



ENERGY MANAGEMENT

Energiåtervinning från spillvatten i storkök

Resultat från ett projekt med finansiering genom Energimyndighetens forsknings- och innovationsprogram E2B2

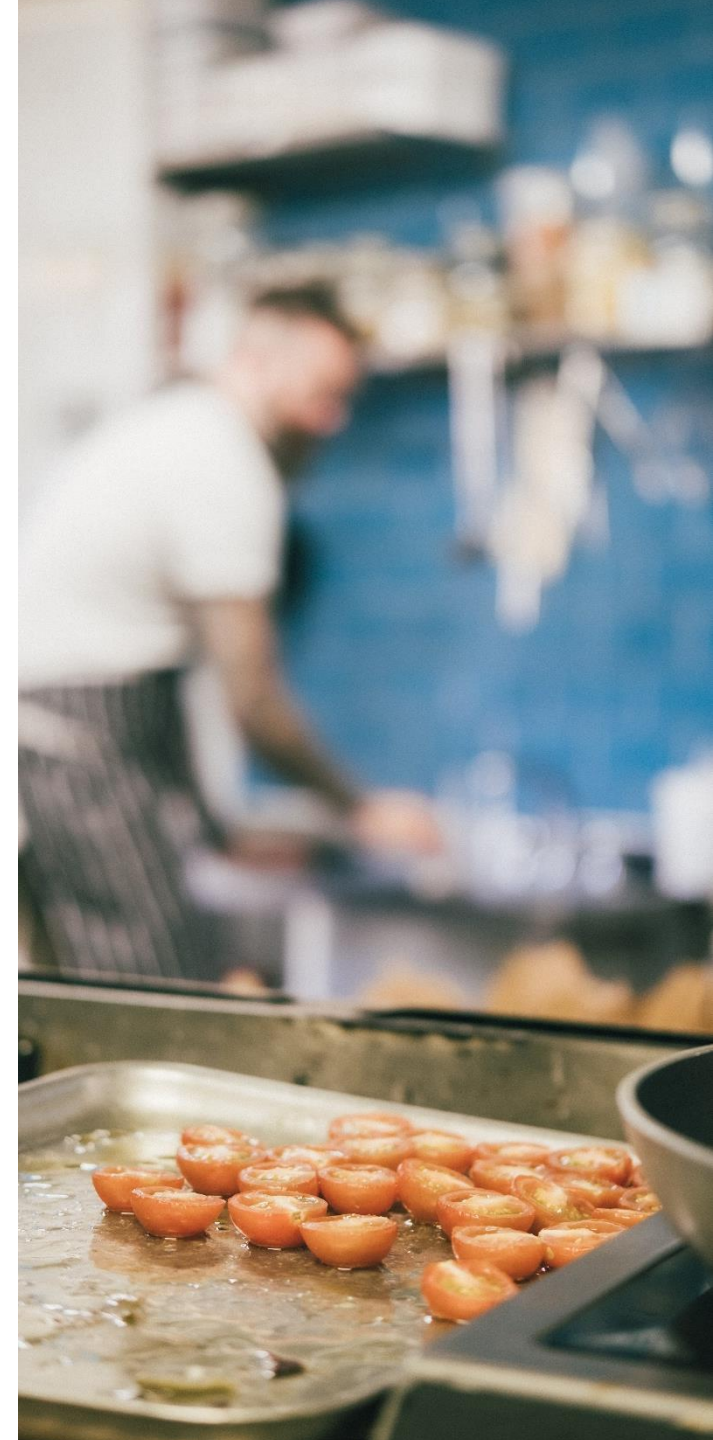
Maria Haegermark
Josep Termens

Relivs vårträff 2022-04-21



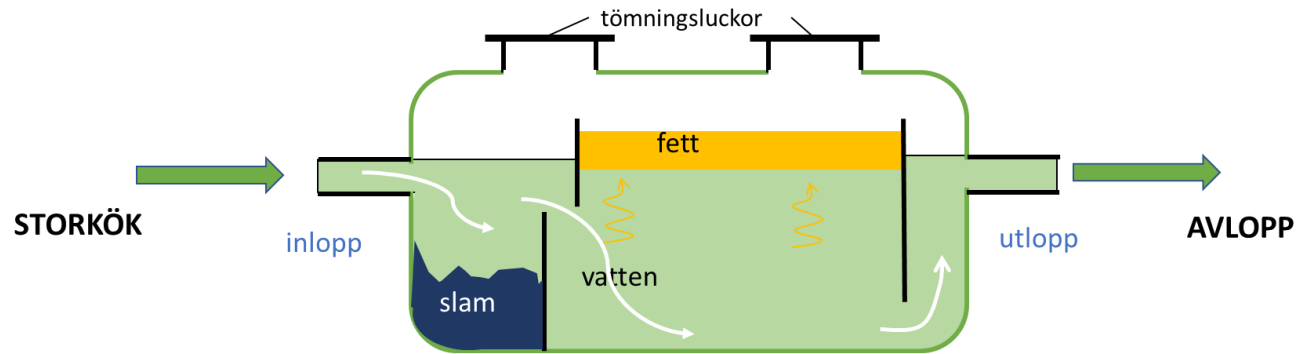
Förutsättningar storkök

- Stora mängder varmvatten används och
- Relativt jämn varmvattenanvändning MEN
- Dålig kunskap om spillvattentemperatur och -flöde
- Hög fetthalt → krav på fettavskiljare



Fettavskiljare och värmeåtervinning

- Flera alternativ för värmeåtervinning



- Ackumulatortank innebär **längre uppehållstid** i värmeväxlaren
 - Mindre värmeväxlarytor
 - Inte så känsligt för variationer
- Nedkylning av fettavskiljartanken **förbättrar avskiljningsgraden!**
- Potentiell besparing av kostnader och utrymme

Energiåtervinning från spillvatten i storkök

Syfte: Att öka kunskapen och förutsättningarna för att kunna ta till vara på energin i spillvattnet från storkök.

- Ökad kunskap om **energiåtervinningspotential** – **Mätstudie**
- Framtagande av en **kravspecifikation** som ska underlätta vid upphandling
- Förbättrade och nya **produkter** som kombinerar fettavskiljning med värmeväxling – **Teknikutmaning!**
- **Demonstration och utvärdering** av lösningar som uppfyller framtagna kravspecifikation



AMF Fastigheter



AKADEMISKA HUS



VÄSTRA
GÖTALANDSREGIONEN
VÄSTFASTIGHETER



Region Halland
BÄSTA LIVSPLATSEN



Göteborgs
Stad

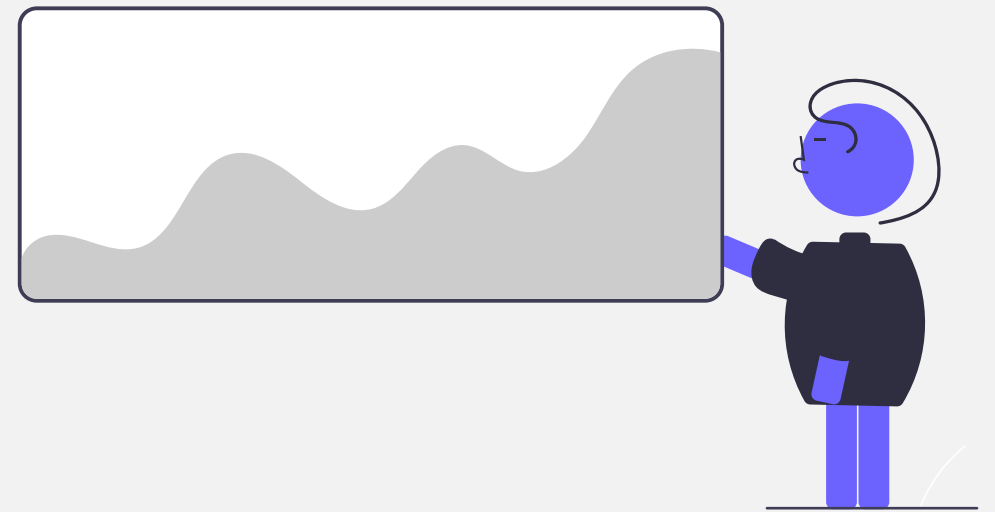


Kungsbacka

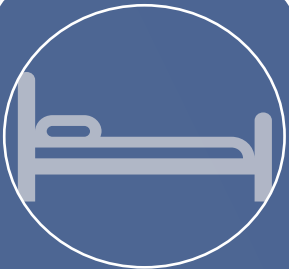
Lite om...

- Resultat från mätningar
- Potential och utvärdering
- Resultat från teknikutmaning

Mätningar

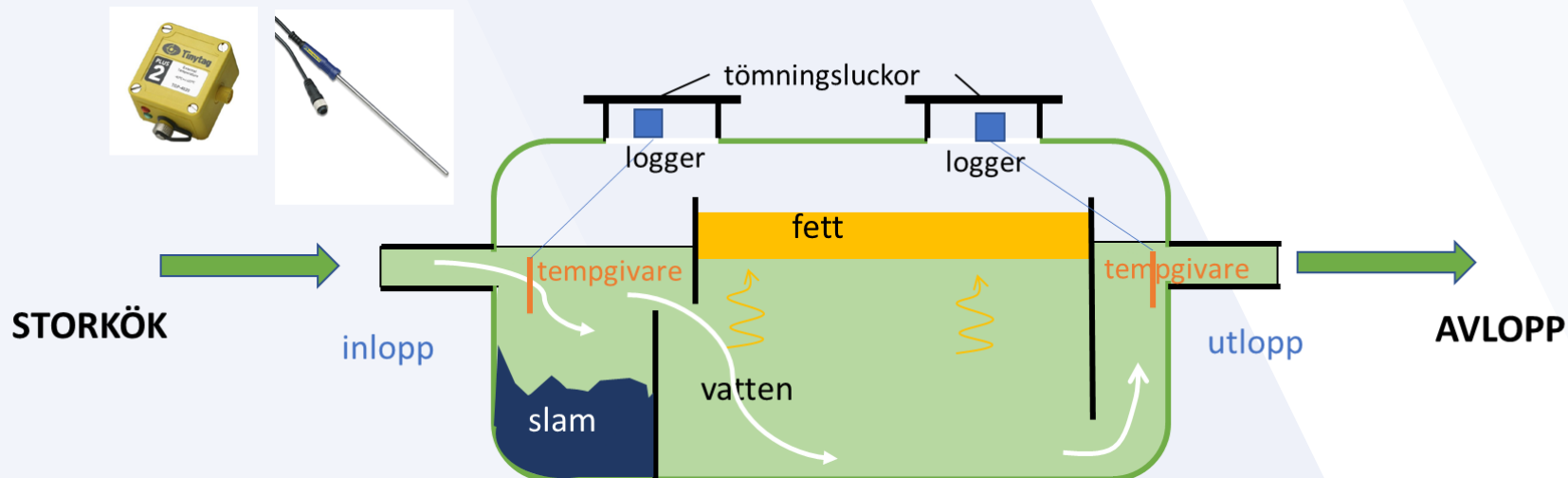
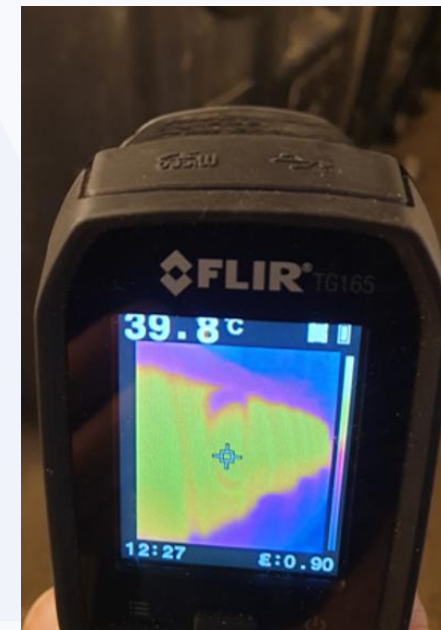


Mätningar spillvatten storkök

						
Ort	Göteborg	Halmstad	Göteborg	Kungsbacka	Göteborg	Stockholm
Portioner/dag	100	250 (500)	100 (150)	540	730	?
FA placering	FA inomhus	FA inomhus	FA i mark	FA i mark	FA i mark	FA inomhus
Mätperiod	maj	juni	augusti	september	november	november
Spillvatten	temp, flöde	temp	temp	temp	temp	temp
Tappvatten	-	-	vv, kv	vv, kv	-	vv, kv
	35°C	39°C	23°C	32°C		

