

Värdet av säsongslagring

- Profus delprojekt

stormöte Termiska Energilager 2019-01-30

Värdet av säsongslagring i olika regionala energisystem

- Typiskt varierar de rörliga värmeproduktionskostnaderna mellan olika säsonger
- Skillnaden är olika stor i olika fjärrvärmesystem
- Genom säsongslagring kan värmen ”flyttas” mellan säsongerna
- Värdet av ett lager utgörs av den årliga ”driftnyttan” och eventuellt undvikta behov av ny värmeproduktionsanläggning

Kvantifiering av den ekonomiska nyttan av ett lager

- Årlig driftnytta och ev. undviken investering i ny produktion, tillsammans med livslängd och kalkylränta för lagret ger värdet.
 - Svarar på frågan ”hur mycket får ett lager kosta?”
- Det ekonomiska värdet påverkas t.ex. av:
 - Fjärrvärmesystemets produktionsapparat
 - Lagrets egenskaper
 - Omvärldsförutsättningar
- Beräkningar för 6 fjärrvärmesystem
 - Typsystemen har valts ut
 - Görs med Martes (fjärrvärmesimuleringsprogram)

Typsystemen, m.m.

- Följande sex fjärrvärmesystem har valts ut
 - Göteborg
 - Halmstad
 - Hässleholm
 - Jönköping
 - Växjö
 - Öresundskraft
- Omvärldsförutsättningar har valts (siktat på läget ca 2030)
- Inledande beräkningar har genomförts för alla systemen utom Öresundskraft (på gång)

Omvärldsförutsättningar

	Pris	Enhet
Olja, Eo5	550	kr/MWh
Olja, Eo1	730	kr/MWh
Naturgas	375	kr/MWh
Kol	150	kr/MWh
Oförädlat biobränsle	220	kr/MWh
Pellets	350	kr/MWh
RT-flis	110	kr/MWh
Avfall	-155	kr/MWh
Bio-olja, MFA tung	1000	kr/MWh
Bio-olja, MFA lätt	1100	kr/MWh
Bio-olja, HVO	1350	kr/MWh
Utsläppsrättspris för CO ₂	35	öre/kg
El	425	kr/MWh
Elcertifikat	0	kr/MWh

I känslighetsanalysen kommer omvärldsförutsättningar att varieras, t.ex. bränsle- och elpriser

Elprisvariationer över året är införda

Fritt anläggning, exkl. skatter, år 2030

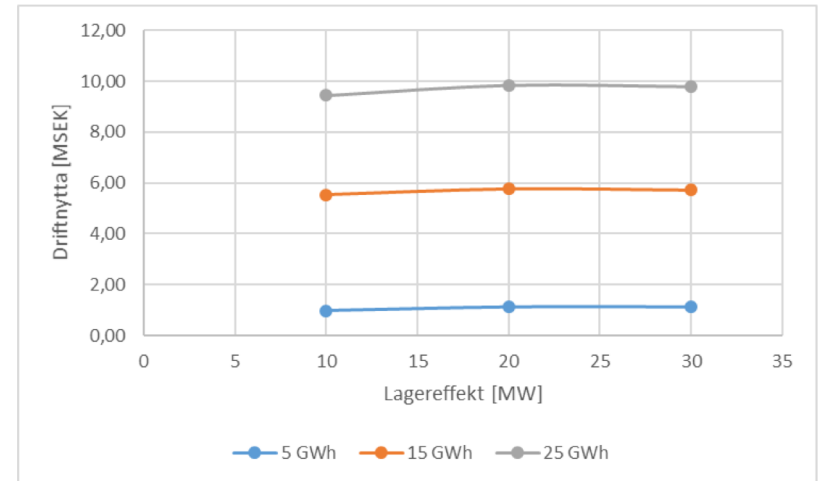
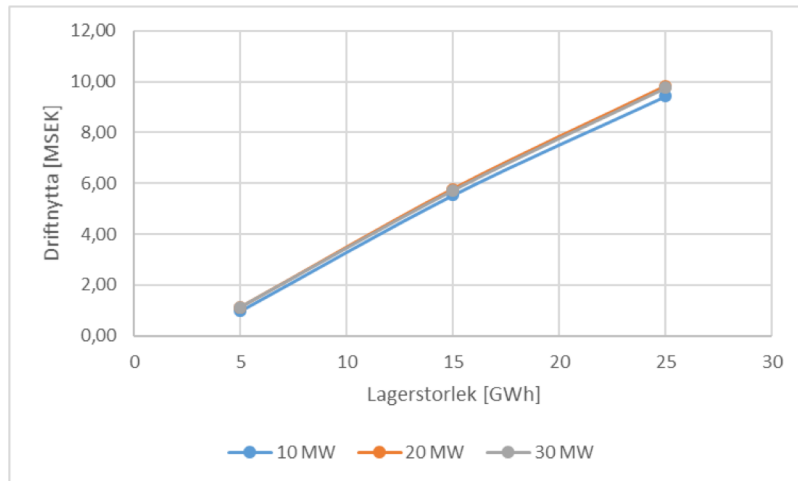
Beräkningar som genomförts

- Total värmeproduktionskostnad beräknas utan och med lager
- Driftnyttan identifieras
- Data som varierats:
 - Energivolym
 - Effekt i in- och urladdning
- De inledande beräkningarna ska fortfarande ses som arbetsmaterial
- Inga energiförluster har hittills antagits
- Temperaturförlust och eventuellt behov av ”spetsning”
 - Temperaturspetsning sker m.h.a. pannor som ändå körs
 - Andra direkta åtgärder för temperaturhöjning (t.ex. värmepump eller panna) belastar lagrets kostnad. Driftnyttan måste täcka även detta.
- Definierat vilka anläggningar som får ladda
 - Laddar så sent som möjligt för att minska förlusterna
- Laddar ur med strategin att ta bort toppeffekt, så långt urladdningseffekten och lagerenergin räcker
- ...

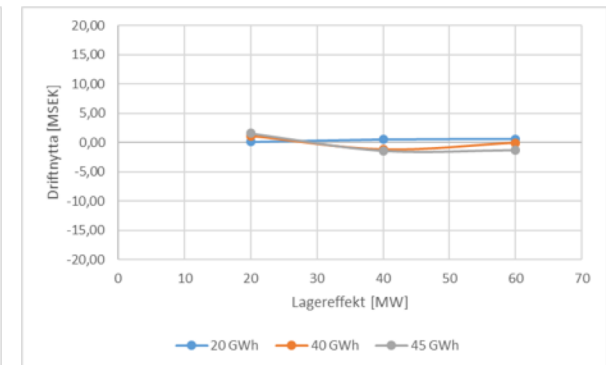
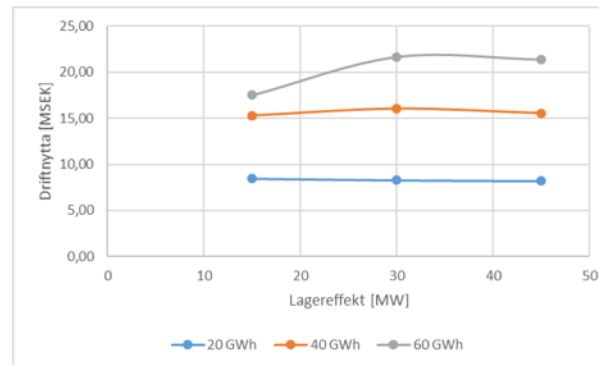
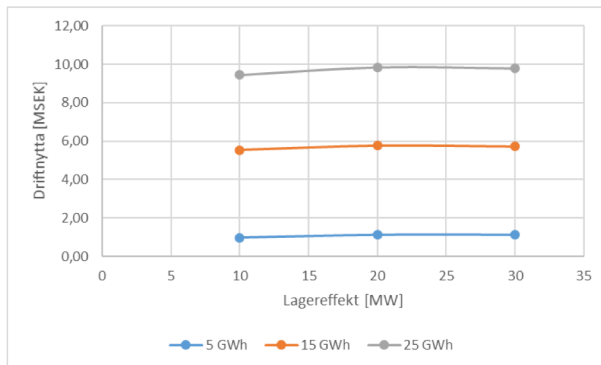
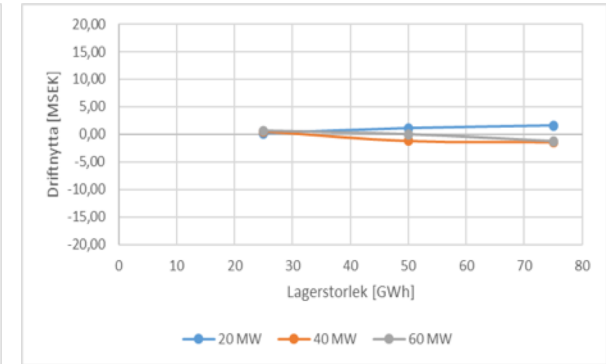
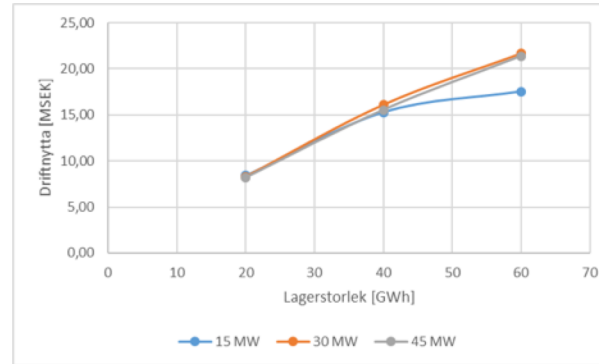
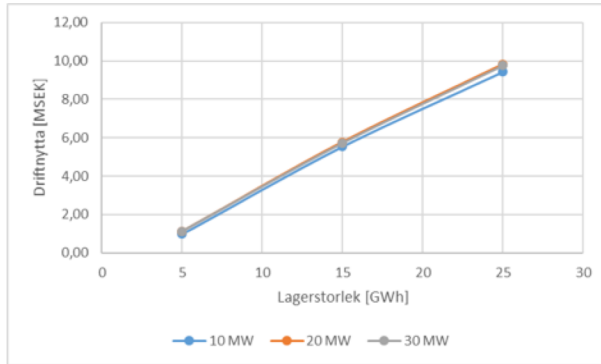
Preliminära resultat

