

Smart Fjernvarme 2 – Brugermanual (vers. 8)





Smart Fjernvarme 2 – Brugermanual

Dansk Fjernvarmes F&U-projekt 2019-09: "Implementering af selvlærende algoritmer til driftsanalyse og -styring hos små og store fjernvarmeforsyninger"

> Udarbejdet for: Dansk Fjernvarmes F&U-konto

Udarbejdet af

Teknologisk Institut Kongsvang Allé 29 8000 Aarhus C Energi og Klima, Installation og Kalibrering

Udarbejdet sammen med

Fredericia Fjernvarme a.m.b.a, Forsyning Helsingør, Fjernvarme Horsens, AffaldVarme Aarhus, Lemvig Varmeværk



FORSYNING



AFFALDVARME AARHUS



December 2021 Forfatter: Jakob Fester, Teknologisk Institut, Tlf. 7220 2962, jafe@teknologisk.dk



Indhold

1.	Analysekategorier	4
2.	Funktioner (faneopdelt)	6
F	Fane 1: Front page	6
F	Fane 2: Browse data	8
F	Fane 3: Data info	
F	Fane 4: Settings	11
3.	Eksport af installationsrapporter	12
4.	Opsætning	13
5.	Automatisk kørsel med Windows Task Scheduler	16



1. Analysekategorier

Applikationen er et beregningsværktøj, der udpeger unormal eller ikke tilfredsstillende opførsel blandt fjernvarmeforsyningens kundeinstallationer. De tre hovedmetoder er ses på Figur 1.



Figur 1: Oversigt: Metoder i beregningsværktøjet

For hver metode anvendes to beregningsteknikker (kategorier):

Metode 1: Sorted installations

- **Cooling:** Laveste gennemsnitlige afkøling midlet over det specificerede antal dage tilbage fra dags dato.
- *Return temperature*: To indstillinger mulige med *Temp*Vol*?-swithcen neden for listen:
 - *Temp*Vol?* "Off": Højeste gennemsnitlige returtemperatur midlet over det specificerede antal dage tilbage fra dags dato.
 - *Temp*Vol?* "On": Højeste "flow-vægtede" returtemperatur midlet over det specificerede antal dage tilbage fra dags dato. Vægtningen anvender den midlede returtemperatur minus den ønskede returtemperatur (indtastet på fanebladet *Settings*") ganget med



det gennemsnitlige flow: (T_{retur} – _{Tretur, ønsket})*Vol. Denne parameter er udtryk for, hvor meget ekstra energi, der returneres fra installationen i forhold til den ideelle/ønskede overskudsenergi.

Metode 2: Temperature curve analysis

- Slope: Installationer med dårligst respons på lavere udetemperatur, hvor en bedre afkøling er forventet. Installationerne er sorteret efter hældningen på den tilnærmelsesvist lineære sammenhæng mellem udetemperatur og afkøling. Den tilnærmede rette linje vises med grøn på temperaturkurven (se fanen *Browse data*, nederst tv.).
- *Instability*: Installationer med størst ustabilitet i afkølingen. Sorteringen er baseret på spredningen af punkterne på temperaturkurven ift. den tilnærmede rette linje.

Metode 3: Machine learning surveillance

- Volume consumption: Installationer med for højt volumenforbrug/flow ift. forventet ifølge en model, der trænes på baggrund af alle installationer af samme type (BBR anvendelseskode).
 Modellen tager højde for aktuelt forbrug, fremløbstemperatur og udetemperatur.
- *Energy consumption*: Installationer med for højt energiforbrug ift. forventet ifølge en model, der trænes på baggrund af alle installationer af samme type (BBR anvendelseskode). Modellen tager højde for ugedag, udetemperatur, fremløbstemperatur og flow.

OBS:

Metoderne 1 og 3 angiver **aktuel opførsel** i de seneste x døgn (indtastet i felterne "*Days back*"). Metode 2 angiver en generel **karakterisering over længere tid** og forventes derfor ikke at ændre sig på daglig basis.



