



BIOVETENSKAP OCH  
MATERIAL  
JORDBRUK OCH  
LIVSMEDEL



## Skiftning av åkermark för ett effektivare jordbruk

Justin Casimir, Jonas Engström, Patrik Flisberg,  
Mikael Frisk, Erik Hansson, Annika Kihlstedt, Mikael  
Rönnqvist

RISE Rapport 2019:43

# Skiftning av åkermark för ett effektivare jordbruk

Justin Casimir, Jonas Engström, Patrik Flisberg,  
Mikael Frisk, Erik Hansson, Annika Kihlstedt, Mikael  
Rönnqvist

# Abstract

## Land exchange for an efficient agriculture

The number of farms in Sweden is decreasing while the size is increasing as most farms grow bigger in areal in order to remain competitive on the market. However, this situation set pressure on farmers looking to expand. It is rare for farmers to find available land close to their farm and therefore start to cultivate land further away. The extra distance has a cost, both for the farmers' profitability and for the environment. Previous study looked at four particular farms focusing on the cost related to the harvest (cereal or forage). By simulating an exchange of land to closer ones, the cost for transport of the harvest was at least halved in the four cases. The study looked mostly at the technical aspect and included only the four cases.

Therefore, this project aims to have a broader perspective, both in term of geography and also by looking at the social factors related to land exchange. During the project, a tool has been developed to calculate on a national level the distance between each field and the farm cultivating it. The tool is also used to minimise the distance between field and farm by allowing fields to be exchanged between farmers. Moreover, the tool has been used to estimate the potential for diesel use and cost reduction related to land exchange. Using the tool as ground for discussion, semi-structured interviews have been performed with farmers to understand the hinders and driving forces for land exchange between each other. During these interviews, the potential for implementing the tool was also discussed.

The theoretical potential if limiting the exchange of land only between two parties at a time would be 12.4 %. Moreover, this number would decrease when considering the practical and social barriers such as the soil characteristics, the different cultivation methods (organic/conventional, no-till) and trust between farmers.

The development of an application for optimal land exchange will require not only a robust model for distance calculation and optimization of land exchange but also a well-developed and user-friendly interface. Depending on how the application will be used, by single farmers or by consultants and advisers, different versions of an application may be required.

The tool developed during the project has been positively received both by farmers during the interviews and also by other stakeholders during the concluding seminar. It gives a solid basis and acts as decision support tool. More is needed to agree on the best way to implement it in Sweden, in particular looking at the ownership, business model, and the development of new functions.

**Key words:** Energy efficiency, energy use, logistics, optimization, crop production, farm, agriculture, land exchange

RISE Research Institutes of Sweden AB

RISE Rapport 2019:43

ISBN: 978-91-88907-70-7

Uppsala 2019

# Innehåll

<b>Abstract</b> .....	<b>1</b>
<b>Innehåll</b> .....	<b>2</b>
<b>Förord</b> .....	<b>4</b>
<b>Sammanfattning</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Bakgrund</b> .....	<b>6</b>
1.1 Tidigare projekt inom ämnet .....	6
1.1.1 Fransk plattform för markbyte .....	6
1.1.2 Ekonomisk fördel med markbyte - danskt forskningsprojekt .....	7
1.1.3 Markbyte, ett alternativ för en varierad växtföljd .....	7
1.2 Virkesbyten i skogsbranschen .....	8
1.3 Syfte och mål.....	9
<b>2 Metod</b> .....	<b>10</b>
2.1 Utveckling av optimeringsmodell .....	11
2.2 Avståndsberäkning .....	13
2.3 Verifiering av optimeringsmodell .....	13
2.4 Praktiska tester .....	14
2.4.1 Enskilda gårdar .....	15
2.4.2 Workshop .....	16
2.5 Beräkning av energibesparing .....	16
<b>3 Material</b> .....	<b>18</b>
3.1 Blockdata .....	18
3.2 Avstånd och transportkostnader .....	18
3.3 Studieområden .....	18
3.4 Underlag för beräkning av energi- och transportkostnader .....	21
<b>4 Resultat</b> .....	<b>24</b>
4.1 Tester och verifiering .....	24
4.2 Övergripande analys .....	25
4.3 Praktisk användning, enskilda gårdar .....	27
4.3.1 Optimeringsresultat .....	27
4.3.2 Workshop .....	29
4.3.3 Hinder och förutsättningar för markbyten .....	30
4.4 Energiförbrukning .....	32
<b>5 Diskussion</b> .....	<b>33</b>

<b>6</b>	<b>Slutsatser .....</b>	<b>36</b>
6.1	Markbyte.....	36
6.2	Verktyget.....	37
<b>7</b>	<b>Referenser .....</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>Bilaga 1.....</b>	<b>39</b>

# Förord

Detta är en av tre rapporter från projektet ”Energieffektivisering av jordbrukets logistik – fördjupning och utveckling” vars mål var att effektivisera jordbrukets energianvändning för transporter.

