



Rapport

Robusta gården



Innehållsförteckning

Sammanfattning av projekt.....	3
1. Beskrivning av projekt	4
1.1 Syfte.....	4
1.2 Avgränsning och motivering	4
2. Bakgrund.....	5
2.1 Ett energisystem i omställning.....	5
2.2 Energieffektivisering	5
2.3 Elektrifiering.....	5
2.4 Förnybar energiproduktion	6
2.5 Ersättning av fossila drivmedel och mineralgödsel.....	6
2.6 Ökad motståndskraft	6
3. Ekonomiska aspekter kring gårdsbaserad biogas med elproduktion	7
3.1 Värdering av elproduktion	7
3.2 Flexibilitet – en nyckel för gårdsbaserad biogasproduktion	9
4. Konceptbeskrivning Robusta Gården.....	10
5. Struktur, metodik och teknikkomponenter Robusta Gården.....	11
5.1 Energieffektivisering och elektrifiering	11
5.2 Förnybar energi	11
5.3 Flexibilitet	11
5.4 Ödrift.....	12
5.5 Effektanalys	13
6. Biogasanläggning i ödrift	14
6.1 Effektanalys – kvalitativ analys	14
6.2 Ödrift av biogasanläggning.....	14
6.3 Strategi för dödstart på en biogasanläggning vid ödrift	17
7. Parter för Robusta Gården	18
Referenslista.....	20
Appendix I – Teknikkomponenter för Vasen Gård.....	21

Sammanfattning av projekt

Projektet Robusta Gården har tagit fram ett koncept och metodologi för en lokal systemlösning för lantbruk, baserad på förnybar energi som aktivt bidrar till omställningen och stabiliteten av det övergripande elsystemet, är ekonomiskt robust och kan bibehålla sin funktionalitet vid strömavbrott.

I kapitel 2 beskrivs det sammanhang som lantbruken lever i och behöver förhålla sig till. I kapitel 3 beskrivs ekonomiska aspekter kring gårdsbaserad biogas med elproduktion. I kapitel 4 beskrivs konceptet Robusta Gården. I kapitel 5 beskrivs Robusta Gårdens metodologi och teknikkomponenter. I kapitel 6 beskrivs en biogasanläggning i ödrift. I kapitel 7 beskrivs de parter som ingår i konceptet Robusta Gården.

I Appendix I finns en beskrivning av de tekniska komponenter som installerats på Vasen Gård som har byggt och driftsatt en biogasanläggning med elproduktion som klarar ödrift.

Projektet har letts av Hushållningssällskapet Jönköping med tekniskt stöd från HIR Skåne.

1. Beskrivning av projekt

1.1 Syfte

Syftet med projektet är att ta fram och beskriva ett koncept och metodologi för lantbruk att genomföra en grön omställning på ett ekonomiskt hållbart sätt och som möjliggör en bibehållen funktionalitet vid strömavbrott.

1.2 Avgränsning och motivering

Detta projekt fokuserar på det enskilda lantbrukets energiförsörjning och dess gröna omställning och robusthet. Det framtagna konceptet och metodologin kan tillämpas på olika typer av lantbruk, men studien fokuserar specifikt på animaliegårdar med möjlighet till biogasproduktion.

Möjligheten att förse det omgivande

De övergripande drivkrafterna till Robusta Gården är att kunna möjliggöra en grön omställning som är ekonomisk hållbar och som samtidigt ökar lantbrukets motståndskraft och möjlighet bibehålla sin funktionalitet vid ett strömavbrott.

2. Bakgrund

2.1 Ett energisystem i omställning

Energisystemet genomgår en omfattande omställning, där fossila bränslen successivt ersätts av förnybara och hållbara energikällor. Detta får uttryck i produktionen, där den traditionella stora andelen centraliserade och planerbara kraftkällor minskas till förmån till decentraliserade och intermittenta kraftkällor. För distributionen ser vi stora utmaningar för kapacitet och ett ökat behov av frekvensstabiliserande tjänster. För slutanvändare ser vi en övergång från passiva slutkunder som endast köper elektricitet till aktiva prosumenter och flexumenter som även säljer energi och stödtjänster.

För lantbruket innefattar denna omställning flera olika delar som energieffektivisering, förnybar energiproduktion, ersättning av fossila energibärare, elektrifiering och ökad motståndskraft. För en allmän genomgång om lantbrukets energianvändning och dess omställning, se exempelvis rapporterna (Helmersson et al., 2024) och (Nilsson D. et al., 2025).

2.2 Energieffektivisering

Energieffektivisering innebär att man använder mindre energi för att producera en viss vara. Inom lantbruket finns det en stor mängd åtgärder som kan vidtas för att minska energiåtgången både för den energi som används direkt i lantbruket och den som används för att tillverka och distribuera de insatsvaror som lantbruket behöver.

Vissa åtgärder är relaterade till beteende så som t ex sparsam körning av traktorer. Andra åtgärder är relaterade till investeringar som t ex utbyte av dieseldrivna till eldrivna mixervagnar eller byte till traktorer med GPS-styrning.