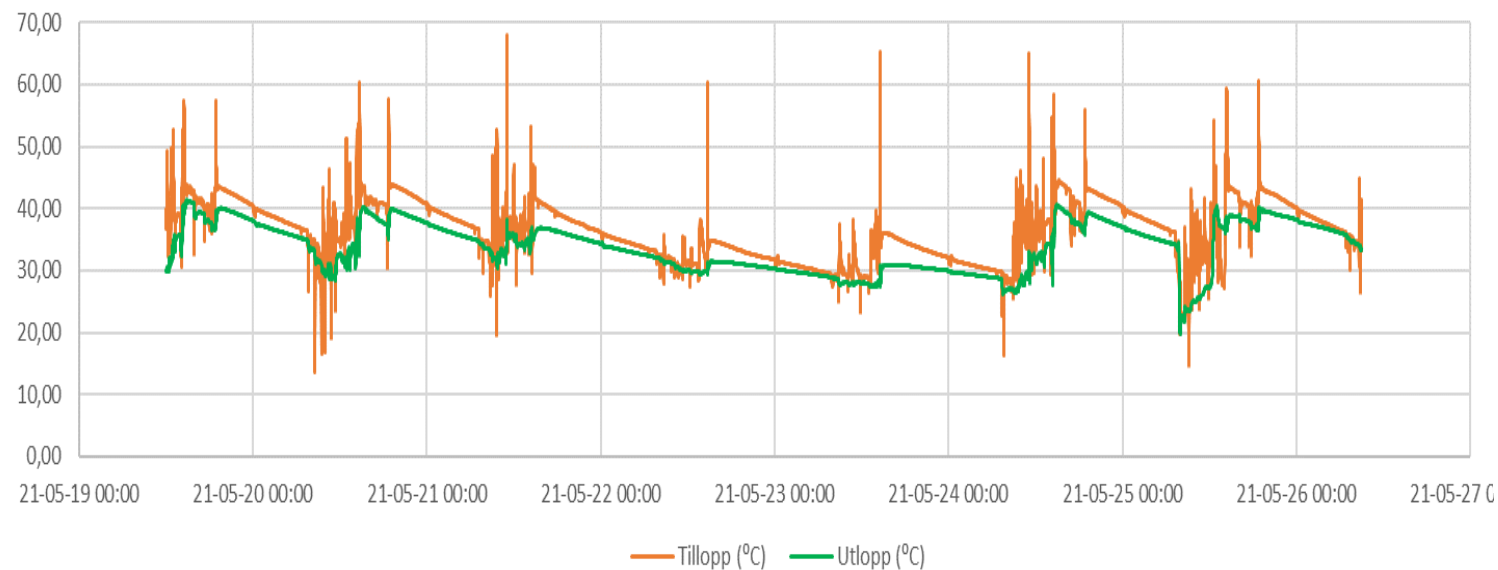
Korttidsboende i Göteborg

- FA Kessel NS10
- 100/30 portioner/dag
- Temperatur 19-26 maj, medel ca 35 °C
- Flöde 19-21 maj, 28 maj -7 juni

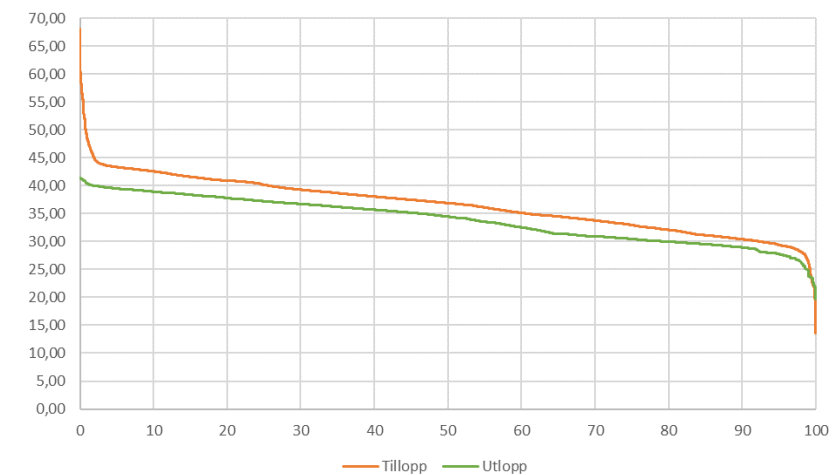


Korttidsboende i Göteborg

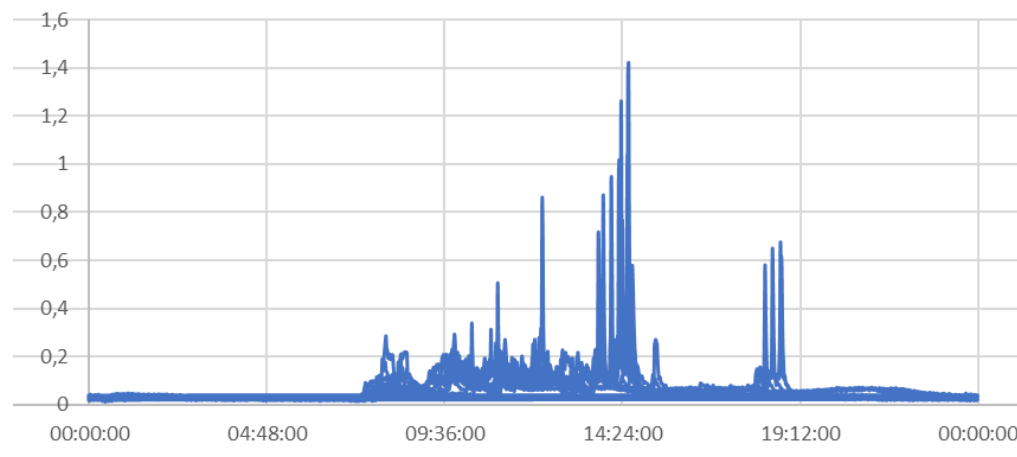
19-26 maj 2021



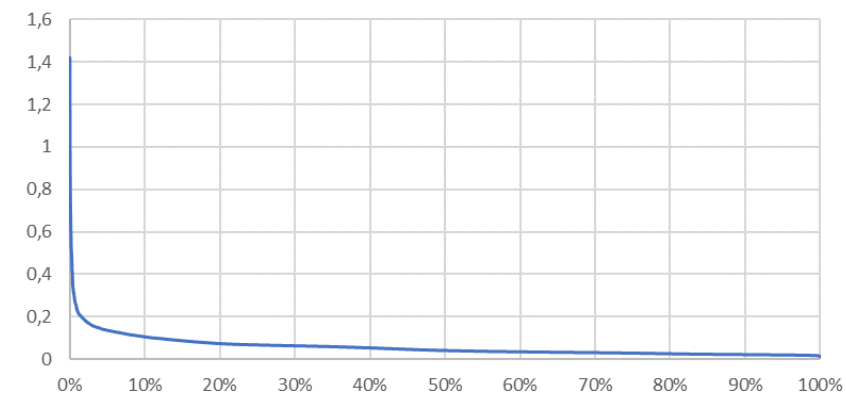
Varaktighet temperatur



Flöde (l/s)