Preliminära resultat - driftnytta

$$\text{Driftnytta [MSEK]} = \text{Resultat}_{\text{scenario } x} - \text{Resultat}_{\text{basfall}}$$



Preliminära resultat - driftnytta

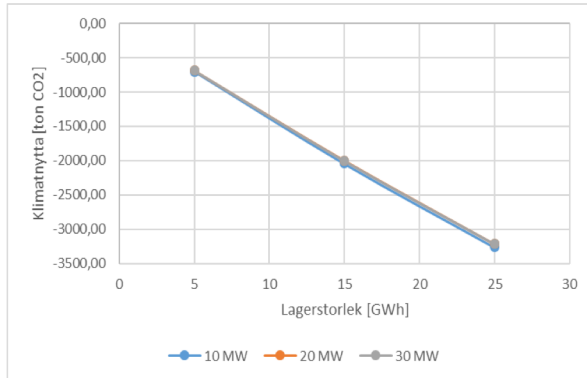


System 1

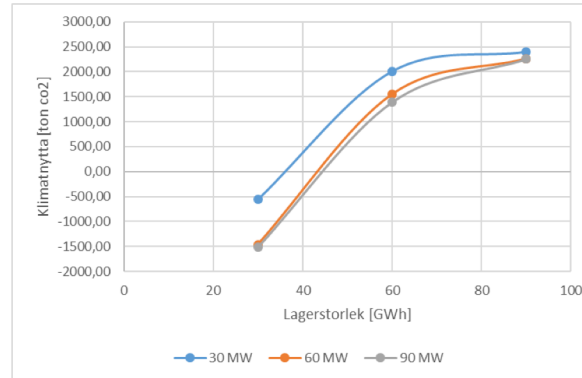
System 2

System 3

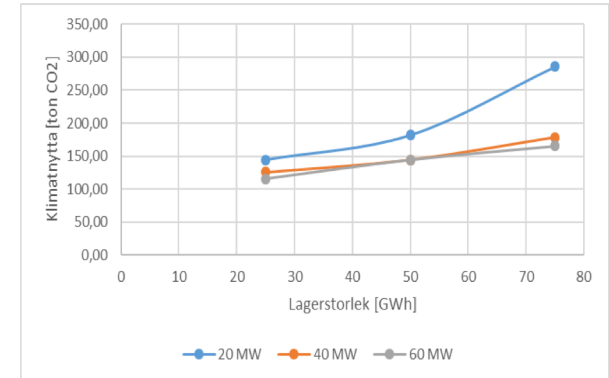
Preliminära resultat – klimatnytta (direkta utsläpp)



System 1

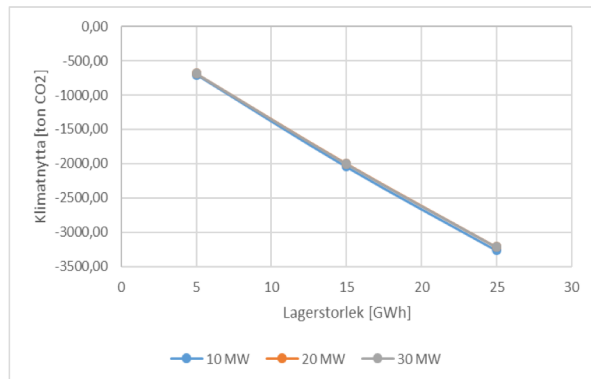


System 2

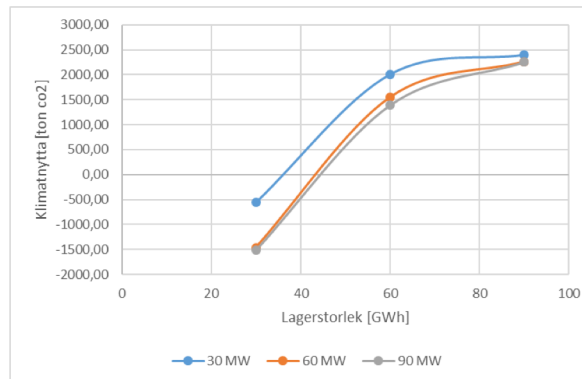


System 3

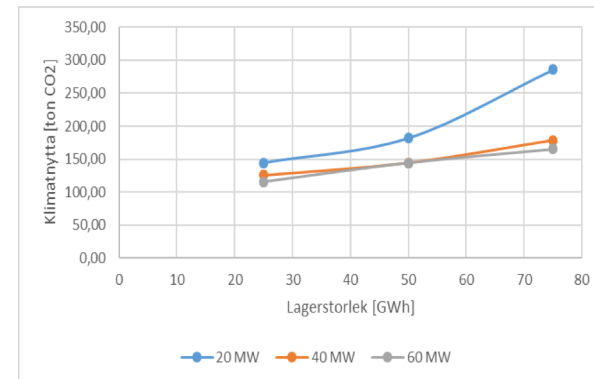
Preliminära resultat – klimatnytta (direkta utsläpp)



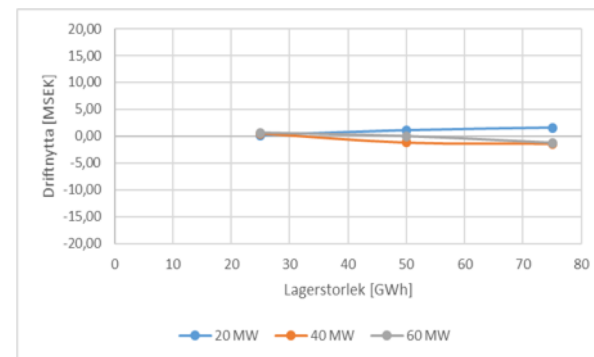
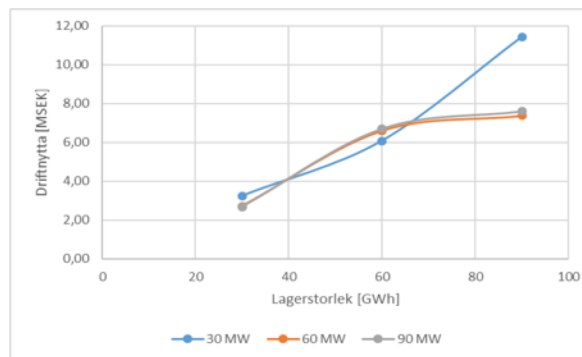
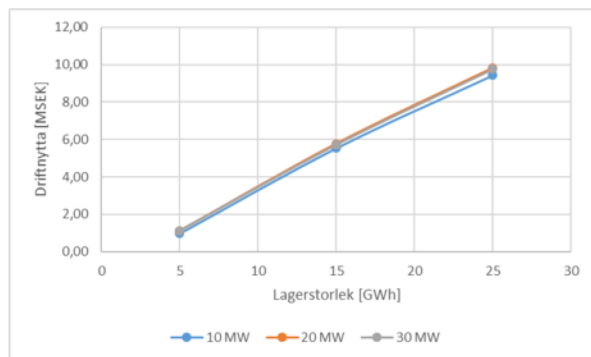
System 1