2.3 Elektrifiering

Elektrifiering innefattar användandet av fossilfri elektricitet som en energimässig råvara för ersättning av fossila energibärare som diesel, bensin, eldningsolja eller fossil mineralgödsel. Vissa maskiner som pumpar, omrörare, rivare osv kan ersättas med eldrivna alternativ. För fordon som traktorer, lastare, truckar mm börjar det komma intressanta batteridrivna alternativ. Det pågår även stark utveckling av vätgas eller ammoniakdrivna arbetsmaskiner, i synnerhet för de energiintensiva jobben, där batteridrift kan bli svår.

Produktion av fossilfri mineralgödsel genom användning av förnybar elektricitet är också ett exempel på elektrifiering. Idag finns det exempel på storskaliga anläggningar av fossilfri mineralgödsel, och det pågår arbete för utveckling av gårdsbaserad produktion.

Elektrifieringen i samhället innebär en starkt ökad användning av elektricitet som i sin tur ger stora utmaningar kring produktion och distribution. Nya affärsmöjligheter uppkommer för lantbrukare genom att sälja flexibilitet för att stötta elsystemet.

2.4 Förnybar energiproduktion

Förnybar energiproduktion på lantbruk omfattar värmeproduktion från förnybara bränslen som t ex flis, pellets eller genom användning av värmepump. Det innefattar även förnybar elproduktion från t ex solceller. Gårdsbaserad biogas är en produktionsform som kan användas både för el- och värmeproduktion, men även, genom uppgradering, för ersättning av drivmedel. Antalet gårdsbaserade biogasanläggningar har ökat starkt de senaste åren. 2022 fanns det ca 70 anläggningar i Sverige och antalet väntas mer än fördubblas fram till 2026.

2.5 Ersättning av fossila drivmedel och mineralgödsel

Användning av fossil energi på lantbruk omfattar fossila drivmedel som diesel och bensin, men även mineralgödsel som idag använder naturgas vid produktion. För att ersätta fossila drivmedel kan man använda biobaserade drivmedel som HVO, RME, etanol och uppgraderad biogas, eller genom elektrifiering.

För att ersätta eller minska beroendet av fossil mineralgödsel kan lantbruket använda organiska alternativ som stallgödsel och biogödsel från biogasproduktion. Det börjar även komma fossilfri mineralgödsel, där produktionen baseras på användning av förnybar elektricitet.

2.6 Ökad motståndskraft

En ökning av lantbrukets motståndskraft är en förutsättning för en bibehållen livsmedelsproduktion som i sin tur är avgörande för ett välfungerande samhälle.

För att beskriva lantbrukets motståndskraft, behöver vi identifiera och särskilja olika typer av störningar och förändringar som har inverkan på primärproduktionen. En möjlig indelning är genom att klassificera dem enligt dess tidsperspektiv: *kortvariga störningar* som t ex strömavbrott, *långvariga kriser* som störningar av internationella transporter eller stora svängningar i pris på bränsle, energi, gödselmedel, spannmål och *långtgående förändringar* som förändringar i klimatet, omställning av energisystem samt utfasning av fossila källor.

Det finns flera aspekter i energiomställningen som ger mekanismer för att öka motståndskraften som ödrift, ekonomisk robusthet och ökad försörjningstrygghet.

3. Ekonomiska aspekter kring gårdsbaserad biogas med elproduktion

Produktion av biogas kan vara ett intressant alternativ för djurgårdar. Då minskning av metanläckage från gödsel ger stora klimatbesparingar är biogasanläggningar ofta intressanta stödberättigande klimatåtgärder. Den producerade biogödseln är en attraktiv och lätthanterlig produkt som ger ett större näringsutnyttjande och kan på så vis minska behovet av mineralgödsel.

Mindre anläggningar använder vanligtvis biogasen för el- och värmeproduktion, medan större anläggningar kan uppgradera och sälja gasen eller använda den för att driva egna maskiner.

För att fullt utnyttja biogasens energiinnehåll behöver man använda värmen t ex genom ett närvärmenät. Det är dock många gårdar som saknar möjlighet att få avsättning för all värmen.

Möjligheten att sälja överskottsel beaktas endast vid normaldrift. Alternativet att kunna förse delar av närliggande samhälle med el under ett strömavbrott har för stora utmaningar gällande ekonomisk genomförbarhet, tekniska lösningar samt regelverk, för att beaktas som en intressant lösning inom en överskådlig framtid.

En fördel med elproduktion från biogasen är möjligheten att styra elproduktionen efter behov, vilket kan öka elens värde.

För en bättre genomgång av gårdsbaserad biogasproduktion se (Ahlberg et al., 2025).

3.1 Värdering av elproduktion

För lokal elproduktion bestäms värdet av den producerade elen av två faktorer. Den första är om elen konsumeras internt eller om den säljs ut på nätet. Med dagens regler gällande överföringsavgifter, energiskatt, nätnytta mm är det alltid mest värt att konsumera el bakom mätaren, dvs att man minskar inköpet av el från nätet. Den andra faktorn är korrelationen mellan elproduktionen och elpriset. Om man har möjlighet att lägga produktionen till de timmar på dygnet där spottpriiset på el är högst, kommer den producerade elen ha ett högre ekonomiskt värde för lantbrukaren.