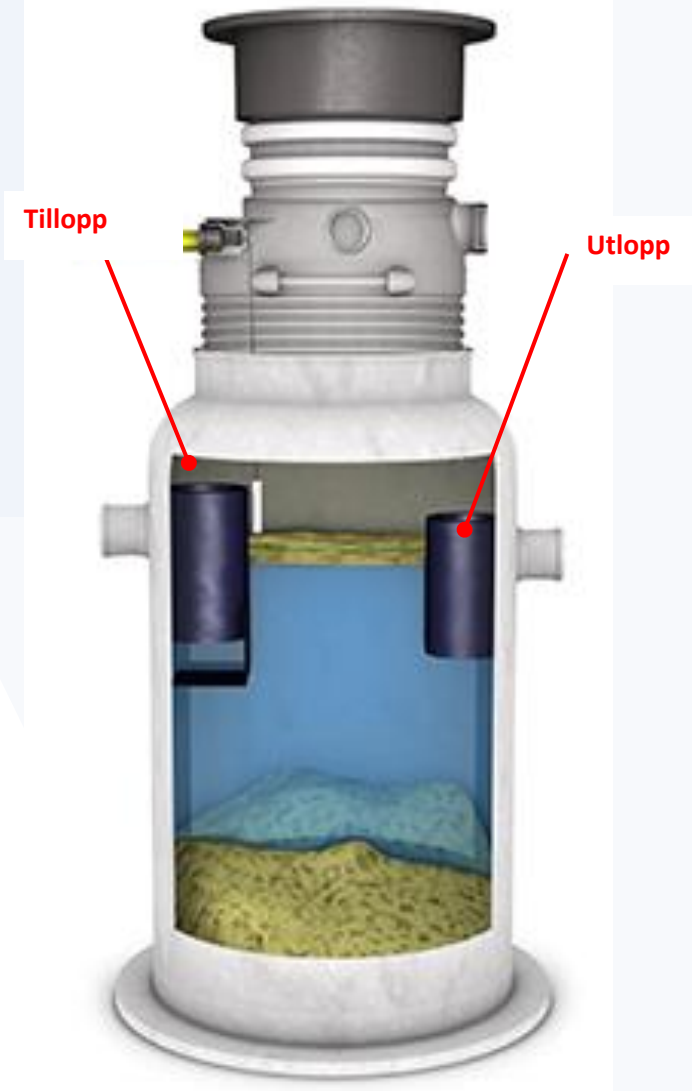


Varaktighet Flöde

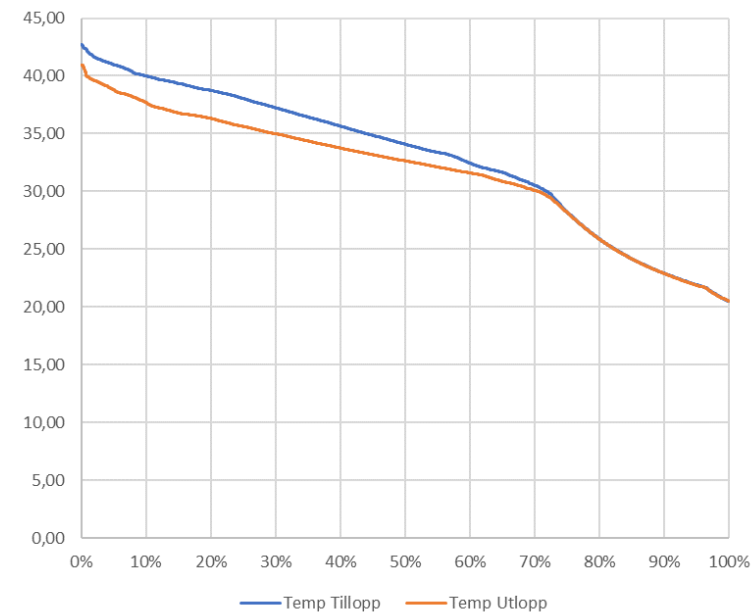
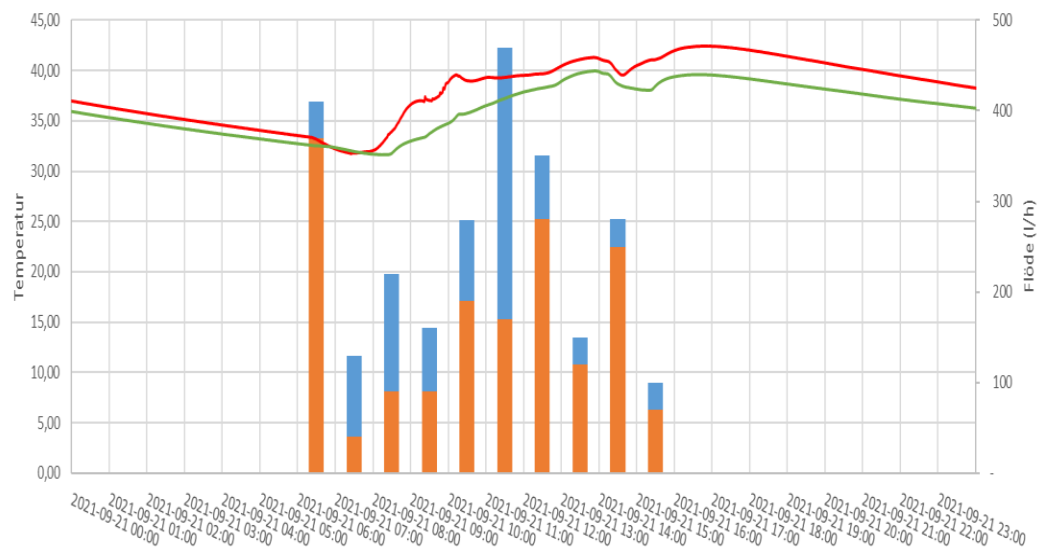
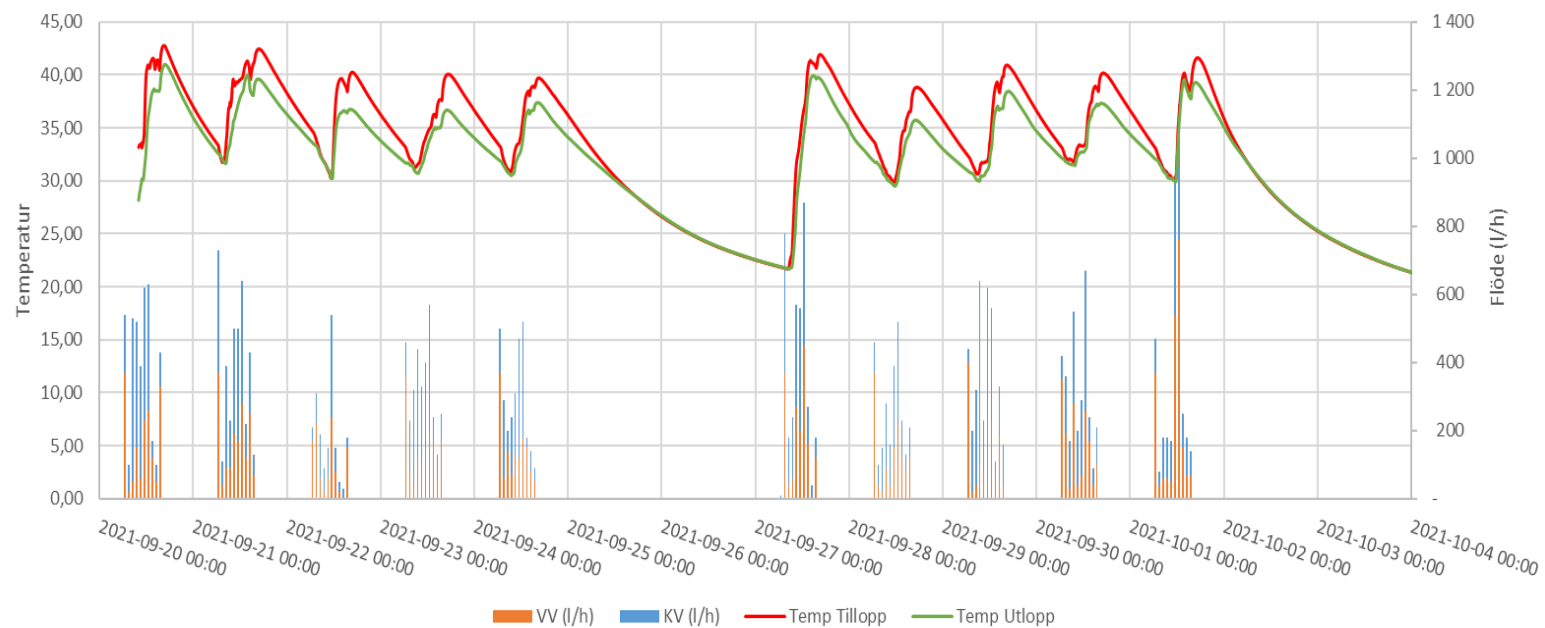


Skola i Kungsbacka

- Utomhus FA, ACO Lipumax NS10
- 540 portioner/dag*
- Temperatur: 20 sept- 4 okt, medel ca 32 °C
- Flöde: KV, VV

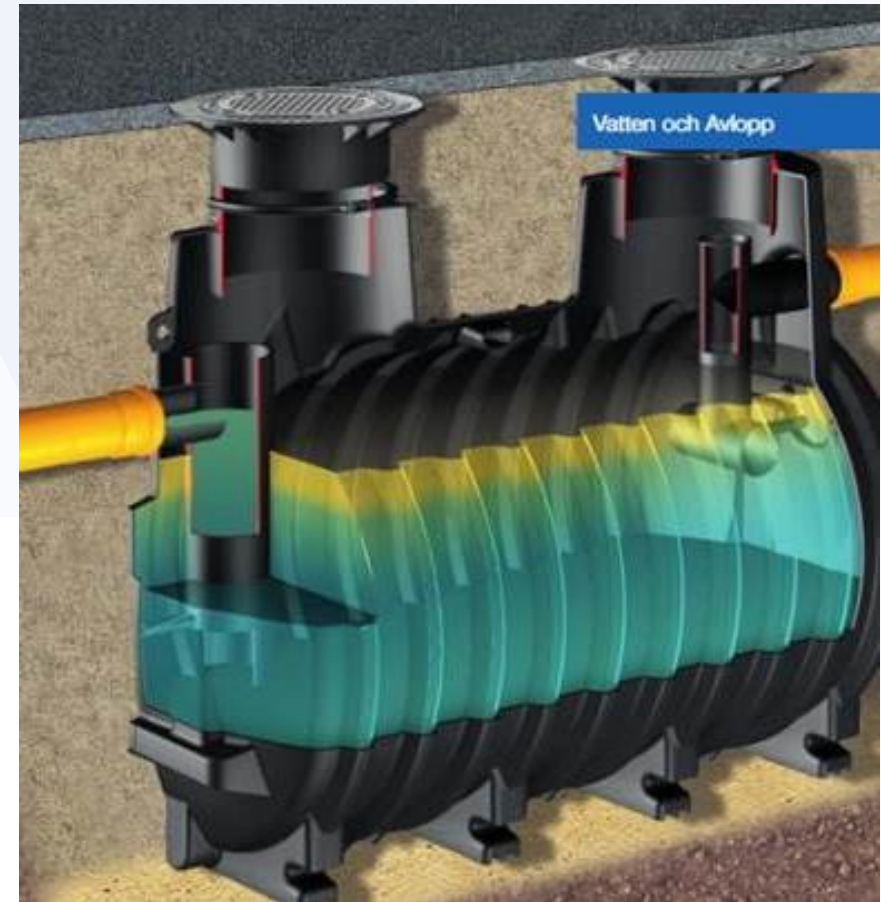
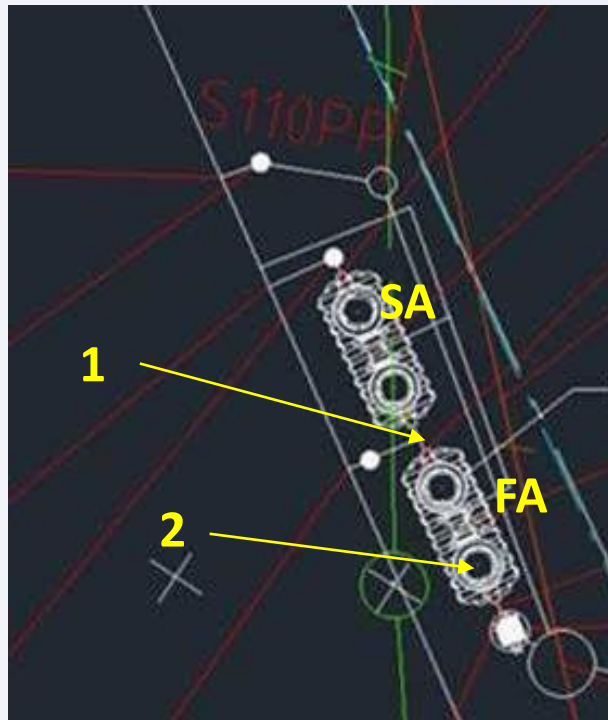


Skola i Kungsbacka

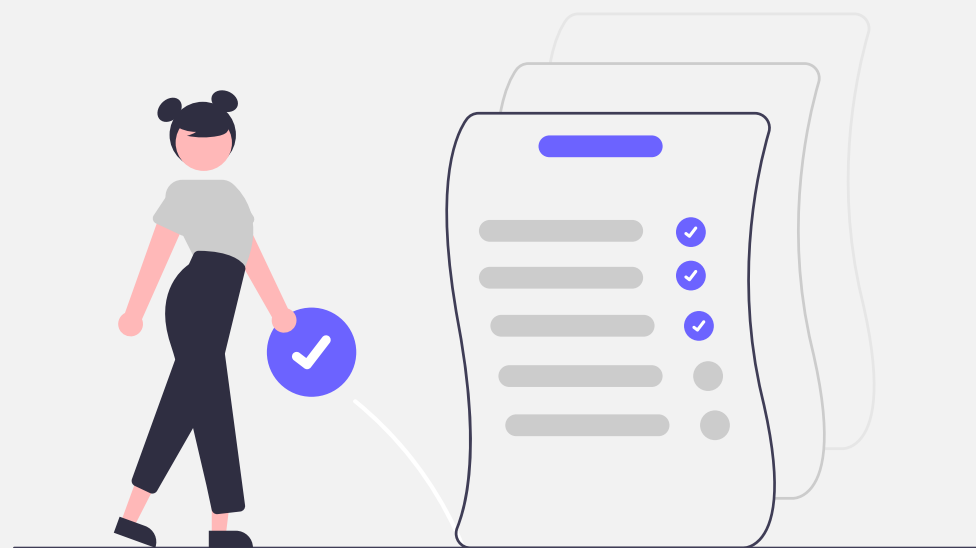


Restaurang i Göteborg

- Utomhus FA, Kessel
- 100 portioner/dag (normalt 150)
- Temperatur: 26 aug- 15 sept, medel ca 23 °C
- Flöde: KV, VV



Potential och utvärdering



Potential och utvärdering



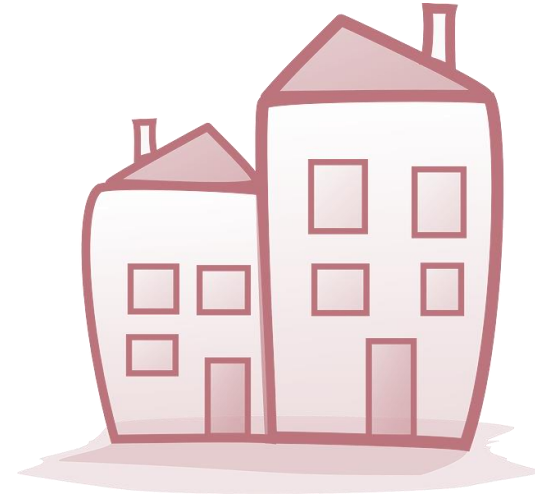
Tillgänglig energi (kWh)

Spillvattentemperatur

Spillvattenflöde

≈ Tappvattenanvändning?

Levererad temperatur?
Vad ska värmen avsättas till?



Levererad
energi
(kWh)

Flöde (l/portion)

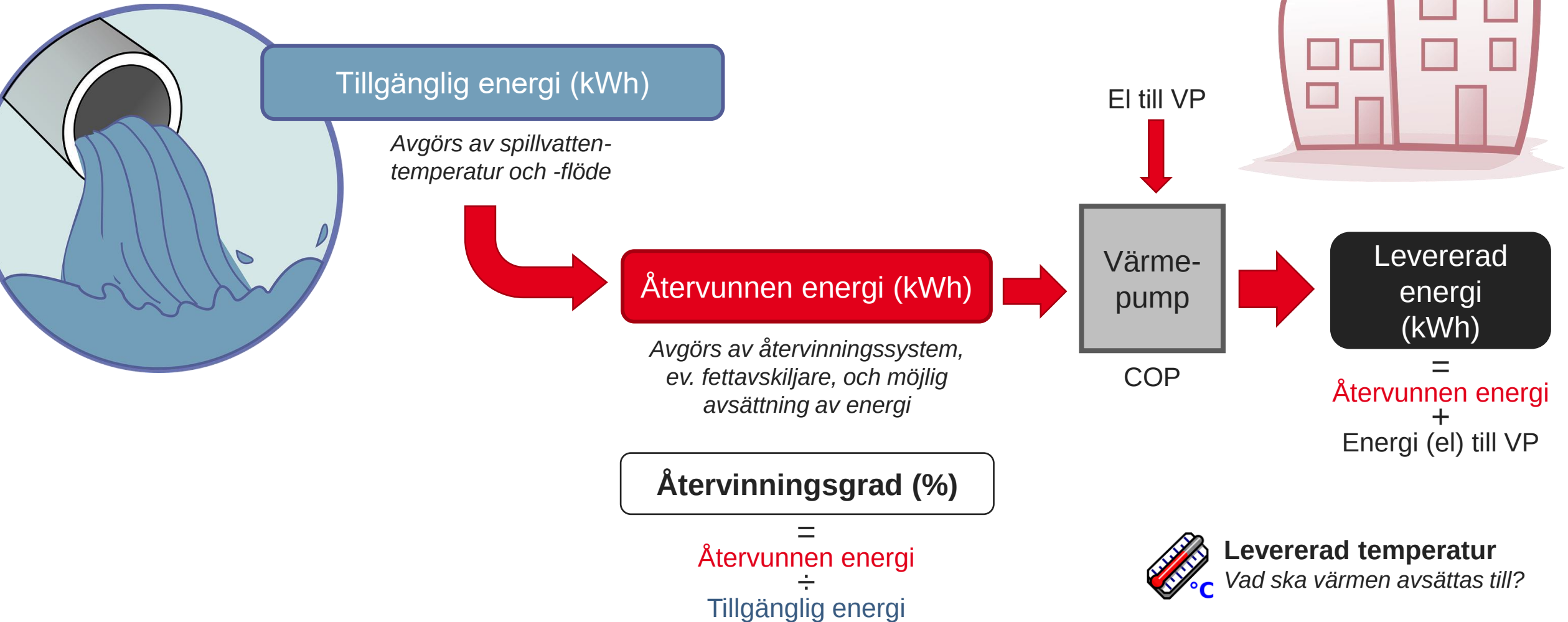
Table A.3 — Volume of water used per meal