2. Funktioner (faneopdelt)

Fane 1: Front page



Figur 2: Faneblad: Front page

Beskrivelse af de nummererede funktioner på Figur 2:

- 1. Indlæs allerede klargjort måler- og vejrdata. Vælges "On" til højre, udføres denne funktion automatisk ved opstart.
- 2. Opdater måler- og vejrdata. Vælges "On" til højre, udføres denne funktion automatisk ved opstart.
- 3. Udfør analyse. Vælges "*On*" til højre, udføres denne funktion automatisk ved opstart. Analysen vil inkludere de valgte grupper/kategorier, som er markeret "*On*" nedenfor.
- 4. Angiv hvor mange døgn tilbage fra dags dato der ønskes beregning.
- 5. Beregningstid for den respektive funktion.
- 6. Vælg mellem "returtemperatur" og "flowvægtet returtemperatur" (se beskrivelse i afsnittet Analysekategorier).
- 7. Vis detaljer for de trænede machine learning-modeller. Anvendes til kontrol af modellerne.



- 8. Angiv evt. en bestemt kundetype (BBR-anvendelseskode), der ønskes vist i listerne.
- 9. Angiv et minimumforbrug for installationer, der ønskes vist fra det aktuelle analyseresultat (sæt værdien til 0, hvis alle ønskes vist).
- 10. Dubletter mellem kategorier: Målere, der optræder i toppen af flere grupper, er markeret med sin egen farve. Hvor mange af de øverste målere, der inddrages i sammenligningen, kan ind-stilles under fanebladet "Settings" -> "Number of compared cells from top of result lists".
- 11. Mulighed for at køre funktionerne *Load stored data*, *Update data* og *Perform analysis* automatisk ved opstart. OBS: Da disse funktioner kan være tidskrævende, kan det blive nødvendigt at indstille disse swithces til "Off" før opstart af programmet med hjælpeapplikationen "*Reset switches*".
- 12. Kundeinstallationer angives i prioriteret rækkefølge fra øverst og ned. Til højre for installationsnummeret vises et kvantitativt mål.

Resultater kan gemmes og genindlæses via knapperne *Save Results* og *Load Results*. Den gemte resultatfil skal obligatorisk gemmes i undermappen *SavedResults*.



Fane 2: Browse data



Figur 3: Faneblad: Browse data

Beskrivelse af de nummererede funktioner på Figur 3:

- 13. Programmet tildeler selv alle installationer deres eget ID-nr. Kan anvendes til at bladre systematisk gennem forsyningens installationer.
- 14. Dropdown til valg af kategori. Resultatlisten for den valgte kategori vil fremkomme på listen nedenfor (felt 15). For grupperne af unormale målere fra analysen optræder installationerne i samme sorterede rækkefølge oppe fra og ned som på frontpanelet.
- 15. Den valgte kategoris installationer sorteret som i analyseresultatet (listerne på fanen *front page*).
- 16. Tabellen viser stamdata for den valgte installation. Felterne i første kolonne *kWh/day* og Cooling angiver gennemsnitligt forbrug og afkøling. Grundlaget er den samlede historik eller evt. begrænset til de seneste x måneder via indtastning på fanen *Settings*.
- 17. Installationens returtemperatur. Vises kun, hvis der er foretaget returtemperaturanalyse og refererer til værdierne på listen for returtemperatur på programmets *front page*.



- 18. Installationens gennemsnitsforbrug over lang tid markeret med rød sammenlignet med fordelingen for alle installationer.
- 19. Installationens gennemsnitsafkøling over lang tid markeret med rød sammenlignet med fordelingen for alle installationer.
- 20. Temperaturkurven, der viser afkølingen ved forskellige udetemperaturer. De røde områder markerer normalområdet for samtlige målere. Hvis temperaturkurven er analyseret, vises den lineære model med grønt, hvor hældningen er basis for beregningskategorien "Slope", og variationen i afkølingen mellem den øvre og nedre stiplede linje er basis for gruppen "Instability". Bemærk, at der kun analyseres for udetemperaturer på under 10 grader Celsius som udgangspunkt (kan evt. vælges under "Settings").

Der kan zoomes og arbejdes med grafværktøjerne, der fremkommer ved at holde musen over øverste højre hjørne af plotområderne.

- Kommentarfelt til den viste måler. Kommentaren gemmes med knappen "Save comment". Bemærk: Ønskes kommentaren slettet, slettes teksten i boksen manuelt efterfulgt af et klik på "Save comment".
- 22. Rapportfunktion: Installationer kan tilføjes listen "Reported installations", inklusive kommentar. De gemmes på en særskilt liste og genfindes under dropdown-menuen til venstre. Kan f.eks. benyttes, hvor diagnose er foretaget eller udbedring gennemført.
- 23. Tilføj som fokusinstallation: Mulighed for at følge den viste installation i fremtidige analyser og hurtigt finde den via dropdown-menuen til venstre. Fokusmålere markeres med rød kursiv i tabellerne på programmets *front page*.
- 24. Ekskludér installation: Mulighed for at udelukke den viste installation fra fremtidige analyser. Måleren kan inkluderes igen ved at finde *Excluded installations* i dropdown-menuen til venstre og klikke *"Include installation again"*.
- 25. Visning af tidsseriedata. Hvis flow og forbrug er analyseret med machine learning-modeller vises med sort de forudsagte værdier. Testperioden (seneste x dage) markeres med rød stiplet linje.