System 2



System 3



Några resultat och iakttagelser

- Det finns en gräns för vilken lagerstorlek och urladdningseffekt som är rimlig. Går man över en viss nivå så börjar man till slut ersätta samma typ av produktion som den som man använde för att ladda lagret med
- Det finns en naturlig koppling mellan lagerstorlek (energi) och urladdningseffekt. Är lagret litet så ger ökad urladdningseffekt ingen nytta
- Omvänt om lagret är stort (energi) och urladdningseffekten är liten så hinner man kanske inte ladda ur lagret
- Om urladdningseffekten är liten kan man kanske inte ersätta så mycket av den dyraste produktionen om dess toppseffekt är stor
- Självklart finns tydlig driftnytta av lagret endast om det är stor skillnad i värmeproduktionskostnad mellan säsongerna
- ...

Hur går vi vidare?

- Förankrar beräkningarna för de olika systemen
- Beräknar fler lagerkonfigurationer
- Jämför resultat och drar slutsatser
- Genomför känslighetsanalys
- Diskuterar värdet av att lagret kan ersätta investeringar i produktion
- Seminarium genomförs
- Slutrapport skrivs
- Klart i maj



Håkan Sköldberg, hakan.skoldberg@profu.se
Arvid Rensfeldt, arvid.rensfeldt@profu.se

Värdet av säsongslagring

- Profus delprojekt

stormöte Termiska Energilager 2019-01-30

”fördjupningsmöte”

Kvantifiering av den ekonomiska nyttan av ett lager

- Årlig driftnytta och ev. undviken investering i ny produktion, tillsammans med livslängd och kalkylränta för lagret ger värdet.
 - Svarar på frågan ”hur mycket får ett lager kosta?”
- Det ekonomiska värdet påverkas t.ex. av:
 - Fjärrvärmesystemets produktionsapparat
 - Lagrets egenskaper
 - Omvärldsförutsättningar
- Beräkningar för 6 fjärrvärmesystem
 - Typsystemen har valts ut
 - Görs med Martes (fjärrvärmesimuleringsprogram)

Typsystemen, m.m.

- Följande sex fjärrvärmesystem har valts ut
 - Göteborg
 - Halmstad
 - Hässleholm
 - Jönköping
 - Växjö
 - Öresundskraft
- Omvärldsförutsättningar har valts (siktat på läget ca 2030)
- Inledande beräkningar har genomförts för alla systemen

Omvärldsförutsättningar

	Pris	Enhet
Olja, Eo5	550	kr/MWh
Olja, Eo1	730	kr/MWh
Naturgas	375	kr/MWh
Kol	150	kr/MWh
Oförädlat biobränsle	220	kr/MWh
Pellets	350	kr/MWh
RT-flis	110	kr/MWh
Avfall	-155	kr/MWh
Bio-olja, MFA tung	1000	kr/MWh
Bio-olja, MFA lätt	1100	kr/MWh
Bio-olja, HVO	1350	kr/MWh
Utsläppsrättspris för CO ₂	35	öre/kg
El	425	kr/MWh
Elcertifikat	0	kr/MWh

I känslighetsanalysen kommer omvärldsförutsättningar att varieras, t.ex. bränsle- och elpriser

Elprisvariationer över året är införda

Fritt anläggning, exkl. skatter, år 2030

Beräkningar som genomförts

- Total värmeproduktionskostnad beräknas utan och med lager
- Driftnyttan identifieras
- Data som varierats:
 - Energivolym
 - Effekt i in- och urladdning
- De inledande beräkningarna ska fortfarande ses som arbetsmaterial
- Inga energiförluster har antagits
- Temperaturförlust och eventuellt behov av ”spetsning”
 - Temperaturspetsning sker m.h.a. pannor som ändå körs
 - Andra direkta åtgärder för temperaturhöjning (t.ex. värmepump eller panna) belastar lagrets kostnad. Driftnyttan måste täcka även detta.
- Definierat vilka anläggningar som får ladda
 - Laddar så sent som möjligt för att minska förlusterna
- Laddar ur med strategin att ta bort toppeffekt, så långt urladdningseffekten och lagerenergin räcker
- ...

Inledande beräkningar

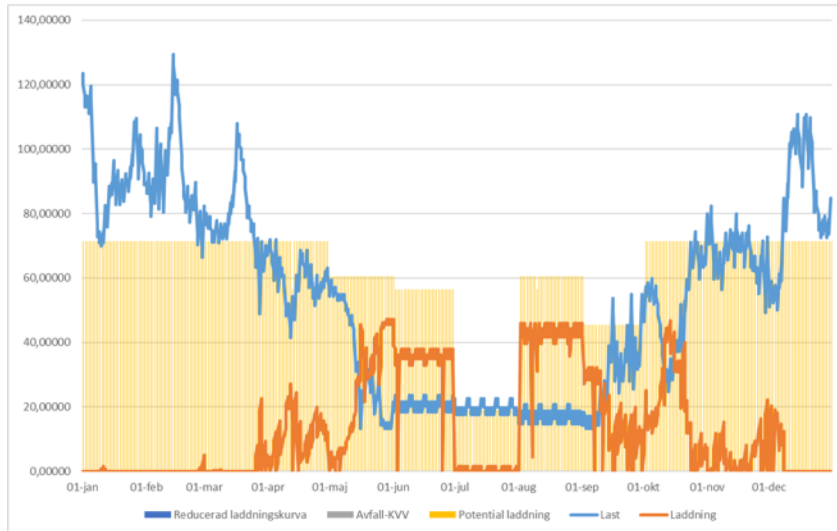
Metodik

- Modelleringsarbetet görs med programvaran Martes som utvecklats av Profu
- Martes har i dagsläget inget inbyggt stöd för säsongslagring
- Lagret representeras av ett delsystem med innehållande en last och en produktionsanläggning
 - Lagrets effekt styrs av produktionsanläggningens effekt samt kopplingen mellan delsystemet och huvudsystemet
 - Lagrets volym styrs av delsystemets lastkurva och produktionsanläggningens reducerade effekt

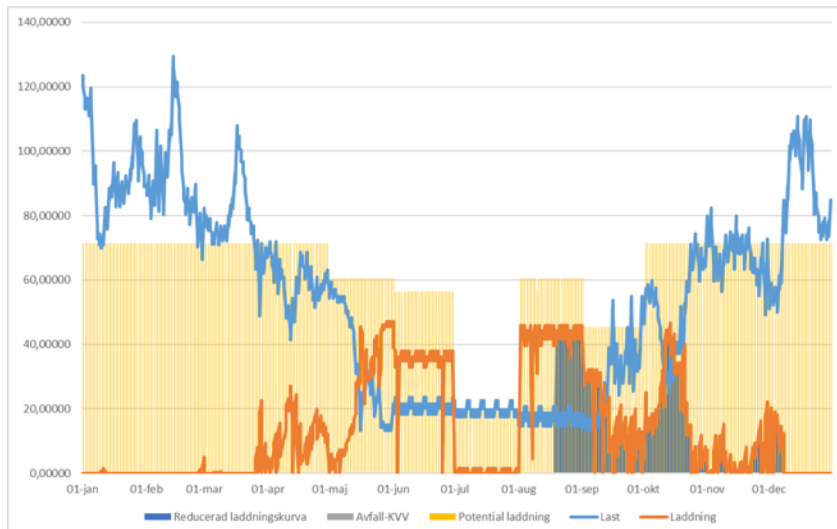
Metodik

1. Uppdatera grunddatabas med 2030 års omvärldsfaktorer
2. Identifiera lämpliga “laddare” bland produktionsanläggningarna
3. Kör basfall
 1. Plocka ut lastkurva
4. Kör basfall med obegränsad last
 1. Plocka ut maximal produktionskurva per anläggning
5. Bestäm lämpligt interval på volym och effekt för lagret
6. Använd “excelsnurra” för att ta fram lastkurva och produktionsprofil för lagret.
7. Gör Martes-körningar för ett antal olika lagerkonfigurationer