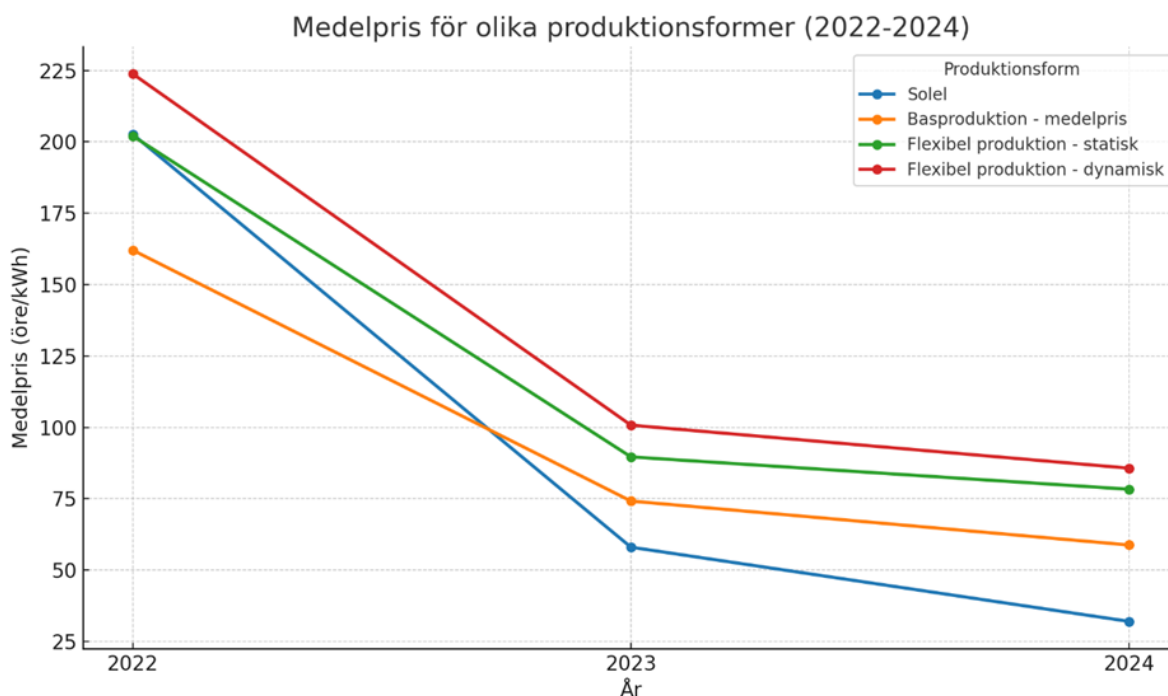
Det är stor skillnad mellan värdet av olika typer av lokal elproduktion. Då soleden produceras typiskt under sommarmånaderna, kommer en anläggning typiskt att ge ett överskott på sommaren som säljs, vilken minskar andelen egenkonsumerad el. I takt med att byggs mer solkraft kommer även elpriset att sjunka under de perioder man har solelsproduktion.

En gasmotor för elproduktion från biogas kan regleras upp och ner inom några få minuter, vilket gör den väl lämpad flexibel produktion. Genom att anpassa elproduktionen efter behov kan biogasdriven el bli en värdefull del av verksamheten och maximera nyttan av befintlig infrastruktur. En biogasanläggning kan också kompletteras med extra gaslager eller en större gasmotor för ökad flexibilitet. Vid nybyggnation bör systemets flexibilitet beaktas redan i planeringsfasen. Vanligtvis kan en gasmotor driftas ner till 50 % av maxkapaciteten utan att livslängd eller emissioner påverkas.

För att tydliggöra skillnaden mellan olika produktionsformer beskriver vi fyra olika typer:

- **Solel.** Här används en typisk produktionsprofil för solkraft i södra Sverige.
- **Basproduktion.** Här används en jämn produktion över dygnet och över året. Detta skulle motsvara t ex elproduktion från en biogasanläggning med konstant gas och elproduktion.
- **Statiskt flexibel produktion.** Här anpassas produktionen efter medelpriset över dygnet, dvs man producerar el de timmar på dygnet som har högst värde i snitt. Denna typ av produktion skulle kunna motsvara elproduktion från en biogasanläggning med gaslager och överdimensionerad gasmotor som man ställer en statiskt, dvs samma produktionsprofil alla dagar på året.
- **Dynamisk flexibel produktion.** Här anpassas produktionen efter spottpriset, dvs man lägger produktionen under de timmarna med högst elpris nästkommande dag. Denna typ av produktion skulle kunna motsvara elproduktion från en biogasanläggning med gaslager och överdimensionerad gasmotor som man schemalägger varje dag efter spottpriset.

Genom att analysera historiska timpriser kan man utvärdera vad medelvärdet av elen blir för dessa olika produktionsformer.