Fane 3: Data info



Figur 4: Faneblad: Data info

På denne fane vises overbliksfigurer med nogle parametre, der beskriver kvaliteten af det indlæste data. Fanen anvendes primært til kontrol af indlæsningen.

OBS: Akserne på tre af de fire histogrammer er logaritmiske for at anskueliggøre fordelingerne af målerne. Der anvendes endvidere en cutoff-værdi for *Average consumption* (øverst til højre).

Temperaturkurven nederst til venstre er den samme, der vises som baggrund for den enkelte installation på fanen *Browse data*.



Fane 4: Settings

page	Browse data	Data info	Settings (only for setup)		
teset hi	story			Settings for long term average cooling and energy consumption	
	Cle	ar stored data		No. of last months included in average consumption	12
				No. of last months included in average cooling	12
/eather	data			Automatic exclusion of installations from analysis	
First y	ear included		2017	Max percent missing values	100
Min. h	our readings incl	uded pr. day	22	Min number of days loaded	1
DMI w	eather station	Helsingør (Na	akkehoved F 🔻	Return temperature analysis	
				Desired return temperature (subtracted from Treturn when using Temp*Vol)	30
alue th	reasholds (for up	dating data)		Temperatura augus apalunia	
	Tsuppl	y lower limit	0	Temperature curve analysis	
	Tsupply	upper limit	100	Months included in temperature curve analysis	36
	_			Min number data points in temp curve analysis	7
	Tretur	n lower limit	0	Max outdoortemp in temp curve analysis	10
	Treturn	n upper limit	80		
5-		A farmer fronte		Machine learning analysis	
En	argy pr day (KWM) lower limit	U	Training months included in predictive analysis	0
Ene	rgy pr day (kWh) upper limit	1e+05	Number of iterations in modelling	100
Vo	lume pr day (m3) lower limit	0		
	duning and days (and		500	Display of repeated installations across analysis categories	
V	oume pr day (m3	o) upper limit	500	Number of compared cells from top of result lists	30

Figur 5: Faneblad: Settings (only for setup)

Dette faneblad er primært forbeholdt opsætning af programmet. Enkelte funktioner kan dog være nyttige i den daglige brug:

- Med knappen *Clear stored data* slettes alt indlæst målerdata og vejrdata, hvorefter de rå datafiler kan genindlæses med *Update data* på programmets *front page*.

Derudover forefindes to indstillingsmuligheder, der kan have relevans i den daglige brug (nummereret på Figur 5):

- 26. Indstilling af ønsket returtemperatur. Anvendes når flowvægtning af returtemperatur er slået til (se beskrivelse og beregningsformel under afsnittet Analysekategorier.
- 27. Benyttes til at vælge et relevant antal af øverste installationer på frontpanelets lister, som skal sammenlignes indbyrdes for at udpege målere, der optræder i toppen af flere lister (markeret med farve).



3. Eksport af installationsrapporter

Ved ønske om eksport af rapporter til f.eks. teknisk personale, montører m.v. findes følgende muligheder:

- Installationer med behov for kundebesøg/opfølgning kan udvælges og kommenteres som "Focus installations" eller "Reported installations". Udvælgelsen foregår via fanen "Browse data", og installationerne kan genfindes på listen i dropdown-menuen til valg af kategori (Nr. 14 på Figur 3).
- Hvis det tekniske personale/montør eller anden modtager ikke har adgang til at køre programmet og tilgå de interaktive rapporter, anbefales et print af skærmbillede fra fanen *Browse data* for den aktuelle installation.



4. Opsætning

Teknologisk Institut kontaktes (Jakob Fester, <u>jafe@teknologisk.dk</u>) og en kopi af programmet inklusive underfolderstrukturen overføres til forsyningens lokale drev.

Applikationen kan udelukkende køres fra hovedmappen i mappestrukturen vist i Figur 6. Programmet startes ved at dobbeltklikke på ikonet "SFIIAppVersx".