Type of kitchen	Volume of water used per meal V_m l
Hotel	100
Restaurant	50
Hospital	20
Large catering establishment (24 hour operation)	10
Factory and office canteens	5

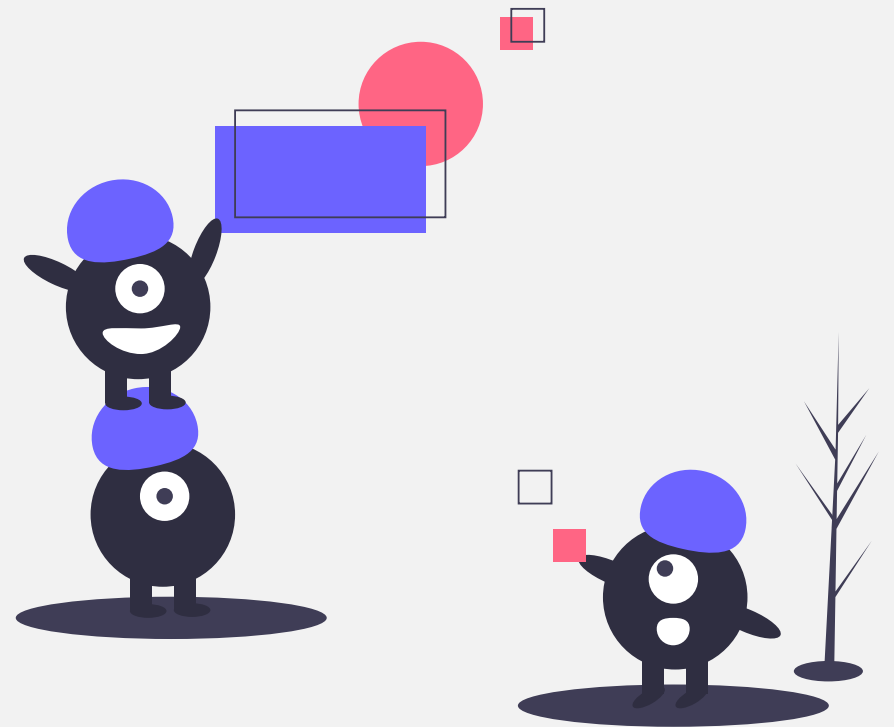
SS-EN 1825-2 **Fettavskiljare** – Del 2: Val av nominell storlek, installation, drift och underhåll

Stor variation!

Potential och utvärdering



Teknikutmaning



Syfte:

Att främja utveckling av lösningar som kombinerar fettavskiljning med värmeåtervinning

Tre kategorier:

- A1. Nyinstallation inomhus (*inkl. en fettavskiljare placerad inomhus*)
- A2. Nyinstallation mark (*inkl. en markförlagd fettavskiljare*)
- B. Komplettering: (*av en befintlig fettavskiljare placerad inomhus*)



Efterfrågades:

- Produkt som uppfyller en kravspecifikation
 - Fettavskiljare som uppfyller SS-EN 1825
 - Slamavskiljning
 - Systemutformning så att temperatur på spillvattnet i fettavskiljartanken sänks vid värmeåtervinning
- *Handlingar för bedömning:*
 - Skiss och beskrivning
 - Beskrivning av drift – och underhåll
 - Kostnader
 - Energibesparingspotential utifrån ett givet fall
 - Garantier och leveranstider

Parameter	Skallkrav	Kategori
Standard fettavskiljare	Fettavskiljaren skall uppfylla standard SS-EN 1825. Certifiering krävs ej.	A1, A2, B*
Nominell storlek fettavskiljare	Nominell storlek NS10 enligt SS-EN 1825. Produkten skall vara skalbar i spannet NS7-NS20.	A1, A2, B**
Slamavskiljning	Avskild del för slamavskiljning (separat tank eller skiljevägg i fettavskiljaren)	A1, A2
Nivåalarm	Fettavskiljartanken skall vara förberedd för inkoppling av nivåalarm.	A1, A2
Inspektion och rengöring	Hela fettavskiljartanken skall vara åtkomlig för inspektion och rengöring.	A1, A2
Temperaturmätning	Produkten skall vara förberedd för installation av två temperaturgivare, båda lätt åtkomliga: - En givare skall mäta spillvattentemperatur i inloppet direkt före värmeåtervinning. - En givare skall mäta spillvattentemperatur i fettavskiljaren, nära utloppet.	A1, A2
Funktion för värmeåtervinning från spillvattnet	Värmeåtervinningsfunktion integrerad i fettavskiljaren eller fristående. Systemet skall vara utformat så att temperaturen på spillvattnet i fettavskiljartanken sänks vid värmeåtervinning, för förbättrad fettavskiljningsgrad.	A1, A2, B
Driftsäkerhet	Energiåtervinningsfunktionen får ej riskera stopp i avloppssystemet.	A1, A2, B
Säker vatteninstallation	Ingen risk för läckage mellan olika medier.	A1, A2, B

* Vid komplettering av befintlig fettavskiljare (kategori B) skall SS-EN 1825 fortfarande uppfyllas för denna. Värmeåtervinningen får ej försämma den befintliga fettavskiljarens funktion.

** Vid komplettering av befintlig fettavskiljare (kategori B) skall förslaget vara anpassat till en fettavskiljare av storlek NS10.

	A1. Nyinstallation inomhus	A2. Nyinstallation utomhus	B. Komplettering
ACO Nordic	Lipujet P-OB (FA) + LipuTherm (VVX) (Kan kompletteras med VP enligt skiss)		LipuTherm (VVX)
Evertherm	Modifierad version av Evertherm SEW med 3 tankar och VP		
Rensa	a. CO-F-0010 med standard slinga 25mm b. DN40 CO-F-0010 med slinga 40mm c. 3x DN40 CO-F-0010 med 3stycken 40mm slingor som kan kopplas i serie eller parallellt	a. CV-M-0010 med standardslinga 25mm b. CV-M 0010 med slinga 40 mm c. Dubbelmantlad konstruktion	Slingpaket med 25, 40 mm som kan monteras i andra fabrikat
Isakssons	a. Ekoflow 6:20 (rörVVX) + ACO LipuJet P-OB (FA) b. Ekoflow 6:20 (rörVVX) + ACO LipuJet P-OB (FA) + Thermia Atlas (VP)		a. Ekoflow 6:20 (rörVVX) b. Ekoflow 6:20 (rörVVX) + Thermia Atlas (VP)

Bedömning av inlämnade förslag

Expertgrupp:

- [Jörgen Wallin](#), Energum och forskare avd. Tillämpad termodynamik och kylteknik, KTH
- [Torbjörn Lindholm](#), Universitetslektor/Avdelningschef avd. Installationsteknik, Chalmers
- [Roland Jonsson](#), Seniorkonsult energi och effekt, WSP
- [Ulf Nordberg](#), forskare Kretsloppsteknik, RISE
- [Magnus Bäckström](#), expert inom rörnät och klimat, Svenskt Vatten

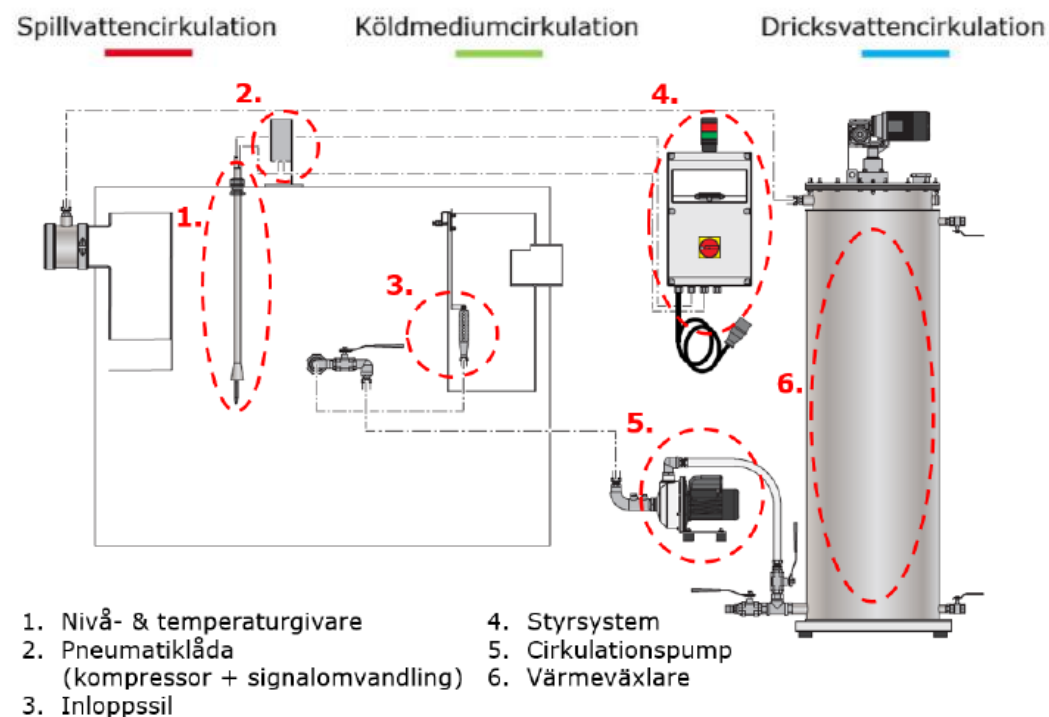
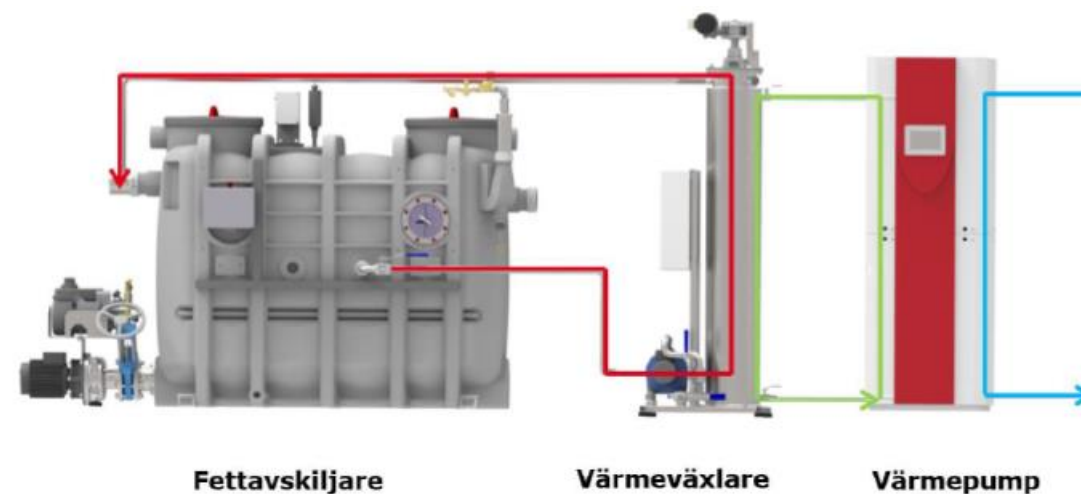
Aco Nordic

Bidrag i Kategori:

A1 Nyinstallation inomhus

B Komplettering

- **Fettavskiljare** Lipujet P-OB 10/1000 NS10 med 1000 l integrerat slamfång
- **Extern värmewäxlare** Liputherm typ 10 med cirkulationspump, styrning och rengöringsenhet
- *Kan kompletteras med VP*