Trenden med högre nätkostnader och större dygnsvariationer gör att det blir mer och mer intressant med styrning av elproduktionen från biogas.

3.2 Flexibilitet – en nyckel för gårdsbaserad biogasproduktion

Utöver att optimera produktionen av el efter spottpriset, kan en flexibel produktion ge lantbrukaren intäkter genom att sälja så kallade stödtjänster till nätet. Två stora utmaningar som elnätet står inför är *frekvensavvikelser* som visar på obalans mellan produktion och konsumtion, samt *kapacitetsbrist*, där nätet inte är tillräckligt starkt för att leverera den el som behövs till ett visst område vid en viss tidpunkt.

Det finns olika marknader för frekvenstjänster med olika krav på snabb respons och uthållighet. En klar fördel med reglerbar elproduktion från biogas är att energilagringen genom gaslager är konkurrenskraftig, exempelvis gentemot batterier. Detta kommer bli viktigare i framtiden då behovet av stödtjänster med längre uthållighet kommer öka.

Utöver flexibiliteten från elproduktionen kan det vara intressant att även styra andra resurser som t ex värmepumpar, kylsystem, belysning eller laddningsinfrastruktur av elmaskiner.

4. Konceptbeskrivning Robusta Gården

Robusta Gården är ett koncept för "***En lokal systemlösning för lantbruk, baserad på förnybar energi som aktivt bidrar till omställningen och stabiliteten av det övergripande elsystemet, är ekonomiskt robust och kan bibehålla sin funktionalitet vid strömavbrott***".

Detta koncept baseras på olika aspekter:

- **Energieffektivisering och elektrifiering.** Åtgärder som minskar energianvändningen för en viss produktionsvolym samt åtgärder som ersätter fossila energibärare med hög klimatpåverkan, med elektricitet.
- **Förnybar energi.** Den lokalt producerade energin är förnybar och bidrar både genom egen användning och försäljning till övergången till ett energisystem fritt från fossila energikällor.
- **Flexibilitet.** Genom en optimerad styrning av konsumtion och produktion av el ökar lantbrukets ekonomiska robusthet samtidigt som man ökar stabiliteten i det övergripande elsystemet genom försäljning av stödtjänster.
- **Ödrift.** Vid bortfall av det externa nätet övergår systemet till ödrift vilket säkerställer lantbrukets bibehållna funktionalitet.

5. Struktur, metodik och teknikkomponenter

Robusta Gården

Kärnan i Robusta Gården är en tydlig struktur och metodik för att analysera gårdens förutsättningar och möjligheter för omställning. Första steget är att genomföra en kartläggning över gårdens nuvarande energimässiga situation och förutsättningar. Denna kartläggning innefattar gårdens nuvarande och tänkbara bränslen, produktionssystem, distributionssystem och förbrukningar. Utifrån denna kartläggning analyseras sedan de olika aspekterna för den Robusta Gården. Dessa sammanfattas i en specifik omställningsplan med tydliga mål samt åtgärdslista med uppskattade kostnader, energimässiga och ekonomiska konsekvenser samt prioriteringsordning och tidsplan. Denna plan följs därefter upp regelbundet för att säkerställa att utvecklingen följer företagets omställningsplan.

5.1 Energieffektivisering och elektrifiering

En detaljerad analys av energianvändningen genomförs för att identifiera potentiella energieffektiviseringsåtgärder, både utifrån ändrat beteende så väl som utifrån investering i nya, mer energieffektiva, komponenter. Analys genomförs även för användning av fossila energibärare och ersättning av dessa med eldrivna alternativ. En ökad energieffektivisering och elektrifiering har en direkt positiv påverkan på gårdens robusthet då behovet av extern energi, i synnerhet av fossil energi, minskar.

Tekniska komponenter för energieffektivisering kan exempelvis innefatta effektivare belysning och fläktar eller logmaster för uppföljning av dieselförbrukning. Elektrifiering kan innefatta t ex elektriska gödsel- och bevattningspumpar, elektriska rivare eller elektriska inomgårdsmaskiner som lastare, truckar osv.

5.2 Förnybar energi

Olika alternativ till förnybar energiproduktion studeras. För värmeproduktion kan det bli relevant med förnybara förbränningslösningar eller eldrivna alternativ. För elproduktion är det viktigt att ta hänsyn till den faktiska potentialen, produktionskostnaden samt korrelationen mellan produktionsprofilen och den egna elanvändningen. För djurgårdar kan en biogasanläggning vara ett intressant alternativ både för värme och elproduktion.

5.3 Flexibilitet

För att beskriva lantbrukets möjligheter för flexibilitet genomförs först en studie för att identifiera olika flexibilitetsresurser, deras flexibilitetspotential samt genomföra ekonomisk analys av kostnader och möjliga intäkter från styrning efter timpris och

från stödtjänster. Om denna studie visar på en ekonomisk potential behöver man kartlägga styrningen av dessa flexibilitetsresurser.

För elproduktion från biogas innefattar denna studie: produktionen av biogas, dimensionering av kraftvärmen, gaslager samt kraftvärmen reglermöjligheter.