Projektet syftade till att visa på möjligheter som långsiktigt kan leda till nya affärsmodeller och applikationer för svenskt lantbruk. Ytterligare ett syfte var att ge en fördjupad kunskap om möjligheter för jordbruket att energieffektivisera sin logistik och därmed minska emissioner av växthusgaser samtidigt som jordbruket får ökad lönsamhet genom rationaliseringar i kostnadsledet.

Projektet bestod av tre olika delprojekt som undersökte olika sätt att effektivisera jordbrukets logistik. Från varje delprojekt har det utkommit en rapport.

De tre rapporterna heter:

- Skiftning av åkermark för ett effektivare jordbruk
- Planeringsverktyg för ett effektivare jordbruk
- Maskinnyckeltal för ett effektivare jordbruk

Projektet genomfördes mellan december 2016 och mars 2019. RISE har varit koordinator i projektet och LRF, LRF Konsult, Drivec och Creative Optimization har deltagit i arbetet.

Vi vill tacka alla gårdar som har deltagit i projektet.

Projektet har finansierats av Energimyndigheten i programmet ”Energieffektivisering av transportsektorn” samt deltagande parter.

Uppsala 2019

# Sammanfattning

Antalet gårdar i Sverige minskar medan deras storlek ökar för att kunna hålla verksamheten konkurrenskraftig på marknaden. En vanlig situation är att gården vill expandera snabbare än det finns tillgänglig mark nära gårdscentrum. Detta leder till att gården får längre avstånd till sin åkermark. Detta extra avstånd har en kostnad, både för gårdens lönsamhet och för miljön.

En föregående pilotstudie studerade kostnaden för transport av skörd och stallgödsel (spannmål, vall och stallgödsel). Studien visade att kostnader för transporter blir minst halverad om man byter till mark som ligger närmare gården. Denna studie studerade endast fyra gårdar, och inkluderade inte sociala aspekter.

Detta fortsättningsprojekt syftar till att få en bättre insikt i de tekniska (geografiska) och även sociala faktorer kopplade till markbyte. Den tekniska delen av projektet innebär utveckling av ett verktyg för att 1) räkna avstånd mellan gårdscentrum och fält i hela Sverige, 2) identifiera bästa matchningar för markbyte mellan gårdar, och därmed minimera avstånd mellan gårdscentrum och fält, och 3) uppskatta potentiella besparingar av drivmedel och kostnader kopplade till markbyte.

Våra resultat visar att verktyget ger ett stabilt underlag som beslutstöd. Däremot behövs mer studier för att komma överens om det bästa sättet att implementera verktyget i Sverige, särskilt angående ägarskap, affärsmodell och utveckling av nya funktioner. Den teoretiska potentialen för markbyte mellan två gårdar är uppskattad till 12,4 %.

Den sociala delen av projektet undersökte lantbrukares attityder till markbyte. I semi-strukturerade intervjuer med lantbrukare, och seminarium med andra intressenter, undersökte vi hinder, förutsättningar, samt potential för implementering av verktyget. Våra resultat visar att verktyget var positivt mottaget men att det finns fler faktorer att ta hänsyn till t.ex. jordart, odlingsmetod och förtroende.

# 1 Bakgrund

Utvecklingen inom det svenska jordbruket präglas av stark strukturrationalisering där gårdarna växer och blir färre. Om expansionen sker snabbare än ledig mark i närheten blir tillgänglig, blir resultatet längre transporter till och från åker.

Under åren 2014 - 2015 pågick ett pilotprojekt ”Energieffektivisering av jordbrukets logistik – pilotprojekt för att undersöka potentialer” med finansiering från Energimyndigheten. I pilotprojektet blev det tydligt att transportbehovet inom lantbruket kommer att öka i takt med att gårdarna växer och den brukade arealen sprids ut på allt längre avstånd från gårdscentrum. (Engström m.fl., 2015)

Pilotprojektet visade också att det finns betydande möjligheter att energieffektivisera jordbrukets logistik, men att dessa måste utvecklas vidare för att kunna realiseras. Ett område att fortsätta undersöka är hur skiftning av åkermark skulle kunna göras på ett realistiskt och effektivt sätt. Det skulle kunna ha stora effekter på resursåtgång för transporter, men är komplicerat att genomföra i praktiken. För de kartlagda gårdarna i pilotprojektet var minskningen av kostnader, klimatutsläpp och dieselåtgång 50–70 %. (Engström m.fl., 2015)

## 1.1 Tidigare projekt inom ämnet

Under projektet undersöktes resultat från andra projekt som fokuserade på samma område: skiftning av åkermark. Nedan sammanställs relevanta resultat från projekten.