Figur 2. Ingående komponenter

Underhåll Aco Nordic

- Utrustat med ett **helautomatiskt rengöringssystem** som sköter hela rengöringsbehovet för systemet *bortsett från årligt underhåll*
- **Årligt underhåll** av kvalificerad personal/ servicetekniker **Fullständig genomgång och tester enligt instruktion** efter tömning och rengöring av systemet

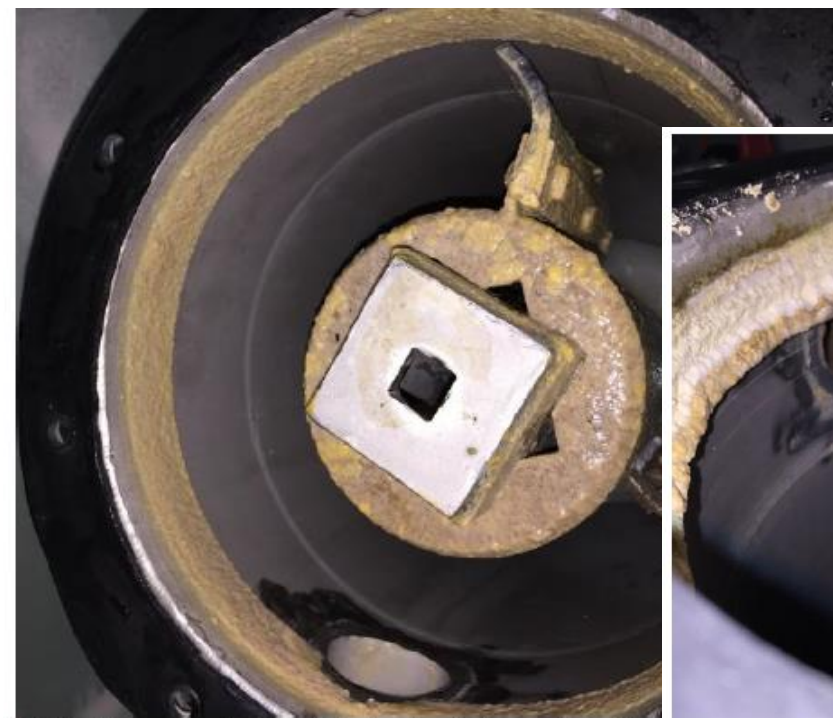
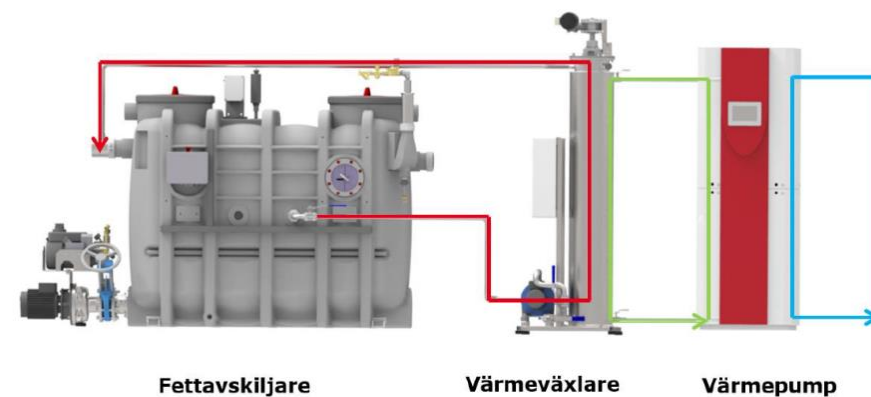


Bild 1: Skrapor med automatisk styrning, fettansamling efter



Bild 2: Fettansamling efter 5 månader i drift
- Ytor för värmeväxling rena (automatisk rengöring)

Energi och kostnader

Aco Nordic

Energi

Resultat enligt tidigare tester:

Restaurang BKK Akademi Rotenburg

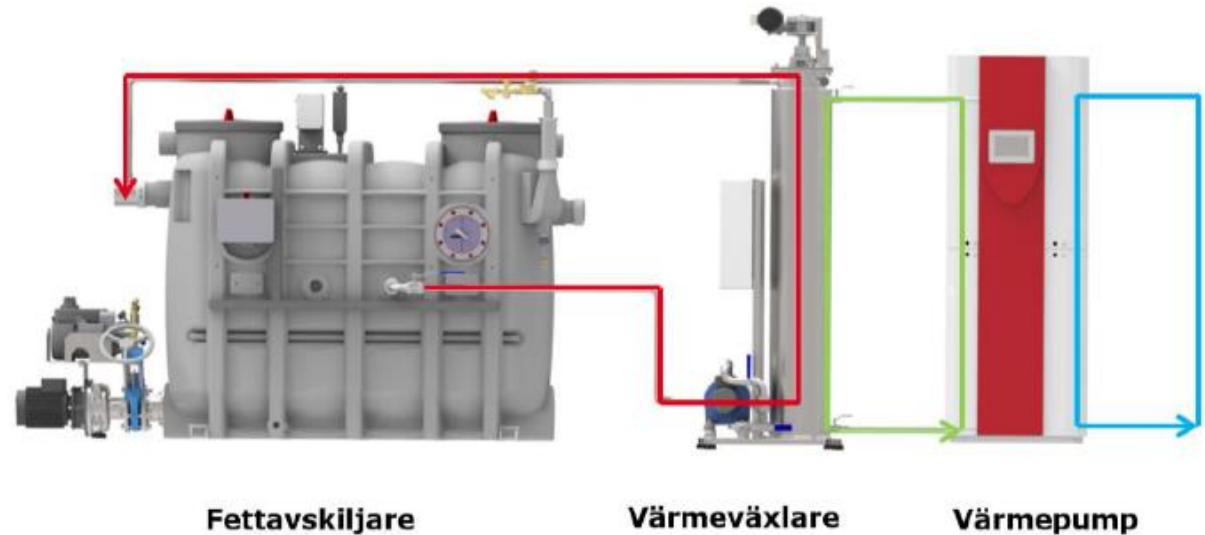
Effekt värmeväxlare: **6 kW** (yta 2,2 m²)

Kostnader (exkl moms och installation)

Fettavskiljare: ca 37 000 SEK

Värmeväxlare: ca 175 000 SEK

Merkostnad



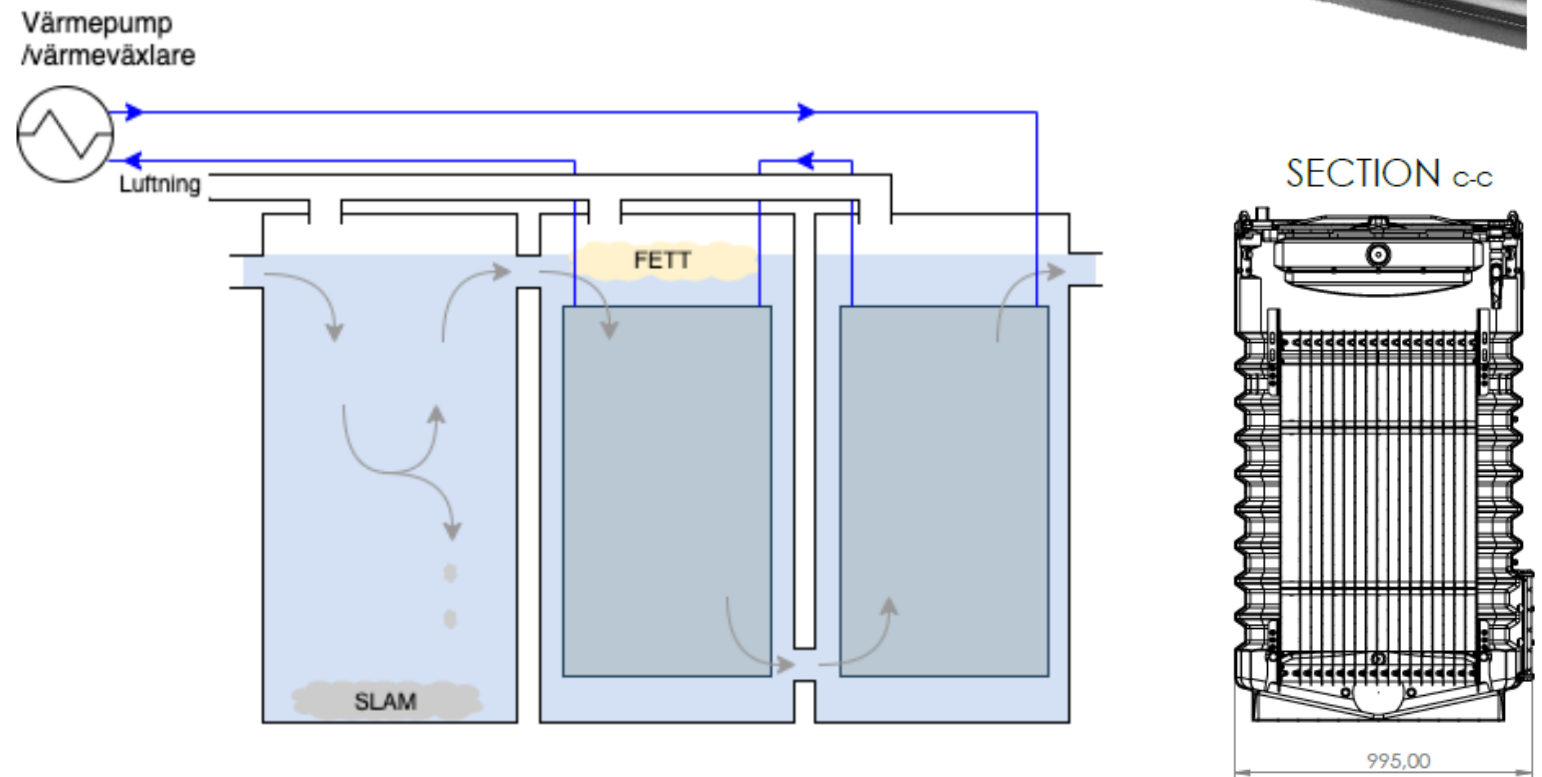
Evertherm



Bidrag i Kategori:

A1 Nyinstallation inomhus

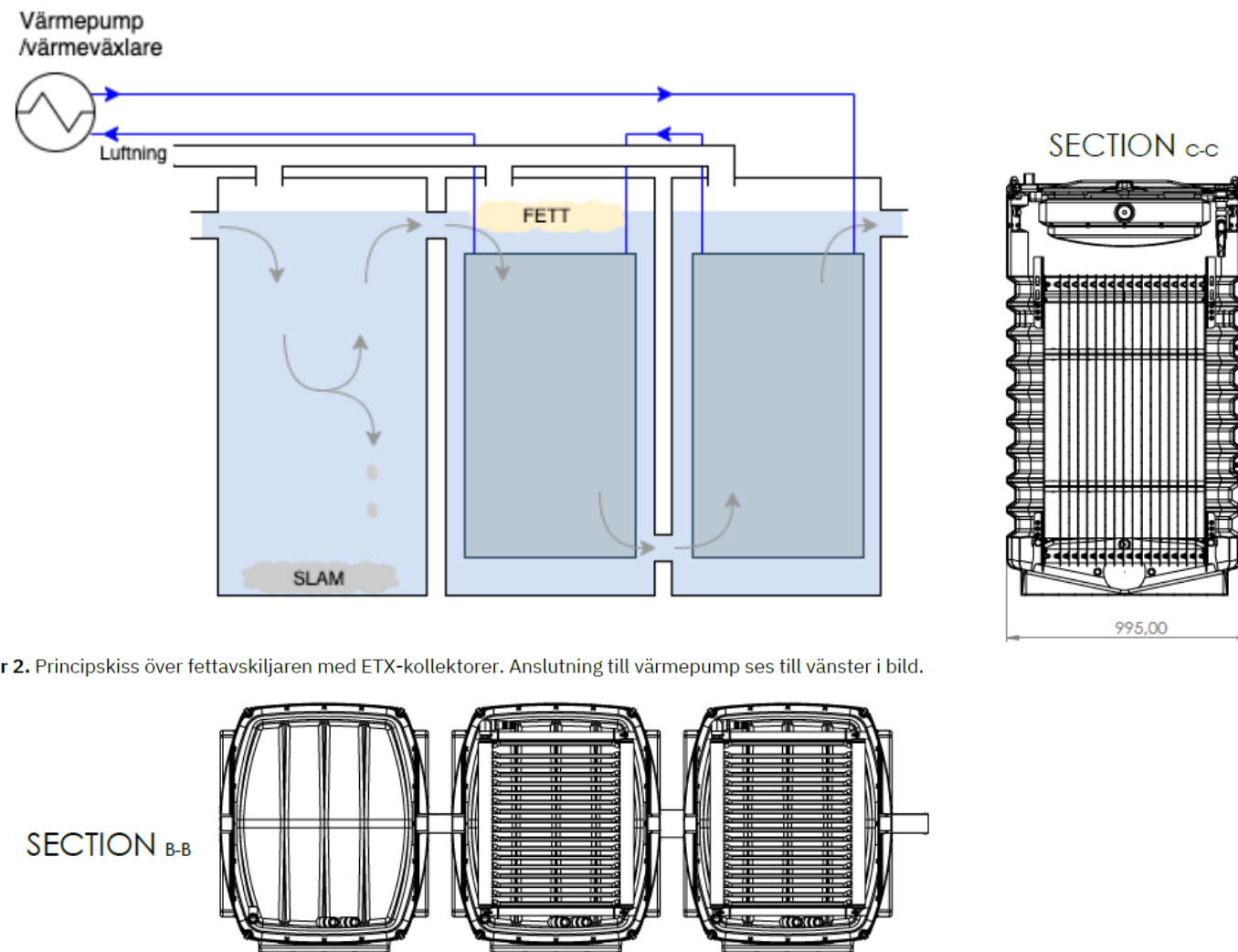
- Separat tank slamavskiljning.
- Fettavskiljning i 3 tankar innehållande kollektorkasetter med *ETX*-värmeväxlaren (modifierad version av modultank som används i *Evertherm SEW*).
- **Modulärt system** – kan byggas på med fler kollektormoduler i serie
- *Inklusive VP*



Figur 2. Principskiss över fettavskiljaren med ETX-kollektorer. Anslutning till värmepump ses till vänster i bild.