Vigtigt: Det er nødvendigt med internetfor	rbindelse på maskinen ti	il nedhentning af vejrdata fra DMI.
--	--------------------------	-------------------------------------

Name	Status	Date modified	Type	Size
	oracas	Date mounted	.,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	0122
BuildingInfo	0 R	01-11-2021 14:48	File folder	
MeterData	<u>с</u> 8	19-11-2021 09:34	File folder	
A SavedResults	<u>م م</u>	18-11-2021 14:41	File folder	
SavedSettings	0 A	19-11-2021 11:22	File folder	
📙 WeatherData	0 A	19-11-2021 09:25	File folder	
🔒 anvendelseskoder_bygninger.pdf	0 A	16-12-2020 15:17	Adobe Acrobat D	233 KB
🜆 MyAppInstaller_web.exe	0 A	10-01-2020 11:31	Application	2.659 KB
🚪 ResetSwitches.exe	0 A	16-11-2020 15:54	Application	1.948 KB
SFIIAppVers7_Helsingoer_nov2021.exe	0 A	11-11-2021 16:31	Application	2.005 KB
🚪 SFIIAppVers8_Helsingør_nov2021.exe	0 A	18-11-2021 13:11	Application	2.005 KB
USER_MANUAL.pdf	0 A	11-11-2020 11:29	Adobe Acrobat D	891 KB

Figur 6: Mappestruktur, eksempel fra Forsyning Helsingør

Inden brug gennemgås følgende trin:

- 1. Programmet Matlab Runtime installeres (én gang for alle) ved at dobbeltklikke på "MyAppInstaller_web"-ikonet (påregn tid til installation).
- 2. I mappen *Buildinginfo* tilføjes en liste, der kobler hver installation med en BBR-anvendelseskode. Filen skal udformes efter følgende format:
 - Indhold (se Figur 7): Målernummer/installationsnr.¹ (kolonne 1) og BBR-anvendelseskode (kolonne 2) på hver linje for alle målere. Overskrift/navne på kolonnerne er ikke nødvendig.
 - Format: Komma-separeret fil (CSV).
 - Vigtigt: Filen skal navngives "Målernummer_BBR_anv_kode.csv".

¹ Installationerne skal identificeres med et ID-nummer, som er det samme, der skal anvendes i målerdatafilerne. Dette kan f.eks. være installationens målerserienummer, kundenummer eller installationsnummer. Bemærk, at anvendelse af f.eks. målerserienumre kan give problemer ved målerudskiftning.



	Α	В	С	D	E	F
1	Målernr.	BBR anv.kode				
2	47619471	140				
3	47619661	322				
4	47545288	410				
5	17675276	222				

Figur 7: Eksemel på filen Buildinginfo

- 3. I mappen MeterData -> *MeterDataRaw* tilføjes målerdata:
 - Indhold (se Figur 8): En række pr. installation pr. døgn med installationsID, tidsstempel for aflæsning, akkumuleret energi (kWh), akkumuleret volumin (m³), temperaturvægtet flow i fremløb (K*m³), temperaturvægtet flow i returløb (K*m³).
 - Format: txt-fil med kolonnerne separeret af semikolon eller CSV-fil.
 - Der kan inkluderes mange/alle installationer og data for mange dage i samme fil, eksempelvis kan vælges at generere én fil pr. dag. Programmet tager højde for eventuelt overlap i tid for de respektive installationer mellem datafilerne.
 - Der er ikke krav til kolonnernes titel (eventuelt udelad).
 - Der er ikke krav til filnavnet, så længe alle filer der ønskes indlæst har forskellige navne.
 - Det anbefales at opsætte automatisk eksport af målerdata direkte til mappen på f.eks. daglig basis, dvs. én ny fil pr. dag.
 - Analysen anvender dato for hver enkelt linje og baserer sig på forbruget 24 timer forud for aflæsningstidspunktet. Anvend derfor logningstidspunk 23:59 eller kort op til midnat for at få en retvisende dato i applikationen. Alternativt, ved f.eks. logningstid 00:01, refererer hver enkelt dato reelt til gårsdagens forbrug.
 - Vigtigt: Der er nødvendigt for træning af modeller samt analyse af tidsserier, at der ligger som minimum et års historisk data tilbage fra dags dato. Ved opsætning kræves derfor en fil (eller flere separate) af samme format for hele målerparken et år eller mere tilbage.