Laddning

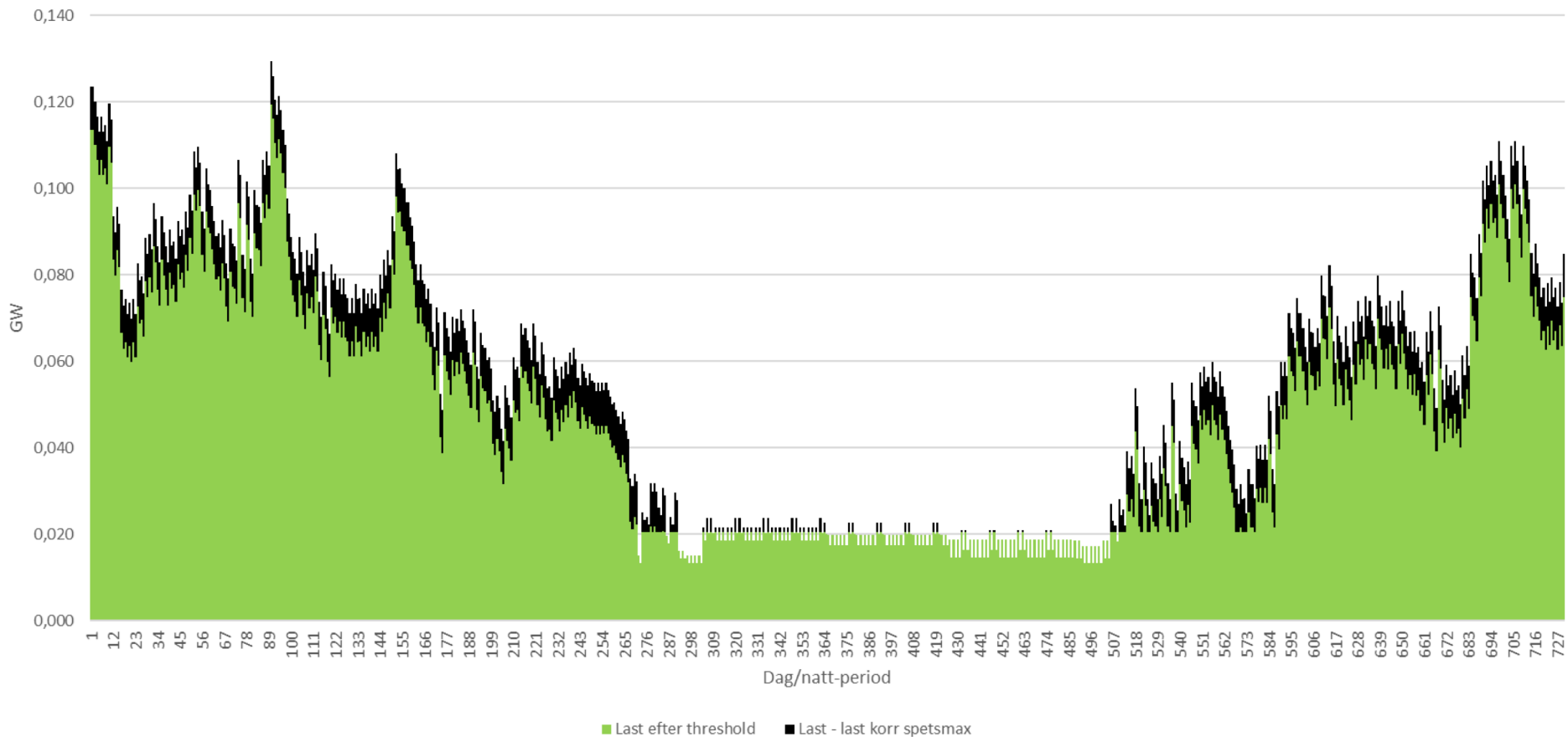


Ingen laddning tillåts
 -Lagereffekt = 10 MW
 -Lagervolym = 0 GWh



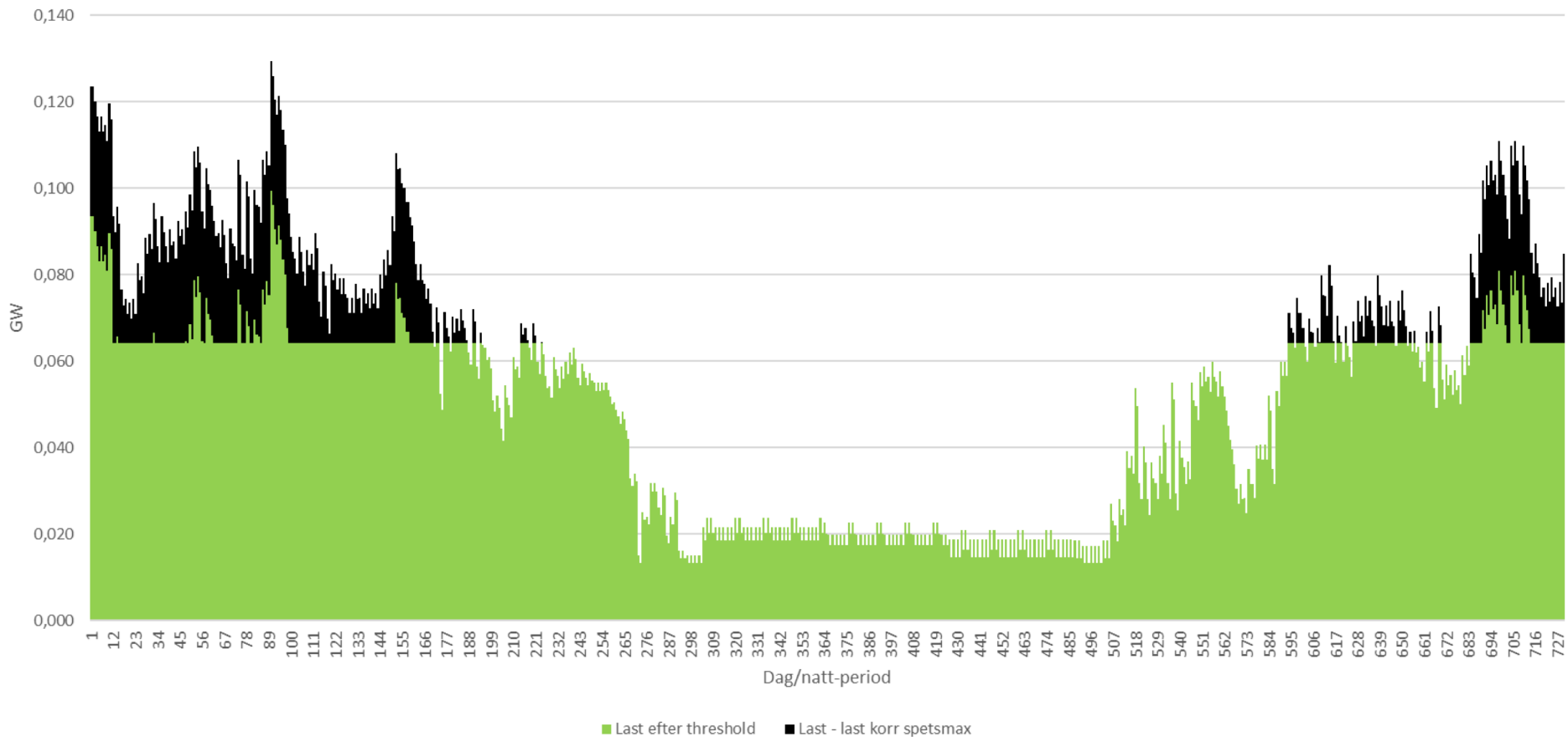
Laddning tillåts 19 aug – 31 dec
 -Lagereffekt = 10 MW
 -Lagervolym = 20 GWh