Underhåll Evertherm

- Patenterad vvx i polymert specialmaterial - ETX-panelen
- Väl beprövad att arbeta i förorenade miljöer.
- Kollektorn och alla övriga ingående delar är helt korrosionsbeständiga.
- "Systemet bedöms utifrån erfarenhet av de komponenter som används vara **helt underhållsfri med undantag för värmepumpen.**"



Figur 2. Principskiss över fettavskiljaren med ETX-kollektorer. Anslutning till värmepump ses till vänster i bild.

Energi och kostnader

Evertherm

Avlämningstemperatur 45 °C

Tillgänglig energi 124,7 MWh

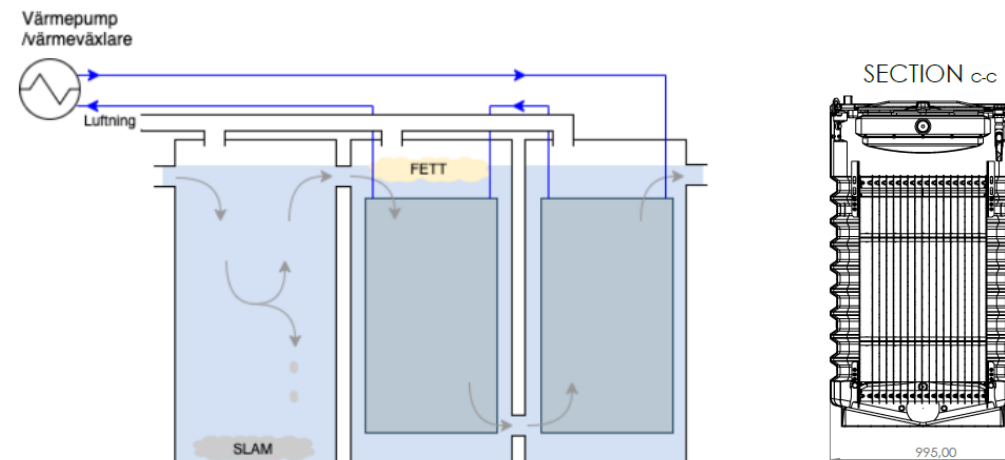
Återvunnen energi 56,9 MWh

Återvinningsgrad 46 %

El till värmepump 16,2 MWh

Levererad energi 73,1 MWh

Genomsnittlig värmefaktor 4,52



Inköp och utveckling ex moms, exkl. installation, inkl. VP

Kostnad i kronor för fettavskiljaren beroende på produktionsvolym.

Prototyp 786 500 kr/st

10: **349 200 kr/st**

100: 274 000 kr/st

1000: 260 200 kr/st

10 000: 258 290 kr/st

Merkostnad?

Driftskostnad för systemet blir den köpta el som krävs för att
driva värmepumpen:

ca 16 200 kr/år (1kr/kWh)

Rensa inomhus

Bidrag i Kategori:

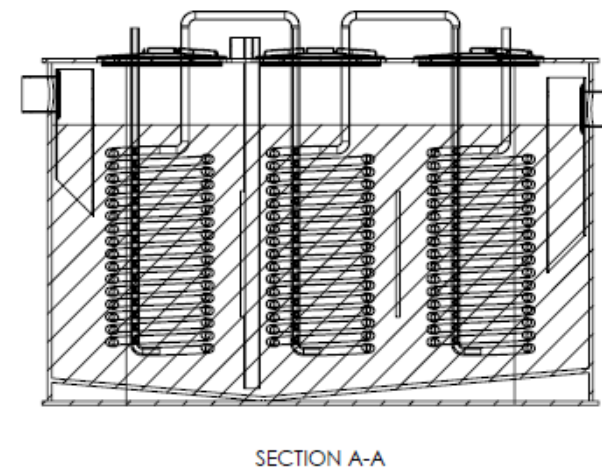
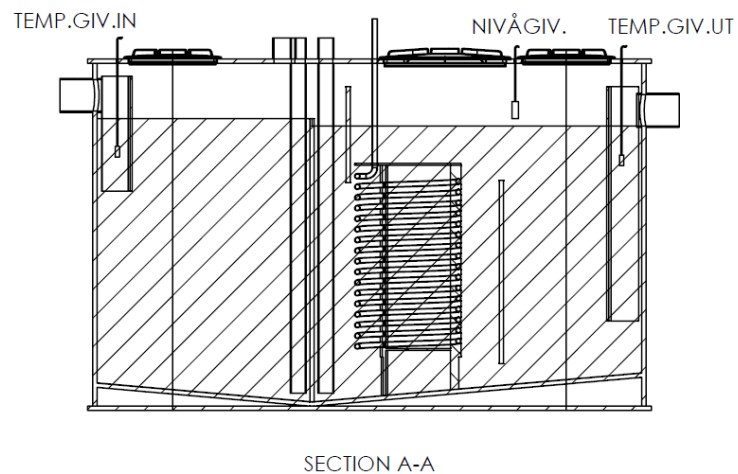
A1 Nyinstallation inomhus

A2 Nyinstallation i mark

B Komplettering

A1:

- Lipidus Collector CO-F 0010 *ECO*
- Separat slamdel standard
- **Integrerad värmeåtervinningsmodul "Spiral"**
 - 1 slinga 25mm (ca 30 m)
 - 1 slinga 40 mm
 - 3 slingor 40 mm



Rensa i mark

Bidrag i Kategori:

A1 Nyinstallation inomhus

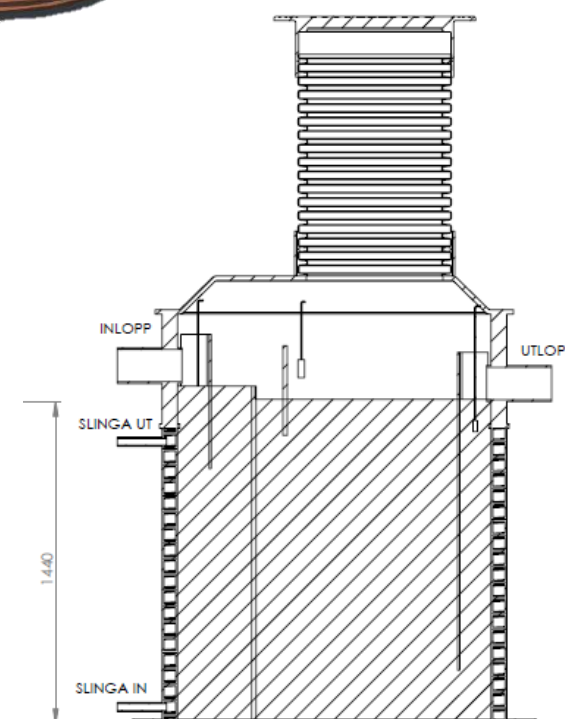
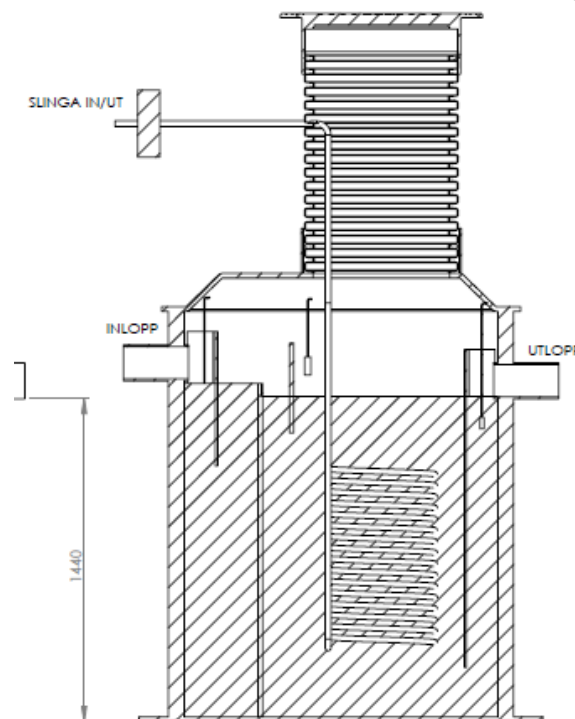
A2 Nyinstallation i mark

B Komplettering

A2:

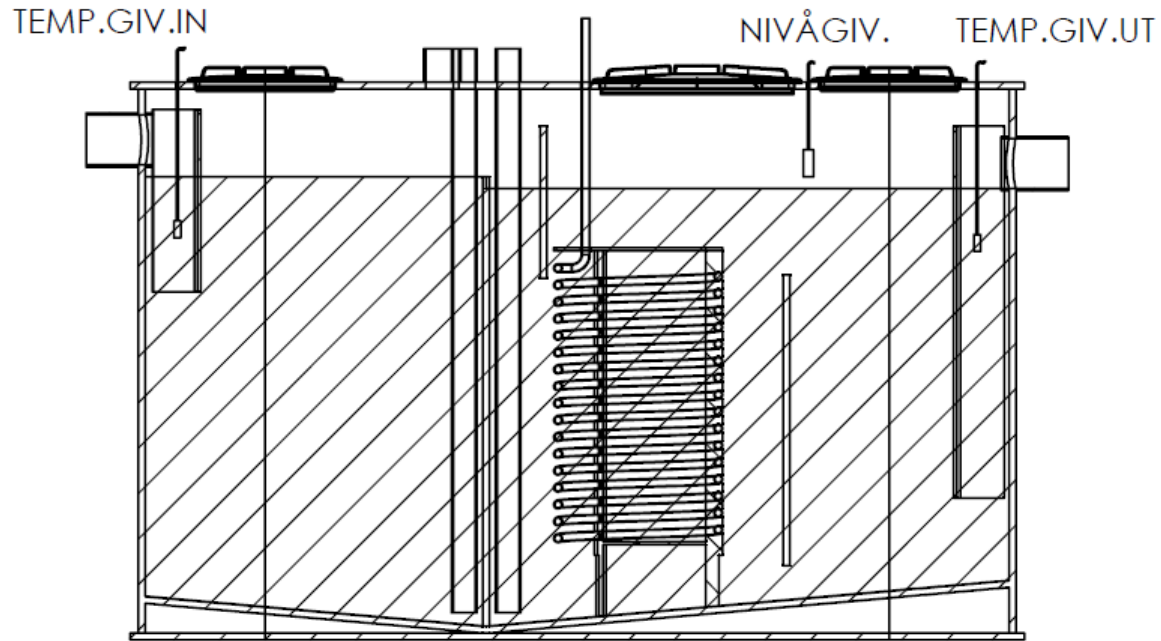
Lipidus Collector CV-M 0010 *ECO*

- NS 4 -> NS 35 (liter/sekund)
- Levereras som standard med separat slamdel
- **Två alternativ**
 - **Slinga 25 eller 40 mm**
 - **VVX integrerad i manteln**
 - (dubbelmantlad finns även för inomhusinstallation)



Underhåll **Rensa**

TÖMNING

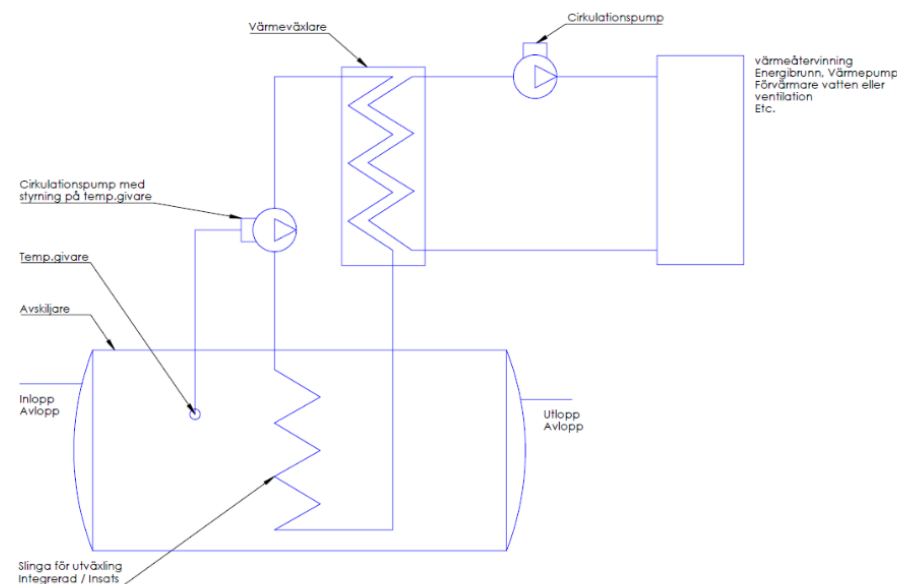


SECTION A-A

FA i polyeten med slät insida → lätt att spola rent.