### 1.1.1 Fransk plattform för markbyte

Initiativet att påbörja plattformen, echangeparcelle.fr (2019), togs av lantbrukaren Mickael Jaquemin som insåg behovet av en nätverksplattform som underlättar skiftning av åkermark och att ett digitalt verktyg skulle lösa uppgiften. Plattformen startades i december 2016. Projektgruppen har haft kontakt med Mickael Jaquemin under våren 2017.

I echangeparcelle.fr anmäler sig lantbrukaren kostnadsfritt och geo-lokaliserar manuellt sitt gårdscentrum samt vilket eller vilka skiften hen önskar byta. Skiften märks punktvis d.v.s. ett kluster av åkermark märks med bara en punkt. Lantbrukaren informerar om skiftets areal samt marktyp (åkermark, betesmark, vindruvor). En algoritm körs en gång varje natt och kopplar ihop två eller tre lantbrukare via e-post. Rent tekniskt kan algoritmen koppla ihop fler än tre lantbrukare men de ansåg att det skulle vara för krångligt att byta mark mellan fler än tre parter. I praktiken byter man arrenderätt och inte äganderätt.



Plattformen finansieras av partners som får mer synlighet mot lantbrukare, men också nya affärer om lantbrukare tar skiftningen till nästa steg genom att underlätta skiftningen med juridiska och tekniska kompetenser.

Under våren 2017 var 10 000 ha mark registrerad i plattformen. I genomsnitt var skiften 9,5 ha stora. 250 byten föreslogs och de fick tre positiva återkopplingar från lantbrukare som frivilligt delade sina erfarenheter. Av de 1 000 skiften som är registrerad på plattformen är ca 80 % av åkermark, 15 % betesmark, och 5 % vindruvor. Vingårdars strategi är annorlunda eftersom de försöker sprida klimatriskerna genom att sprida sin produktion geografisk.

Plattformen fick även förslag från intresserade om att utveckla plattformen för att kunna byta skogsskiften.

En annan plattform som fokuserar på potatisodling började 2017. Den underlättar kontakt mellan potatisodlare som söker ny mark och spannmålsodlare som vill hitta mark närmare gårdscentrum.

Plattformen går att tillämpa i andra länder och de har kontakt med aktörer i Italien, Belgien, och Mali. Det finns även möjlighet att anpassa affärsmodell efter olika regionala förhållanden samt att integrera egna kartor.

### 1.1.2 Ekonomisk fördel med markbyte - danskt forskningsprojekt

Det danska forskningsinstitutet för jordbruk och livsmedel, SEGES, beräknade besparingspotentialen för fält kring 10 ha om det skulle ligga närmare gårdscentrum. Som tumregel kostar transporten 100 DKK/(ha och km) för kornodling utan halmhantering men med mineralgödning, och dubbel så mycket om halm tas till gården och stallgödsel används istället. Vallodling med stallgödselgödning kostar ca. 300 DKK/(ha och km).

Till exempel, transporten på en gård med 10 ha som ligger i genomsnitt 5 km från gårdscentrum och odlar korn med stallgödselgödning och tar hand om halm skulle kosta 10 000 DKK per år. Genom att genomföra ett markbyte som leder till att de 10 ha ligger i genomsnitt 2 km bort från gårdscentrum skulle gården spara 6000 DKK per år, eller 600 DKK/ha. (SEGES, 2018).

### 1.1.3 Markbyte, ett alternativ för en varierad växtföljd

Under hösten 2017 undersökte en grupp studenter från SLU (Sveriges Lantbruksuniversitet) i Uppsala drivkrafter och hinder hos lantbrukarna med att byta mark (Eriksson m.fl., 2017). Deras frågeställning fokuserade mest på växtföljdspektiv, medan vårt projekt fokuserade på energiperspektivet.

Resultat från projektet visade att markbyte inte var så vanligt i Upplandsområdet men vanligare i södra delen av landet. Lantbrukarna som intervjuades under projektet och som hade erfarenhet av markbyte upplevde markbyte som en relativt riskfri åtgärd. Oftast hade de redan samarbetat och därför var tilliten hög. Rådgivarna som intervjuades var lite mer försiktiga med markbyte och ansåg att det kan finnas orosmoment i samband med markbyte, till exempel smittspridning och markpackning. Lösningen för att minska orosmomenten kan vara att underteckna skriftliga avtal. I praktiken brukar tilliten vara det bästa skyddet mot oro.