Urladdning



Lagereffekt = 10 MW
Lagervolym = 60 GWh

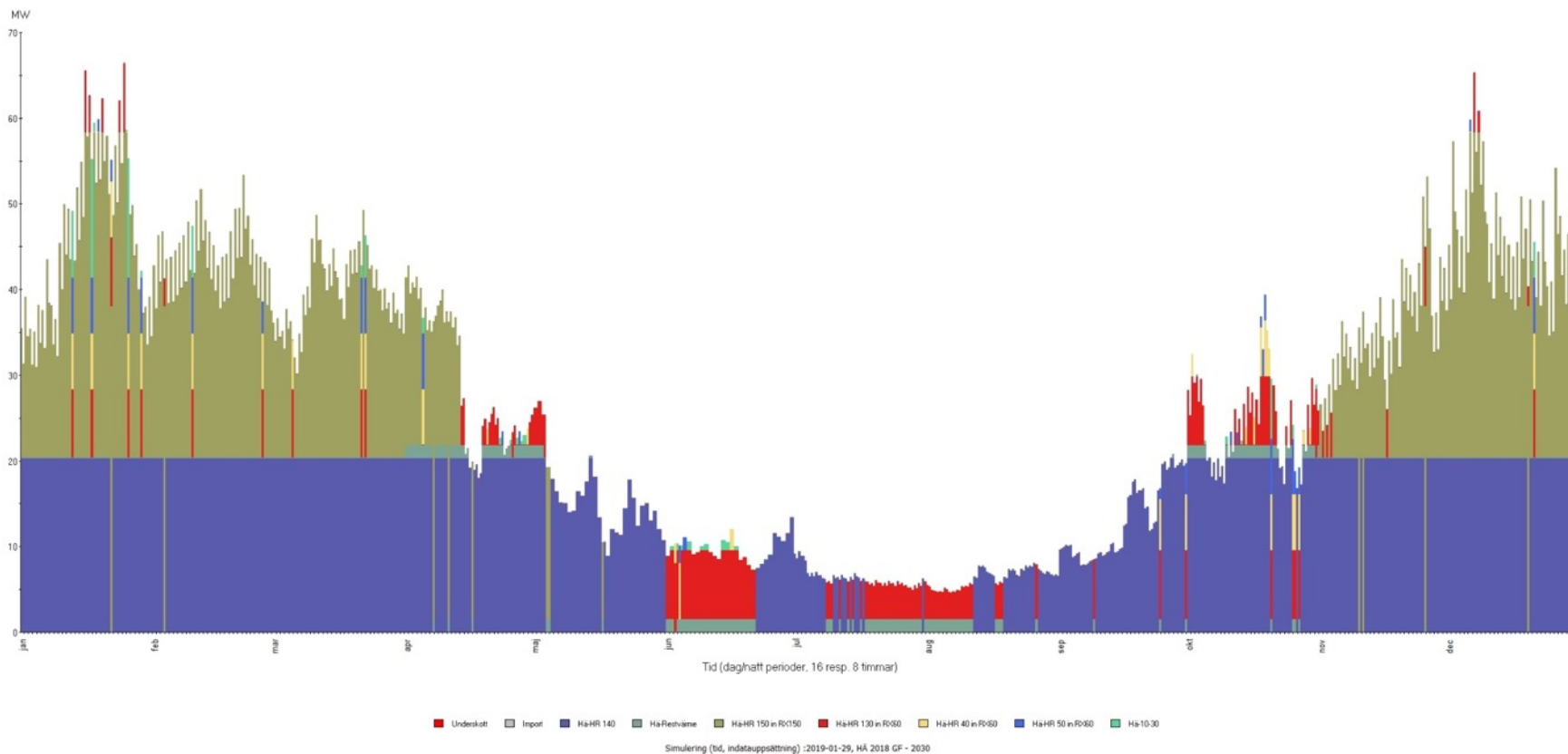
Urladdning



Lagereffekt = 30 MW
Lagervolym = 60 GWh

Inblick produktionsdiagram

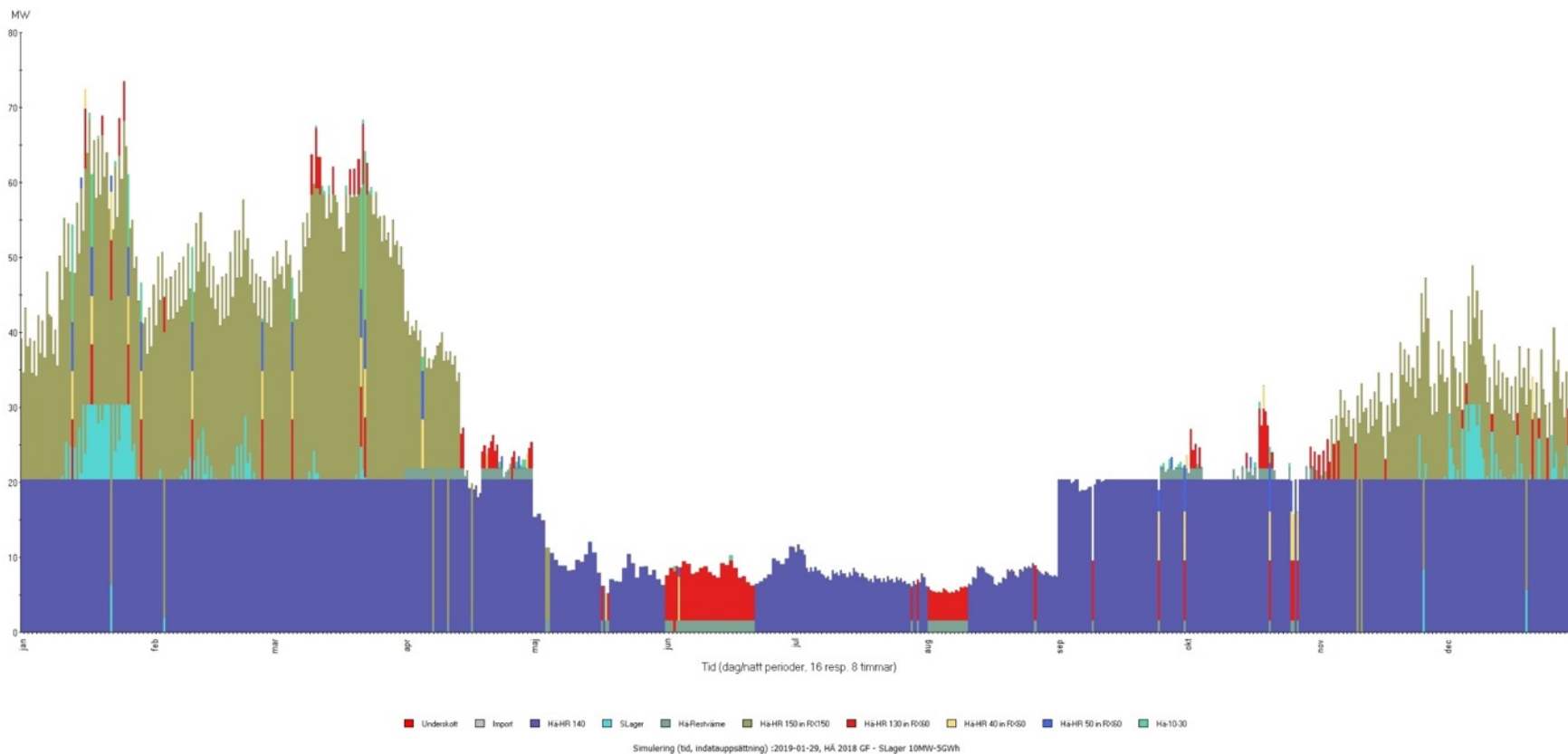
Värmeproduktion, Hässleholm, 2030



Basfall 2030

Inblick produktionsdiagram

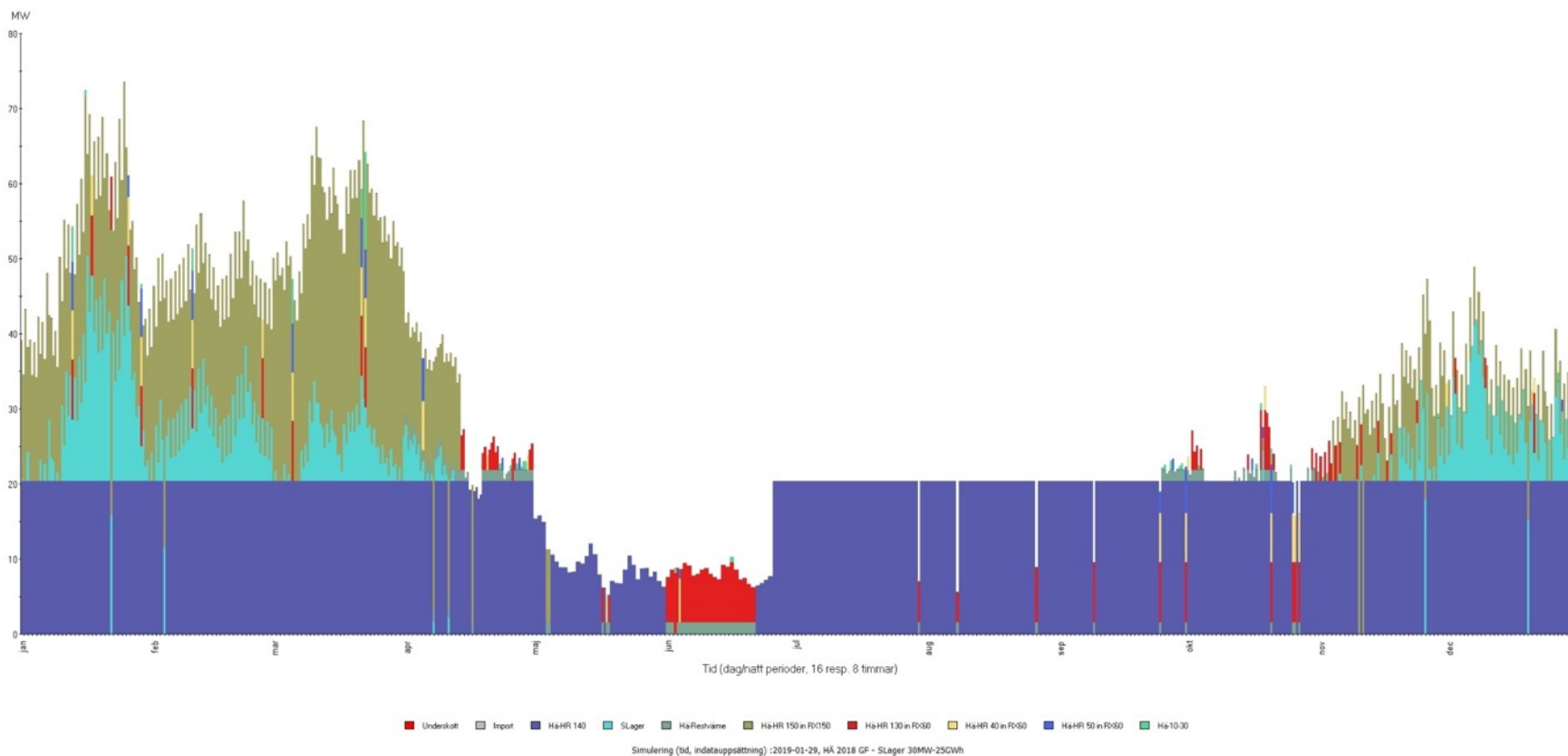