De tekniska komponenter som behövs för att implementera flexibilitet på lantbruk är ett virtuellt kraftverk, dvs ett styrsystem som optimerar elanvändningen och elproduktionen utifrån timpriser och försäljning av flexibilitet. Det virtuella kraftverket kommunicerar och styr de flexibla resurserna, oftast genom en gateway som installeras lokalt på lantbruket och som hanterar den fysiska kopplingen till flexibilitetsresurserna. Det virtuella kraftverket har information om timpriser och hanterar signaler om behov av stödtjänster.

5.4 Ödrift

Ödrift innebär att en anläggning kan driva ett eget, fungerande lokalt elsystem vid strömavbrott. Detta är en avgörande funktion för att säkerställa att viktiga processer och verksamheter på lantbruket kan fortsätta även när det externa elnätet ligger nere.

En viktig aspekt vid diskussionen kring ödrift är beskriva vilken typ av störning man vill eller behöver kunna gardera sig mot, hur känslig man är för strömavbrott och vilken tid man vill kunna klara sig utan det externa nätet, då detta sätter olika krav och förutsättningar på systemets känslighet, tillförlitlighet, behov av bemanning samt ekonomisk genomförbarhet. Störningar kan variera från planerade avbrott, kortare avbrott från fel i elnätet vid känsliga tidpunkter, till större naturfenomen som kan ha stor påverkan på energisystemet och den övergripande verksamheten i stort och som kan ha en lång varaktighet. Vissa verksamheter kan behöva att elen finns tillgänglig precis hela tiden och kan därför behöva att övergången från nät drift till ödrift sker automatiskt, medan andra verksamheter kan klara sig med en mer manuell övergång till ödrift. Dessa olika förutsättningar visar på vilket behov man har av systemens tillförlitlighet och redundans

För ödrift krävs det teknik som ersätter det externa nätets roll. Detta innefattar effektbalans, dvs att förbrukning och produktion matchas hela tiden, samt spännings- och frekvenshållning. Detta kan åstadkommas antingen genom en så kallad synkrogenerator eller med ett batterisystem med BESS (Battery Energy Storage System) med grid-forming inverter, eller, i vissa fall, en kombination av dessa. Man behöver även kunna hantera en dödstart, dvs uppstart av systemet vid bortfall av både det externa nätet och den egna elproduktionen från kraftvärmenheten.

För ödrift behövs även teknik med nödströmsfunktion för manuell, semi-automatisk eller automatisk bortkoppling från det externa nätet vid strömavbrott. Detta för att

garantera att ström inte matas ut oavsiktligt vilket skulle utgöra en allvarlig risk vid arbete för återställande av det externa nätet samt. Nätägaren ställer krav på vilken typ av utrustning som får användas och måste granska och godkänna systemet innan det tas i drift.

Vid ödrift blir extra viktigt att hushålla med energin. Det innebär att man behöver göra en prioriteringsordning av elbehoven, i synnerhet vid dödstart, för att säkerställa att de viktigaste funktionerna på lantbruket kan bibehållas. Det interna elnätet kan behöva byggas om och sektioneras utifrån denna prioriteringsordning.

5.5 Effektanalys

Utöver att kartlägga energianvändningen är det viktigt, i synnerhet för elanvändningen, att mäta och analysera hur och när energin används. Detta kallas för effektanalys. Effektanalysen genomförs både kvalitativt och kvantitativt. Den kvalitativa analysen går igenom de olika elanvändningarna som är relevanta för en specifik gård och hur de typiskt fördelar sig över dygnet. Den kvantitativa analysen utgår från faktiska mätvärden av elanvändningen, dvs hur mycket el som används under alla timmar på året. För dimensionering av BESS krävs det även kunskap av det momentana effektbehovet som kan vara mycket högre än den mängd energi som konsumerats under en viss timme¹. Detta dimensioneringskriterium kan fås genom att lägga ihop det maximala effektbehovet av anläggningens kritiska komponenter.

Effektanalysen blir viktig för att kunna uppskatta den egenkonsumerade elen vid elproduktion, potential och värde av flexibilitet samt för att designa ett system som klarar ödrift.

För effektanalysen krävs tillgång till mätvärden för elförbrukning, antingen för huvudmätaren eller från eventuella undermätare som mäter specifika komponenters elanvändning.

¹ Momentan effekt (kW) är den mängd el som förbrukas vid ett specifikt tillfälle. Mängden energi som förbrukas under en timme (kWh) motsvarar medeleffekten under den timmen. Den maximala momentana effekten är typiskt högre än medeleffekten.

6. Biogasanläggning i ödrift

Möjligheten för ödrift kan vara en intressant funktionalitet för ett lantbruk med biogasanläggning, för att kunna klara sig under en längre tid vid strömavbrott. Biogasanläggningen är förhållandevis känslig då många komponenter och processer kan ge felsignaler och kan behöva åtgärdas, vilket ger en begränsning i tillförlitligheten som enda energikälla. Biogasen ger dock möjlighet till en uthållighet som med fördel kan kombineras med andra energikällor som diesellaggregat och batterisystem för att möta verksamhetens behov av ödrift och tillförlitlighet.

