilke energiforbrugere der er størst og hvor energibesparelse har størst potentiale. På den måde hjælper DANVA Energiberegner med at rette fokus på hvor og hvad, der kan gøres for at gøre anlægget mere energieffektivt og opnå energibesparelser.

Tilvejebringelse af data til DANVA Energiberegner inddrager typisk flere medarbejdere, som i samarbejde skaffer de nødvendige og korrekte data. Det handler om at få tegnet et så reelt billede af virkeligheden som muligt og få et samlet overblik, før der kan drages konklusioner og handles.
Samarbejde og medarbejderinddragelse er vigtige faktorer for energiledelse og vigtigt for at opnå vedvarende energioptimering. Derved kan DANVA Energiberegner være en god start for samarbejde og inddragelse af flere medarbejdere i forbindelse med energiledelse

og motivere til at komme vide, sætte mål for energiledelse og -optimering og opnå disse mål.

Et kontinuert opdateret system som energiledelsessystem med eksakte energiforbrugsdata bør med tiden overtage rollen som energikortlægger, hvor nøgletal løbende registreres til videre opfølgning.