Värmeproduktion, Hässleholm, 2030



Litet lager: 10MW/5GWh

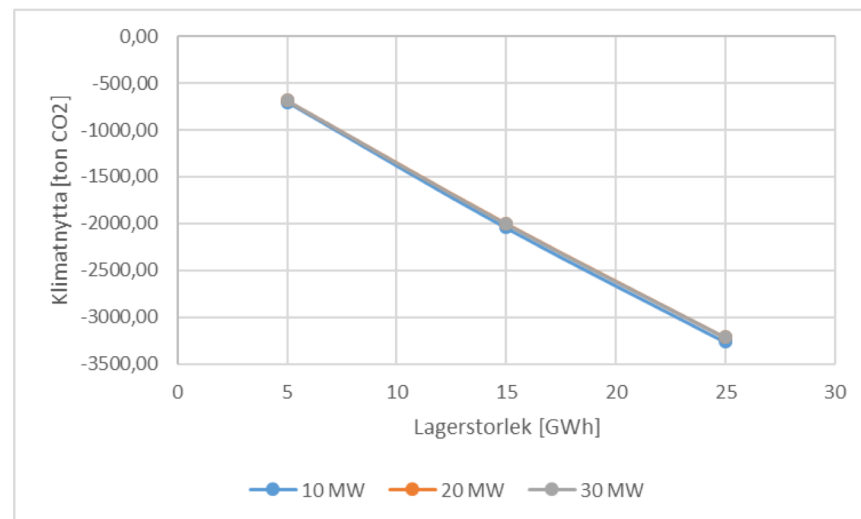
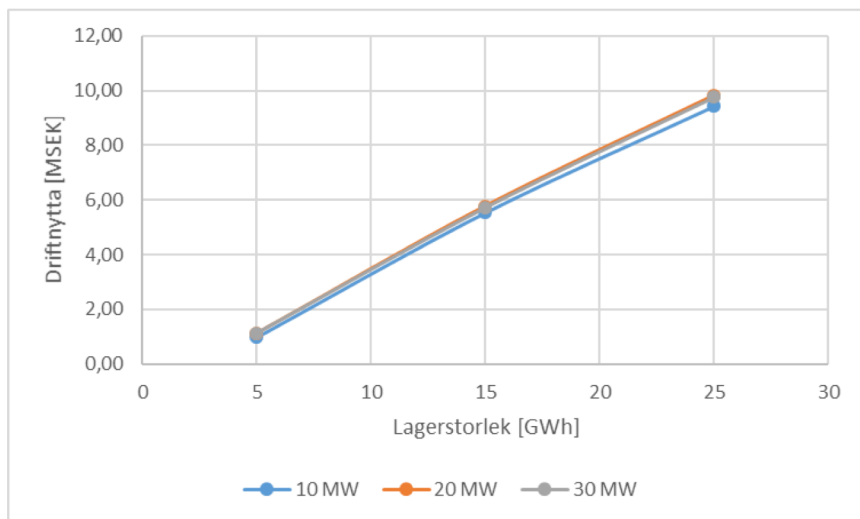
Inblick produktionsdiagram

Värmeproduktion, Hässleholm, 2030



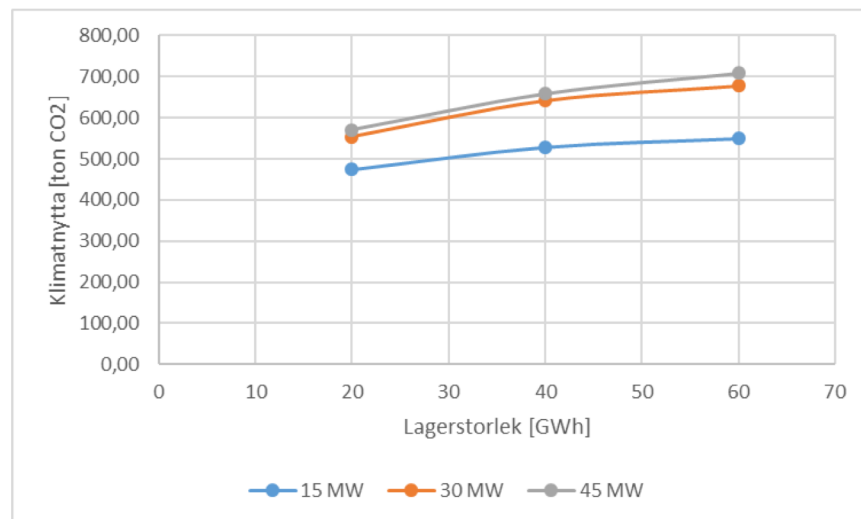
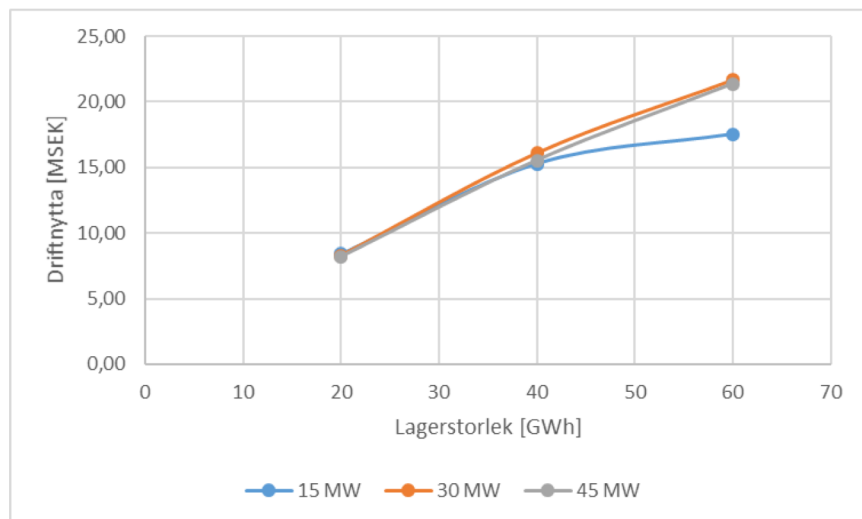
Stort lager: 30MW/25GWh