Nedan följer en beskrivning av ödrift för biogasgårdar.

6.1 Effektanalys – kvalitativ analys

Ett lantbruks effektbehov kan delas in i olika faser baserat på driftens dagliga rutiner:

Morgon (Hög belastning, kl. 04:00–09:00)

- Utfodring, utgödsling och vattenpumpar startas.
- Mjölkningsystem aktiveras på mjölkgårdar.
- Stallventilation ökar i takt med djurens aktivitet.
- Arbetsbelysning och maskiner i drift.

Dag (Måttlig belastning, kl. 09:00–17:00)

- Automatiska system, såsom fodertransport och ventilation samt utgödsling upprätthåller en jämn drift.
- Eventuellt underhåll av maskiner och byggnader kan orsaka tillfälliga effektoppar.
- Under varma perioder ökar kylsystemens effektbehov för vissa djurslag.

Kväll (Hög belastning, kl. 17:00–21:00)

- Mjölkningsystem pågår på mjölkgårdar.
- Utfodring och eventuella maskinsystem aktiveras igen.
- Stallbelysning och värmesystem ökar i drift under kalla månader.

Natt (Låg belastning, kl. 21:00–04:00)

- Endast nödvändig ventilation och grundläggande system är i drift.
- Låg aktivitet bland djuren minskar elförbrukningen.

6.2 Ödrift av biogasanläggning

Att köra en biogasanläggning i ödrift, alltså vid strömavbrott utan koppling till elnätet, kräver viss extra utrustning jämfört med en anläggning som enbart levererar

el till gården och vidare ut på nätet. För att säkerställa en stabil och säker drift behöver flera tekniska aspekter beaktas och förberedelser vidtas.

För biogasanläggningar finns det två övergripande fall, beroende på kraftvärmeenhetens generator:

- **Kraftvärme med asynkrongenerator**

En asynkrongenerator klarar inte att skapa frekvens och spänning utan behöver en extern elkälla. Vid normaldrift är denna elkälla det externa nätet. Vid ödrift kan frekvens och spänning skapas av ett dieselaggregat eller BESS. Dieselaggregatet behöver gå under hela ödriften vilket innebär att man behöver ett förhållandevis stort lager med diesel. BESS tar hand om att skapa frekvens och spänning under ödrift och kan laddas från biogasens kraftvärmeenhet. Dödstart hanteras av antingen dieselaggregatet eller BESS.

- **Kraftvärme med synkrongenerator**

Kraftvärmens synkrongeneratorn kan klara att skapa den nödvändiga frekvensen och spänningsställningen vid ödrift. Beroende på generatorns möjlighet att reglera frekvens och spänningsställning samt hur snabbt gårdens effektbehov varierar, kan man behöva komplettera med batterisystem och/eller dieselaggregat. Dessa kompletterande energikällor behövs även för att kunna hantera en dödstart.

På biogasanläggningar finns det lösningar både för kraftvärmeenheter med asynkrongeneratorer och synkrongeneratorer. Asynkrongeneratorer är typiskt billigare och har en enklare drift än synkrongeneratorer, men är mer begränsade gällande ödrift.

Fördelen med ett dieselaggregat är att det är väldigt robust och förhållandevis billigt, men kräver ett visst underhåll. Typiskt behöver man ett större dieselaggregat än för normal drift, då igångkörning av kraftvärmeproduktionen kan behöva upp till 5-7 mer effekt än vad kraftvärmeenheten kräver vid normaldrift. Fördelen med ett BESS är att det inte kräver fossilt bränsle och att det kan laddas med el från biogasens kraftvärmeenhet, vilket innebär att systemet kan fungera så länge det finns tillgång till biogas.

Beroende på verksamheten kan en kombination av de olika energikällorna vara den bästa lösningen. Dieselaggregatet ger en robust elförsörjning, biogasen ger möjlighet till lång uthållighet och batterisystemet hanterar snabba variationer samt ger möjlighet till intäkter genom flexibilitet vid normaldrift.

6.2.1 Gastryck och stabil gasleverans

För att kraftvärmeenheten ska fungera i ödrift krävs ett visst gastryck. Biogasanläggningen är utrustad med en egen gastrycksregulator som anpassar trycket, men det är avgörande att gasleveransen är hög och jämn – annars riskerar anläggningen att stanna. Beroende på biogasanläggningens design och arbetstryck kan en gasfläkt behövas för att förse kraftvärmeenheten med tillräcklig gasmängd. Typiskt övervakas systemets drift genom ett stort antal sensorer.

6.2.2 Sektionering av gårdens interna nät

För att möjliggöra ödrift behöver gårdens interna elnät vara väl förberett och sektionerat så att systemet kan startas upp stegvis vid ett strömavbrott. Olika sektioner kan vara olika viktiga för företaget men också ha olika känslighet för variation i frekvens på elnätet.