Kan levereras med inbyggt renspolningssystem för enkel renspolning invändigt.

Energi Rensa



Exempel med/utan VP

Fall	Återvunnen ur avloppsvattnet (kWh/dygn)	Avgiven till byggnadens energisystem (kWh/dygn)
A1 – DN40x3, parallellkopplat		
Med värmepump	422	655
Utan värmepump	253	253

Med VP

Obs: produkten måste kompletteras med VP för att leverera energi enligt nedan

CV-M-0010 med standardslinga 25mm

Återvunnen energi 44,6 MWh

Återvinningsgrad 36%

El till värmepump 24,8 MWh

Levererad energi 69,4 MWh

Genomsnittlig värmefaktor VP 2,8

CV-M-0010 med 40mm slinga

Återvunnen energi 56,2 MWh

Återvinningsgrad 45%

El till värmepump 31,2 MWh

Levererad energi 87,4 MWh

Genomsnittlig värmefaktor VP 2,8

CV-M 0010 med dubbelmantlad konstruktion

Återvunnen energi 67,4 MWh

Återvinningsgrad 54%

El till värmepump 37,4 MWh

Levererad energi 104,8 MWh

Genomsnittlig värmefaktor VP 2,8

Kostnader Rensa

Inomhus

A1

Kostnad för CO-F ECO med
slinga 25mm:

ca 125 000 kr

CO-F-0010 ECO med 3 st
slingor:

ca 175–225 000 kr

Endast fettavskiljare ca
75 000 kr brutto

**-> Merkostnad
50 – 150 000 kr**

I mark

A2

Kostnad för CV-M 0010 ECO
slinga 25mm:

ca 125 000 kr

Dubbelmantlade vertikal
avskiljare:

ca 85–95 000 kr

Endast fettavskiljare ca 55 000
kr brutto

**-> Merkostnad
70 resp. 40 000 kr**

Isakssons

Bidrag i Kategori:

A1 Nyinstallation inomhus

B Komplettering

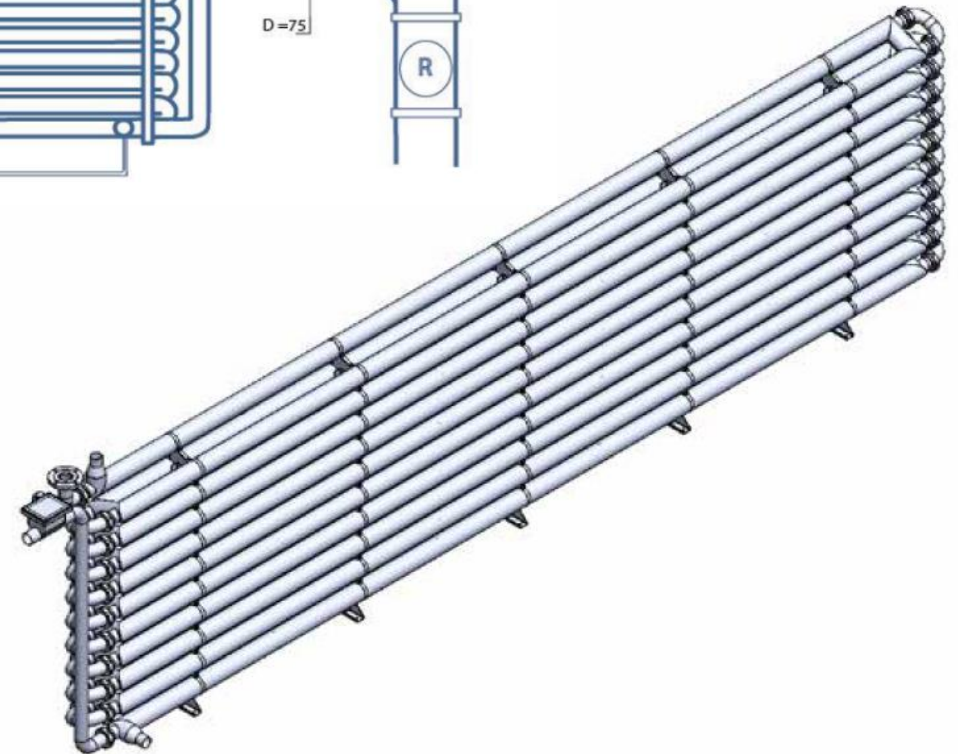
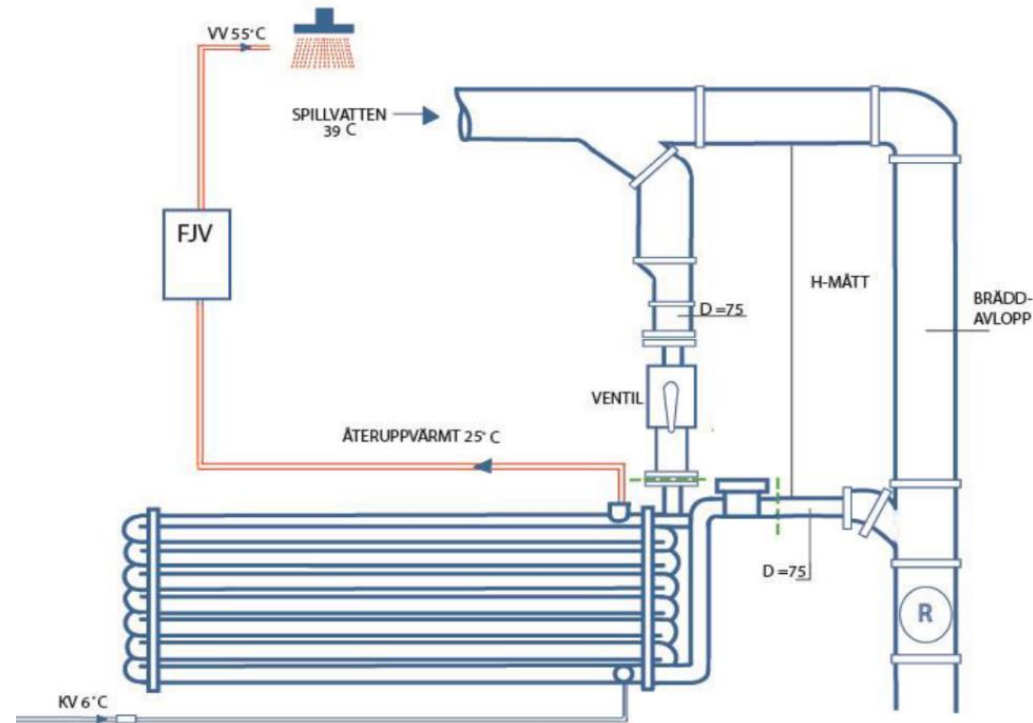
A1:

Värmeväxlare **Ekoflow 6:20**

- **Motströms dubbelrörs värmeväxlare.**
- Rostfria syrafasta stålrör.
- Kapacitet vid självrinning: cirka 4 liter/sekund.
- Tillval: mätutrustning som ger löpande information om verkningsgrad och energibesparing.

Fettavskiljare ACO LipuJet P-OB (FA)

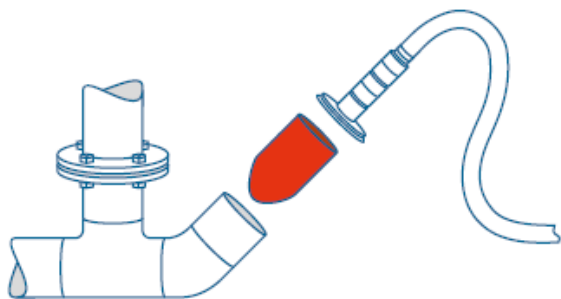
Med eller utan värmepump Thermia Atlas



Underhåll **Isakssons**

Rengöring Ekoflow

För att uppnå optimal värmeåtervinning bör växlaren rengöras invändigt en gång per vecka. Detta utföres på ett enkelt vis, med den medlevererade vattendrivna rensproppen, enligt följande:

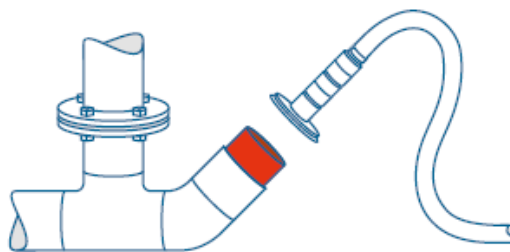


Steg 1

- Stäng av flödet på växlaren.

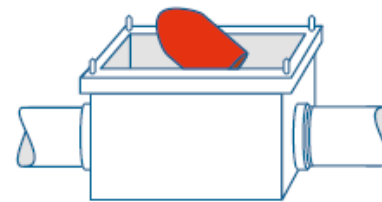
Steg 2

- Lossa snabbkopplingen.
- Stoppa in rensproppen.



Steg 3

- Drag åt kopplingen.
- Släpp på fullt vattentryck.



Steg 4

- Efter cirka 5 minuter stannar rensproppen i uppsamlingslådan.
- Stäng vattenkranen och tag ur pluggen.
- Sätt på locket.

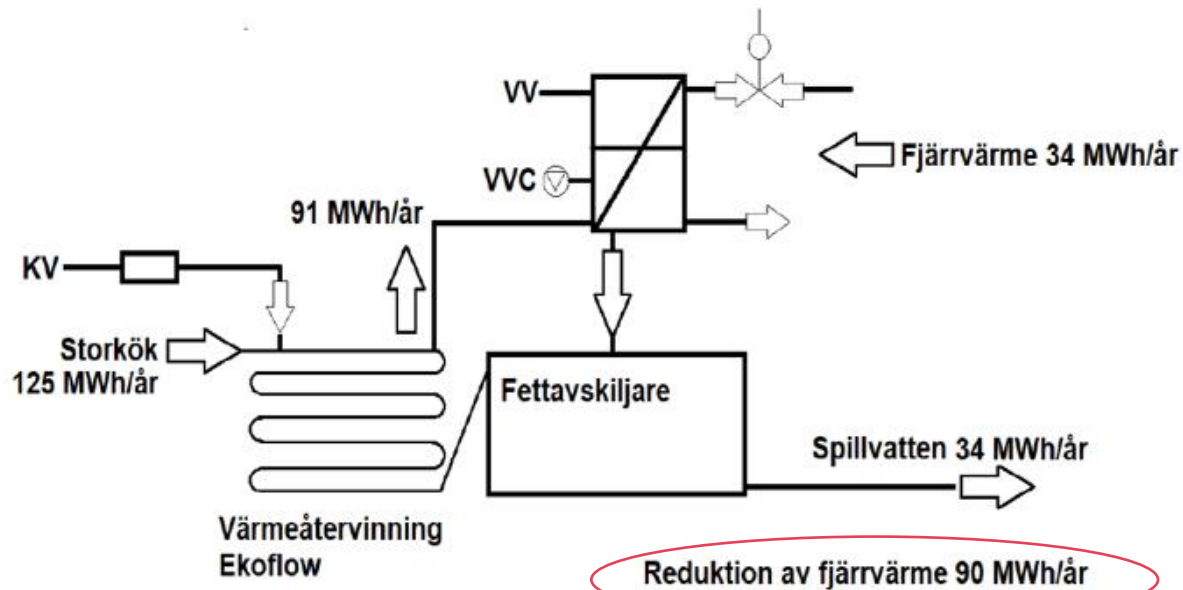
Steg 5

- Öppna flödet på växlaren.