Preliminära resultat - Hässleholm



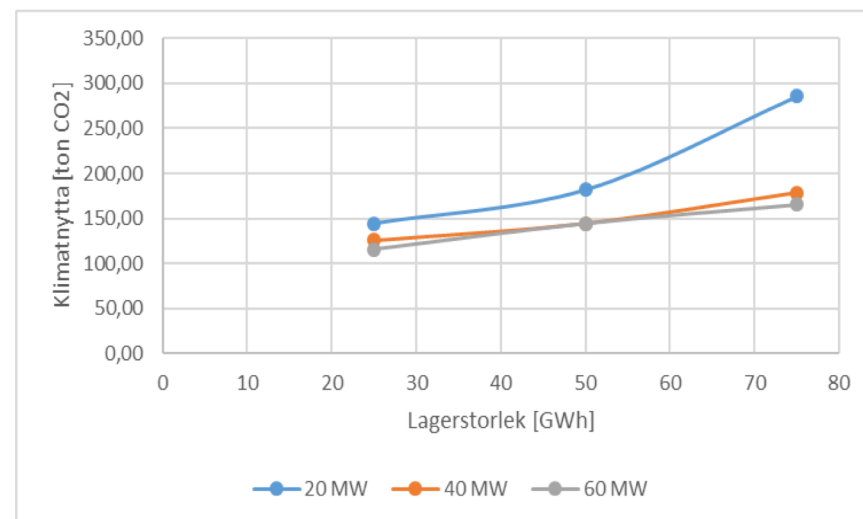
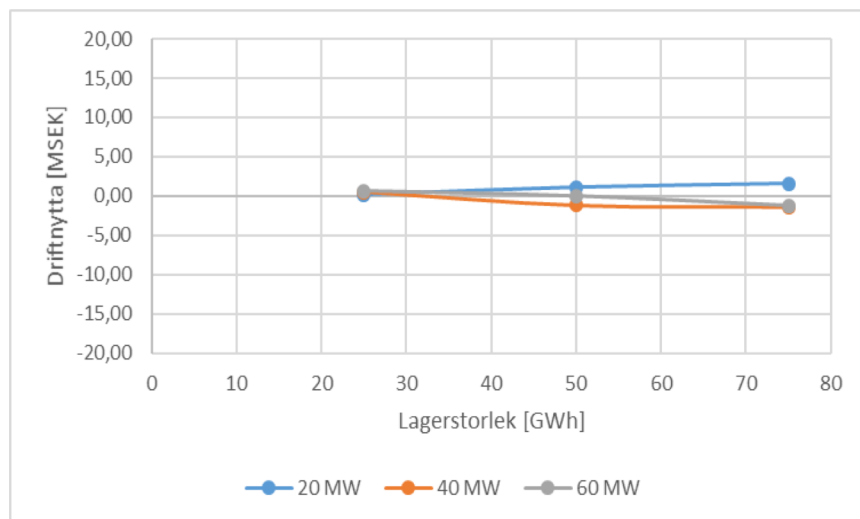
Direkta utsläpp

Preliminära resultat - Halmstad



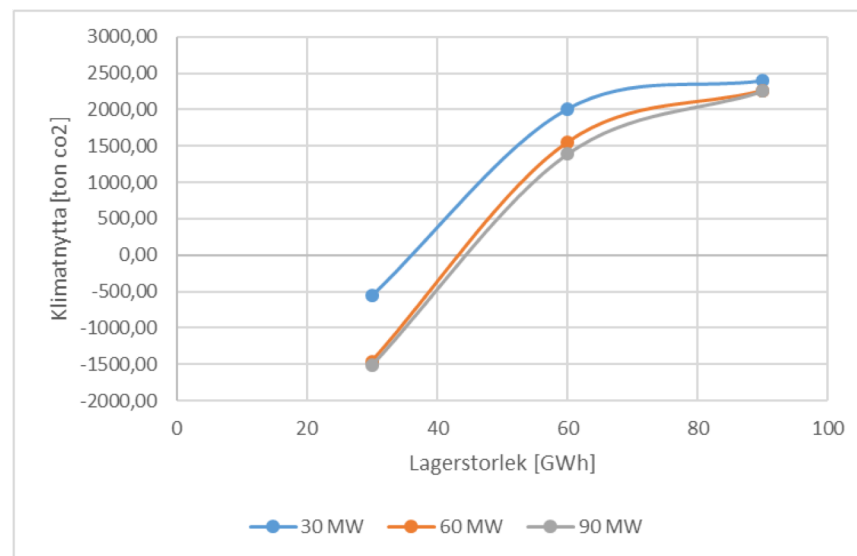
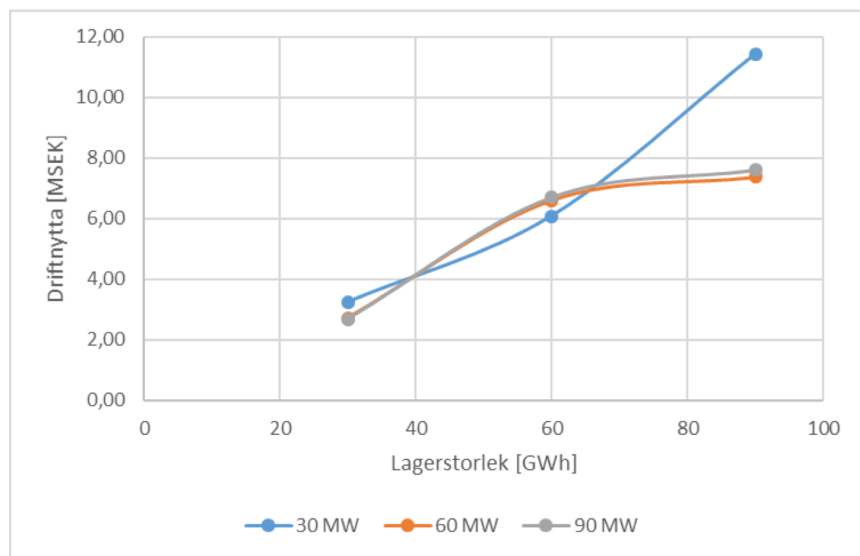
Direkta utsläpp