För att en gård ska kunna fungera i ödrift vid elavbrott kan det behövas en genomtänkt sektionering av det interna elnätet. Detta innebär att elnätet delas upp i prioriterade delar, så att de mest kritiska funktionerna kan drivas även när det externa nätet är ur funktion. För en effektiv hantering vid ödrift installeras automatiska system som kopplar bort lågprioriterade system vid elavbrott.

Nedan beskrivs hur en sådan sektionering kan utformas:

Kritiska system (Prioritet 1) – Måste alltid ha el

Denna sektion bör vara kopplad till gårdens primära reservkraftkälla, exempelvis en dieselgenerator, biogasanläggning eller batterilager, och ska ha automatisk övergång till backup-ström vid elavbrott.

- Vattenförsörjning: Brunnspumpar, vattenrening och trycktankar.
- Ventilation och klimatstyrning: Fläktar, värme- och kylsystem för djurstallar.
- Utfodringsystem: Fodertransporter, automatiska utfodringsanläggningar.
- Mjölkningsystem och kylning: Mjölkanläggning, mjölktankar och kylsystem.
- Belysning i djurstallar: Grundläggande belysning för arbete och djurhälsa.
- Kommunikation och styrsystem: Gårdens datorer, larm, sensorer och internet.

Viktiga men ej livsavgörande system (Prioritet 2)

Denna sektion bör kunna försörjas av reservkraft, men kan vid behov stängas av för att prioritera kritiska funktioner.

- Övrig belysning: I lagerbyggnader och mindre viktiga utrymmen.
- Utrustning för gödselhantering: Om systemet kräver eldrift, exempelvis skrapor och pumpar.
- Laddningsstationer: För eldrivna fordon och redskap som inte är nödvändiga i akutläge.

Sekundära system (Prioritet 3) – Kan vara avstängda vid ödrift

Dessa funktioner bör kopplas bort från elnätet vid strömavbrott för att minska belastningen på reservkraften.

- Hushållsel i bostadshus: Tvättmaskiner, spisar, värmepumpar och underhållningssystem.
- Elkrävande utrustning: Verkstäder, extra belysning i ekonomibyggnader.
- Elvärme: Om alternativa uppvärmningsmetoder finns, exempelvis ved eller biobränsle.

Genom en tydlig sektionering av elnätet kan gården hantera elavbrott smidigt, minska belastningen på reservkraften och säkerställa att djurhållning och kritiska funktioner fortsätter att fungera även vid längre driftstörningar.

6.3 Strategi för dödstart på en biogasanläggning vid ödrift

En rekommenderad strategi för dödstart är:

- 1. Frånkoppling från externt nät** – säkerställning att kopplingen till det externa nätet är bruten för att förhindra att ström matas ut okontrollerat.
- 2. Starta elproduktionen** – säkerställ att kraftvärmeenheten fungerar och levererar el. Kraftvärmeenheten startas via ett dieselaggregat eller BESS.
- 3. Koppla på en grundlast** – exempelvis fläktar eller kompressorer, som ger en stabil belastning på elsystemet men som inte är så känsliga för svängningar i elnätet.
- 4. Anslut kritiska system** – såsom foderblandare eller mjölkningsanläggning.

Det är viktigt att inte ansluta hela gårdens elförbrukning på en gång, eftersom detta kan leda till överbelastning och tekniska problem. Genom en stegvis uppstart minskar risken för haveri och systemet kan stabiliseras effektivt.

7. Parter för Robusta Gården

Affärsupplägget för Robusta Gården involverar flera olika parter. Vissa delar av affärsmodellen, som t ex flexibilitetsaffären, är förhållandevis komplexa och involverar flera andra parter i värdekedjan. Nedan följer en beskrivning av de parter som lantbrukaren behöver förhålla sig till.

- **Lantbrukare**
Lantbruket och lantbrukaren är central i Robusta Gården. Lantbrukarens primära drivkraft för Robusta Gården är att genomföra en grön och lönsam omställning av sitt energisystem som klarar att hantera ödrift för att säkerställa lantbrukets funktionalitet och robusthet.
- **Rådgivare**
Extern part för oberoende vägledning och genomförande av olika studier för att kartlägga lantbrukets förutsättningar och möjligheter.
- **Teknikleverantörer**
Leverantörer av olika typer av teknik kopplat till energibesparing, elektrifiering, energiproduktion, flexibilitet och ödrift.
- **Virtuellt kraftverk**
Ett virtuellt kraftverk är ett styrsystem som optimerar elanvändningen och elproduktionen utifrån timpriser och försäljning av flexibilitet. Det virtuella kraftverket kommunicerar och styr de flexibla resurserna, oftast genom en gateway som installeras lokalt på lantbruket och som hanterar den fysiska kopplingen till flexibilitetsresurserna. Det virtuella kraftverket har information om timpriser och hanterar signaler om behov av stödtjänster.
- **Aggregator**
Aggregatorn är den aktör aggregerar olika flexibla slutanvändare och möjliggör att man kan styra dem på ett koordinerat sätt för att kunna erbjuda stödtjänster gemensamt. I vissa fall kan aggregatorn och det virtuella kraftverket vara samma aktör.
- **Elhandlare med balansansvar**
Elhandlaren är den aktör som köper och säljer el till lantbrukaren. Elhandlaren hanterar balansansvaret, vilket krävs bla för att kunna agera på Svenska Kraftnäts frekvensmarknader.
- **Elnätsägare**

Elnätsägaren äger och ansvarar för nätet. Anslutningen till nätet bestämmer hur mycket effekt kan tas från och levereras till nätet. Det är krav från elnätsägaren att anläggningen som ska klara ödrift ska koppla bort nätet vid strömavbrott samt att det finns ett separat jordtag.