Energi

Isakssons



Utan VP:

Tillgänglig energi 125 MWh

Återvunnen energi 91 MWh

Återvinningsgrad 73%

Levererad temp: 24-36 °C (KV 10 °C)

Med VP:

Tillgänglig energi 125 MWh

Återvunnen energi 107 MWh

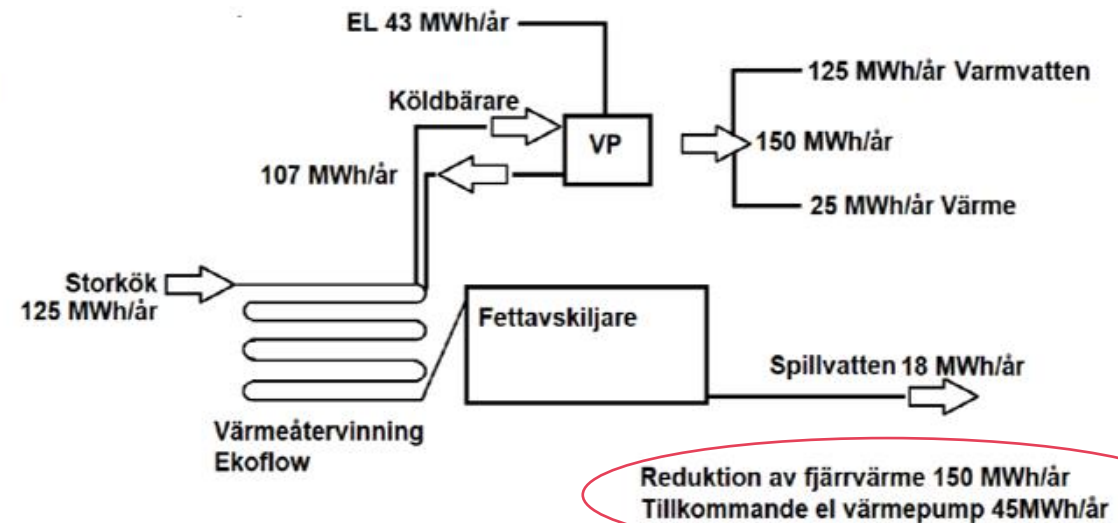
El till värmepump: 43 MWh

Levererad energi: 150 MWh

Återvinningsgrad: 86%

Genomsnittlig värmefaktor VP 3,49

Levererad temp: 22,9-34,6 °C (KB 5 °C)



Utan VP:

exkl. moms och installation

598 000 kr

Med VP:

exkl. moms och installation

720 000 kr

Merkostnad

Spillvattenvärmeväxlare:

498 000 kr exkl. moms och installation.

Aco Nordic



Bra beskrivningar av system och underhåll.

VVX avskild från FA gör att tömning inte försvåras och ingen risk för stopp/hinder i FA.

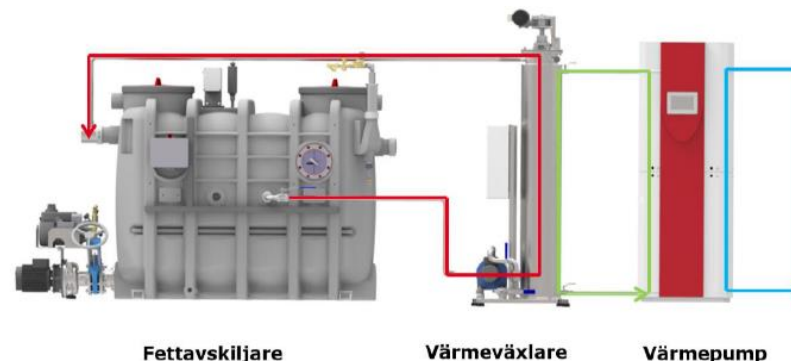
Kostnaden för fettavskiljaren är konkurrenskraftig.

Lite underhåll. Lösningen med en automatisk rengöring i drift bedöms som robust och bra.
-> Endast manuellt underhåll 1ggr/år
Återvinning från klarvatten som cirkuleras bidrar till driftsäkerhet och minskat underhåll.

Lätt att placera VVX som kommer som egen modul inkl. pump.

Bör vara relativt enkelt att komplettera bef. FA förutsatt att denna går att komplettera med erf. röranslutningar.

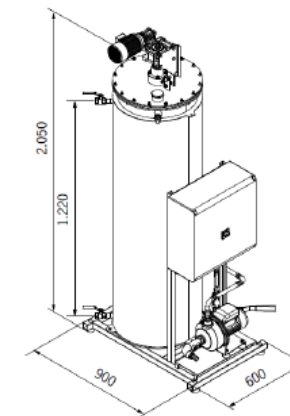
VVX i syrafast rostfritt stål bedöms som hållbart över tid.



Fettavskiljare

Värmeväxlare

Värmepump



Svårt att bedöma energiåtervinningspotential p.g.a. bristfälligt underlag.

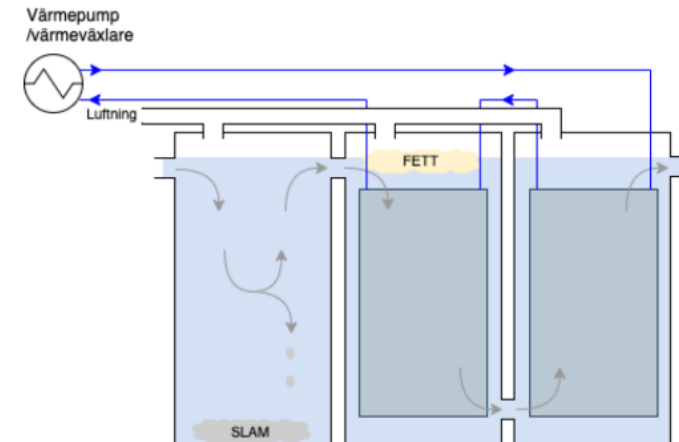
Relativt låg effekt VVX.

Kostnad för värmeväxlare bedöms som relativt hög.

Andra kommentarer:

- Viktig att kontrollera nivån i fettavskiljaren så att man inte cirkulerar slam eller fett.
- Bra med automatiskrengöringsfunktion i VVX, men hur rengörs slingan mellan FA och VVX?

Evertherm



+

Bra och tydligt underlag, inkl. redovisning av återvinningspotential.
(El till cirk. pump saknas)

Bra/godkänd återvinningsgrad (beräknad)

Modulsystemet innebär en flexibilitet vid installation.

Potential till lågt underhållsbehov. VVX testad i andra tuffa miljöer.

Spillvatten cirkuleras ej genom VVX.

Värmeväxlare i plast -> inga problem med korrosion.
(Hållbarhet över tid?)

-

Hög investeringskostnad – särskilt för prototyp

Frågetecken kring om systemet verkligen är underhållsfritt *i aktuell tillämpning*. Hur blir det i praktiken med VVX nedsänkt i vatten med hög fetthalt?
Vid ev. behov blir rengöring av VVX krångligt.

Osäkerhet: Risk att VVX skadas vid tömning av fettavskiljare? Risk att tömning försvåras?

Det kan finnas en risk att värmeväxlarna i tankarna påverkar fettavskiljarens funktion.

Ej skalbar

Andra kommentarer:

- Tester behöver göras för att kunna bevisa uppfyllande av standard.
- Det behövs en skiljeväg i första tanken (slamfång) för att det inte ska bli kortslutning med nästa tank.

Rensa

+

Detaljerat underlag med avseende på utformning och energibesparingspotential.
(Uppgifter om pumpenergi saknas)

God energibesparingspotential (beräknad) med värmepump (olika beroende på alternativ)

Relativt låg kostnad för värmväxlarmodul (både spiral och dubbelmantlad FA)

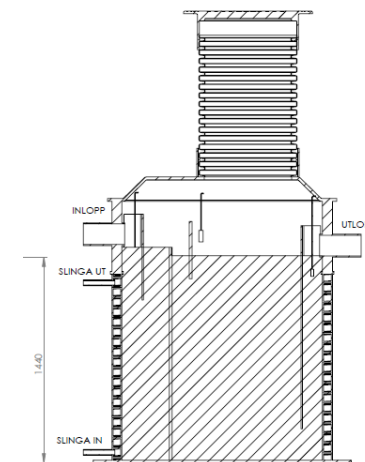
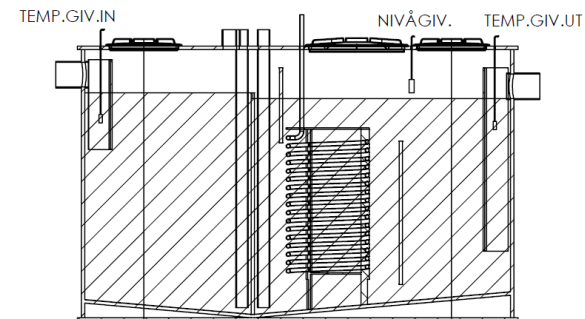
Tar ungefär lika mycket plats som en ordinär fettavskiljare.

Möjlighet till automatisk rengöring med spolsystem, annars förberedd för renspolning i samband med tömning.

-> underhållskostnad kan hållas låg

VVX i manteln: Inget som sänks ner i FA som riskerar att försvåra tömning eller orsaka stopp.

Alla: Ej cirkulering av spillvatten i VVX.



-

Fragmenterat underlag.

Tveksam lönsamhet med värmepump.

Osäkerheter *slingor*:

Risk att slingan skadas vid tömning av FA? Risk att tömning försvåras?

Påbyggnad av fett på slingorna. Kommer det att räcka med renspolning av slinga 1 ggr/månad?

Slingor: Det kan finnas en risk att slingor i tanken påverkar fettavskiljarens funktion.

Andra kommenter:

- Fyllningsgraden i FA är viktig - är slingan i kontakt med vatten, fett (eller luft)?
- Trots material med dålig värmeledningsförmåga i den dubbelmantlade lösningen är återvinningsgraden likvärdig (något bättre) än med en slinga p.g.a. betydligt större överföringsarea. *Varför inte vidare satsning på denna lösning?*

Isaksson

+

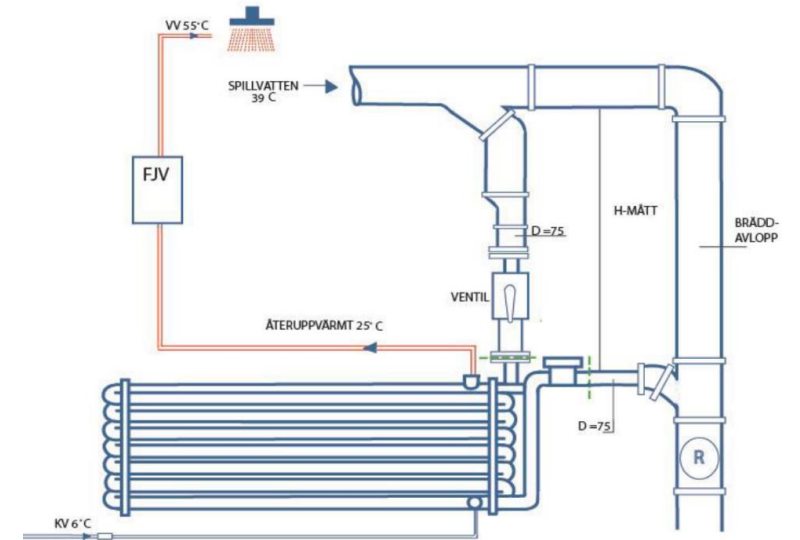
Bra och tydligt underlag som väl beskriver systemfunktion, underhåll och energiberäkningar.

Mycket god värmeåtervinningsgrad (beräknad) p.g.a. stor VVX yta av material med god värmeledningsförmåga.

-

Hög kostnad för värmeväxlaren. (Även i förhållande till den höga energibesparing som uppnås i denna exempelanläggning.)

Stort underhållsbehov (måste rengöras ofta) och risk för igensättning när växlaren är placerad före fettavskiljaren



Andra kommentarer:

- Pluggrensning kräver i sig mycket vatten.
- Hur hanteras fett som kommer vid spolning?

Vad händer nu?

Tack!

maria.haegermark@chalmersindustriteknik.se