Preliminära resultat - Växjö



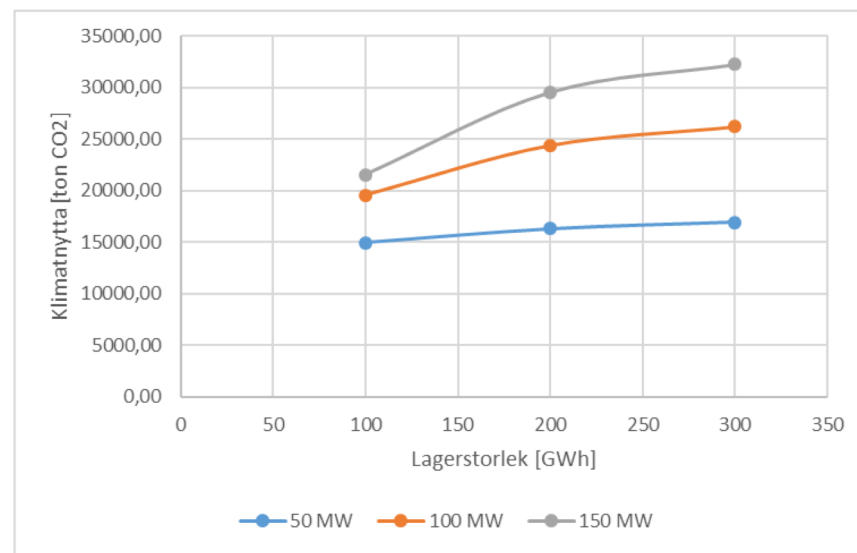
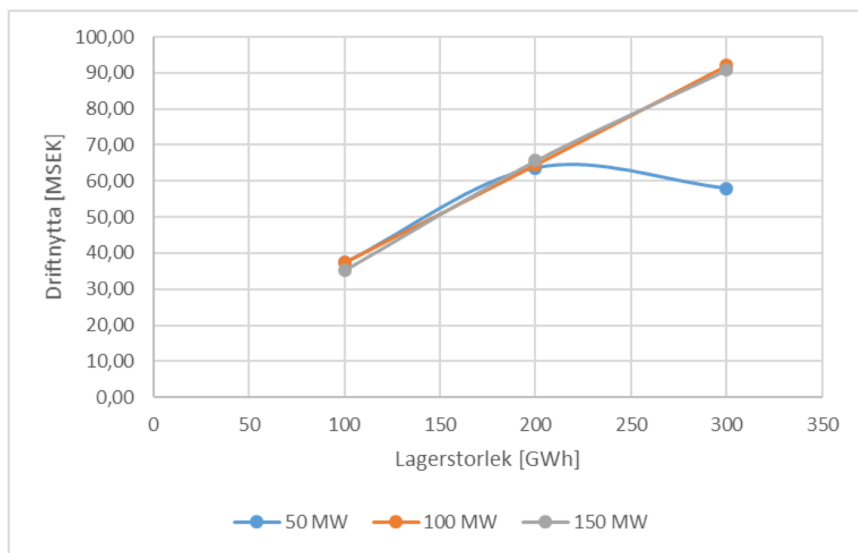
Direkta utsläpp

Preliminära resultat - Jönköping



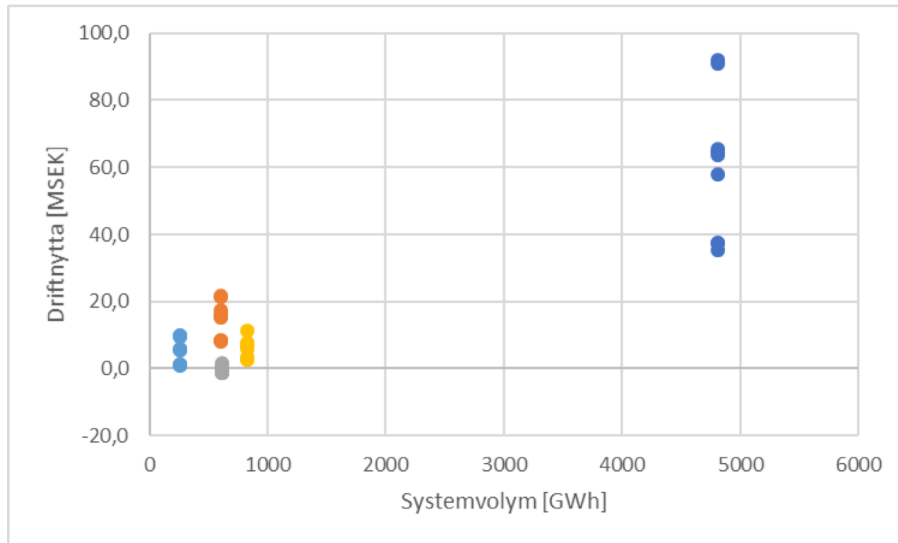
Direkta utsläpp

Preliminära resultat - Göteborg



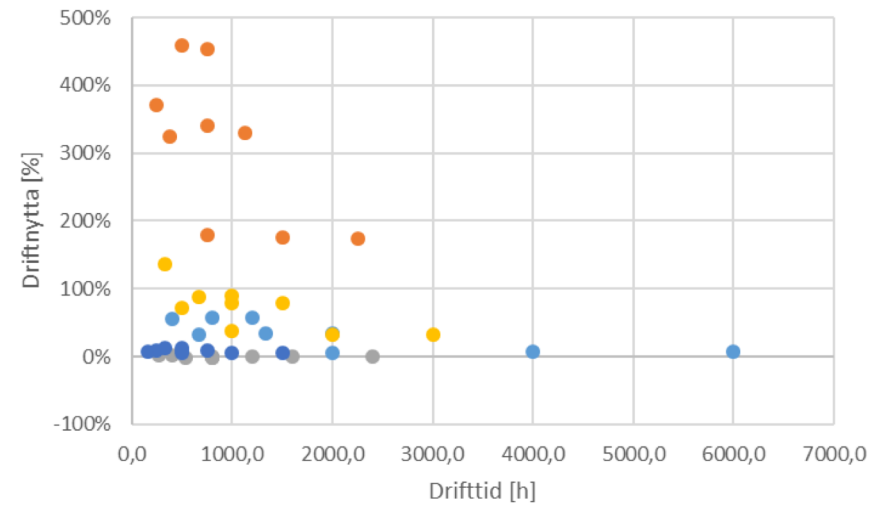
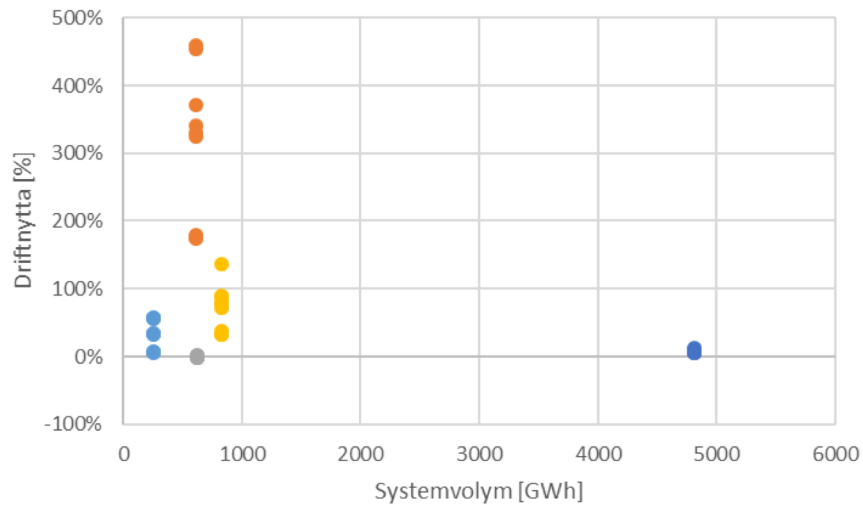
Preliminära resultat - Överblick

$$\text{Drifttid} = \frac{\text{Lagervolym [GWh]}}{\text{Lagereffekt [MW]}}$$



Preliminära resultat - Överblick

$$Driftnytta [\%] = \frac{Driftnytta_{scenario\ x}}{ABS(Resultat_{basfall})}$$



Några resultat och iakttagelser

- Det finns en gräns för vilken lagerstorlek och urladdningseffekt som är rimlig. Går man över en viss nivå så börjar man till slut ersätta samma typ av produktion som den som man använde för att ladda lagret med
- Det finns en naturlig koppling mellan lagerstorlek (energi) och urladdningseffekt. Är lagret litet så ger ökad urladdningseffekt ingen nytta
- Omvänt om lagret är stort (energi) och urladdningseffekten är liten så hinner man kanske inte ladda ur lagret
- Om urladdningseffekten är liten kan man kanske inte ersätta så mycket av den dyraste produktionen om dess topp effekt är stor
- Självklart finns tydlig driftnytta av lagret endast om det är stor skillnad i värmeproduktionskostnad mellan säsongerna
- ...

Några frågor

- Verkar resultaten vara rimliga (särskilt för ert eget system)?
- Lämplig approximation för lagrets energiförlust?
- Vilken avskrivningstid och realränta bör vi anta (för att översätta årlig driftnytta till investeringsutrymme för lagret)?
- Lagrets nytta för att undvika investering – vilken teknik bör vi förutsätta?
- ...

Hur går vi vidare?

- Förankrar beräkningarna för de olika systemen
- Beräknar fler lagerkonfigurationer
- Jämför resultat och drar slutsatser
- Genomför känslighetsanalys
- Diskuterar värdet av att lagret kan ersätta investeringar i produktion
- Seminarium genomförs
- Slutrapport skrivs
- Klart i maj



Håkan Sköldberg, hakan.skoldberg@profu.se
Arvid Rensfeldt, arvid.rensfeldt@profu.se