- **Köpare av värme**

Detta blir aktuellt i de fall där lantbruket kan leverera ut värme till intilliggande fastigheter via tex ett närvärmenät.

Affärsupplägget Robusta Gården är relevant för lantbruk i Sverige och i andra länder som befinner sig i samma omställningsprocess som Sverige.

Referenslista

Helmersson, N., Conrad, L.E., Puig Von Friesen, M. & Hansell, E. (2024) *Handbok om energieffektivisering: Energieffektivisering i djurproduktion*

Nilsson, D., Puig Von Friesen, M. & Bernesson, S. (2025) *En fossilfri och mer robust livsmedelsproduktion i Skåne*

Elisson, K. A., Hushållningssällskapet (publiceras under 2025) *Handbok i lantbruksbaserad biogas*

Appendix I – Tekniskkomponenter för Vasen Gård

Vasen Gård har byggt och driftsatt en biogasanläggning med elproduktion som klarar ödrift. Genom biogasanläggningen har Vasen Gård gått från att vara en elkonsument till att bli helt självförsörjande på egenproducerad el. Möjligheten till ödrift gör att gården kan upprätthålla produktionen och leverera säkra livsmedel med bibehållen djurvälstånd, även vid längre elavbrott.

Nedan följer anläggningens olika tekniskkomponenter samt dess leverantörer.

Teknikkomponenter och dess leverantörer för biogasanläggning

KOMPONENT	LEVERANTÖR
Mixervagn, luckrar upp fastgödsel mm	Strautman
Matningsbrun	Heidelberg Materials Group AB
Omrörningssystem	Norup Bioraff AB
Rötkammare med gaslager	Norup Bioraff AB
Efterrötkammare	Heidelberg Materials Group AB
Kraftvärmeenhet som producerar el och värme	MAN Gas Otto (Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG)
Utrustning för start mot dött nät	Norup Bioraff AB
Värmeväxlare för överföring av värme till distributionssystemet för värme (DE1)	Norup Bioraff AB
Slutlager	Fd Gödselbrunn som blir biogödsellager

Teknikkomponenter och dess leverantörer för distributionssystem 1 EL

KOMPONENT	LEVERANTÖR
Transformator	E.ON
El-central	El och Projektering AB
Kompletterande kabeldragning	El och Projektering AB

Teknikkomponenter och dess leverantörer för distributionssystem 2 Värme

KOMPONENT	LEVERANTÖR
Isolerad kulvert (PEX)	Dahl AB
Värmeväxlare	Dahl AB
Cirkulationspumpar och expansionskärl	Dahl AB

Teknikkomponenter och dess leverantörer för förbrukningsenhet 1 EL Ladugården

- Befintlig utrustning nyttjas, ledning mellan kraftvärmeenhet och ladugården
- Befintliga elmotorer för drift av ladugården

Teknikkomponenter och dess leverantörer för förbrukningsenhet 2 EL Bostad

- Befintlig utrustning nyttjas, ledning mellan kraftvärmeenhet och bostad

Teknikkomponenter och dess leverantörer för förbrukningsenhet 3 EL Bevattnings

- Befintlig utrustning nyttjas, ledning mellan kraftvärmeenhet och bevattningsystem

Teknikkomponenter och dess leverantörer för förbrukningsenhet 4 EL EON:s Nät

KOMPONENT	LEVERANTÖR
Kabel från Kraftvärmeenheten till Ställverket	El och Projektering AB
Ställverk	El och Projektering AB
Transformator	E.On

Teknikkomponenter och dess leverantörer för förbrukningsenhet 5 VÄRME Ladugården

KOMPONENT	LEVERANTÖR
Isolerad kulvert (PEX)	Dahl AB
Värmeväxlare	Dahl AB
Cirkulationspumpar och expansionskärl	Dahl AB

Teknikkomponenter och dess leverantörer för förbrukningsenhet 6 VÄRME Kalvstall

KOMPONENT	LEVERANTÖR
Isolerad kulvert (PEX)	Dahl AB
Värmeväxlare	Dahl AB
Cirkulationspumpar och expansionskärl	Dahl AB

Teknikkomponenter och dess leverantörer för förbrukningsenhet 7 VÄRME Bostadshus

KOMPONENT	LEVERANTÖR
Isolerad kulvert (PEX till bostadshus)	Dahl AB
Värmeväxlare	Dahl AB
Cirkulationspumpar och expansionskärl	Dahl AB