	A	В	С	D	E	F	C
1	MÃ¥lerserienummer	Aflæsningstidspunkt	Energi 1 Varmeenergi	Volumen 1	Energi 8	Energi 9	
2	9945499	09-23-2020 23:21	9804,6	256551	18217900	9723300	
3		09-23-2020 23:19	9984,9	315482	22408000	13740000	
4		09-23-2020 23:59	16783,8	949023	66647000	52010800	
5		00-23-2020 23-03	2070 5/	66661.1	5121210	2202220	





🛃 historicData1year.csv	10-11-2020 09:25	Microsoft Excel Comma Separated Values File	266.549 KB
👼 MeterDataRaw_20200921125007199.csv	26-09-2020 07:39	Microsoft Excel Comma Separated Values File	808 KB
🗓 MeterDataRaw_20200922090354201.csv	26-09-2020 07:39	Microsoft Excel Comma Separated Values File	808 KB
🗓 MeterDataRaw_20200923090300261.csv	26-09-2020 07:38	Microsoft Excel Comma Separated Values File	810 KB
🗓 MeterDataRaw_20200924090316204.csv	26-09-2020 07:38	Microsoft Excel Comma Separated Values File	811 KB
🗓 MeterDataRaw_20200925090539439.csv	26-09-2020 07:37	Microsoft Excel Comma Separated Values File	811 KB
🗓 MeterDataRaw_20200926071329500.csv	26-09-2020 07:37	Microsoft Excel Comma Separated Values File	812 KB
🗓 MeterDataRaw_20200928010553001.csv	28-09-2020 01:06	Microsoft Excel Comma Separated Values File	812 KB
📾 MeterDataRaw 20200929011105469.csv	29-09-2020 01:11	Microsoft Excel Comma Separated Values File	814 KB

Figur 9: Eksempel på organisering af målerdataudtræk i mappen "MeterDataRaw"

- 4. Ved de første kørsler vil det være nødvendigt at gennemgå en række indstillinger under fanebladet "Settings", herunder:

 Valg af lokal vejrstation
 Justering af diverse parametre i analysen.



5. Automatisk kørsel med Windows Task Scheduler

I sammenhæng med automatisk opsætning af målerdataeksport til mappen *MeterDataRaw* kan applikationen med fordel opsættes til at starte automatisk. Herved kan opdatering af data og analyse udføres, inden resultaterne ønskes inspiceret, for eksempel om natten tidligt efter midnat, afhængigt af de observerede beregningstider på applikationens "*Front page*".

En kort vejledning til opsætning via Windows Task Scheduler følger:

- 1. På applikationens frontpanel indstilles "*Update data*" og "*Perform analysis*"-funktionerne til automatisk udførelse ved opstart med switch'en til højre for knapperne sat på "*On*".
- 2. Åben Task Scheduler
- 3. Under Actions vælg Create task:

🕒 Create Tas	sk	×
General Trig	iggers Actions Conditions Settings	
Name:	SFIIApp_daglig_kørsel	
Location:	\	
Author:	LOCALDOM\JAFE	
Description:	к.	
- Security op	ptions	
When run	nning the task, use the following user account:	
LOCALDO	DM\JAFE Change User or Gr	oup
O Run on	nly when user is logged on	
Run wh	hether user is logged on or not	
🗌 Do	o not store password. The task will only have access to local computer resources.	
🗌 Run wit	ith highest privileges	
🗌 Hidden	Configure for: Windows Vista™, Windows Server™ 2008	\sim
	ОК	Cancel

- 4. Vælg "Run whether user is logged on or not" og gennemgå de følgende trin.
- 5. **Vigtigt**: Under New Action skal applikationens mappeplacering skrives/kopieres ind under *"Start in (optional)"*



New Action	×			
You must specify what action this task will perform.				
Action: Start a program				
OK Cancel				

6. Vigtigt: Under Settings vælges nederst "Stop the existing instance".

🕒 Create Task	×				
General Triggers Actions Conditions Settings					
Specify additional settings that affect the behavior of the task.					
Allow task to be run on demand					
Run task as soon as possible after a scheduled start is missed					
□ If the task fails, restart every:	1 minute $ \sim$				
Attempt to restart up to:	3 times				
Stop the task if it runs longer than:	3 days v				
If the running task does not end when requested, force it to s	top				
If the task is not scheduled to run again, delete it after:	30 days 🗸 🗸				
If the task is already running, then the following rule applies:					
Stop the existing instance \lor					
	OK Cancel				