Fördelar med markbyte där en extra gröda är adderad i växtföljden är att det minskar risken för sjukdomar och ogräs och ökar chansen till högra avkastning och lönsamhet.

Viktiga slutsatser från detta projekt är att båda parter måste uppleva en win-win-situation, och att tillit och förtroende måste vara högt. Detta uppfylls ofta i praktiken genom att markbyte genomförs mellan lantbrukare som bor nära och känner varandra. Från vårt projekts perspektiv måste förtroendeproblematiken hanteras på ett annat sätt eftersom målet är att ansluta gårdar som inte nödvändigtvis ligger nära varandra. I det fallet är det inte säkert att lantbrukarna som ska byta mark känner varandra och man måste man hitta rimliga ramar som skyddar båda parter när konsekvenser på EU-stödsansökan ska genomtänkas.

## 1.2 Virkesbyten i skogsbranschen

Svenskt skogsbruk präglas av höga värden, stora volymer och långa transportavstånd. Medeltransportavståndet för lastbilstransport från skog till industri är 89 km (Davidsson m.fl., 2019). Samtidigt finns en betydande samarbetsvilja mellan skogsföretag om att samarbeta kring transportererna genom så kallade virkesbyten. Virkesbyten innebär att två eller flera skogsföretag ingår avtal om att byta virke för att reducera transportavståndet. Ett exempel kan beskrivas som att företag A har virkestillgångar nära en industri tillhörande företag B och vice versa. Genom att samarbeta kan företag A transportera virke till industrin som tillhör företag B och tvärtom vilket innebär att transportavstånden kan minskas jämfört med transporter utan samarbete. Virkesbyten görs på olika sätt, exempelvis sortiment mot sortiment, sortiment mot annat sortiment, tidsbyten m.m. Svenska skogsföretag byter virke i stor omfattning vilket årligen genererar stora besparingar i både ekonomiska och miljömässiga termer. Studier vid Skogforsk visar på möjliga besparingar på upp till 30 % av transportkostnaden.

I praktiken går det till så att två företag kommer överens om, utifrån tidigare erfarenheter eller kvalificerade gissningar, att man ska byta en viss mängd virke per månad under en begränsad period, ofta ett år. Ett företag kan ha virkesbyten med flera andra företag och ibland görs även trepartsbyten. Genom att använda optimeringsmetoder går det att räkna ut hur stor kvantitet som ska bytas mellan företag för att minimera de totala transportkostnaderna eller det totala transportarbetet men det

används sällan. Virkesbyten bygger ofta på långsiktigt goda relationer mellan företag. Även om skogsföretag idag är duktiga på att byta virke så finns det ofta potential till ytterligare byten som kan förbättra företagens transporter ytterligare.

Idéer kring hur virkesbyten fungerar och hur optimeringsmetoder för virkesbyten är utvecklade ligger delvis till grund för utvecklingen av motsvarande metodik för byten av skiften mellan lantbrukare. Syftet med optimeringen är att minimera de totala transportkostnaderna genom att i så stor utsträckning som möjligt transportera virke till den industri som ligger närmast. Genom att minimera transportkostnaden kommer även transportavstånden minimeras eftersom kostnaden är direkt beroende av avstånd. För att en optimeringsmetod ska fungera krävs effektiv hantering av data och möjlighet till korrekt beräkning av transportavstånd. För bytesoptimeringar i skogsbruket är information om båda företagens virkestillgångar och industrierfrågan de bärande huvuddelarna av information som behövs. Bytesoptimeringar måste göras av en oberoende tredje part eftersom företagen varken vill eller får, ur ett konkurrensrättsligt perspektiv, dela viss information med bytespartnern.

## 1.3 Syfte och mål

Detta delprojekt har ett långsiktigt syfte att minska energianvändningen i det svenska jordbruket genom skiftning av åkermark i Sverige. För att kunna uppnå detta har projektet målen att:

- Utveckla ett verktyg för att hitta gårdar som skulle kunna utnyttja skiftning av åkermark
- Undersöka hur skiftning kan genomföras på ett realistiskt sätt idag
- Kontakta och ordna en workshop med minst två gårdar som skulle kunna utnyttja skiftning av åkermark
- Beräkna energibesparingspotential för ett byte av åkermark i Sverige
- Bedöma energibesparingspotential för hela Sverige

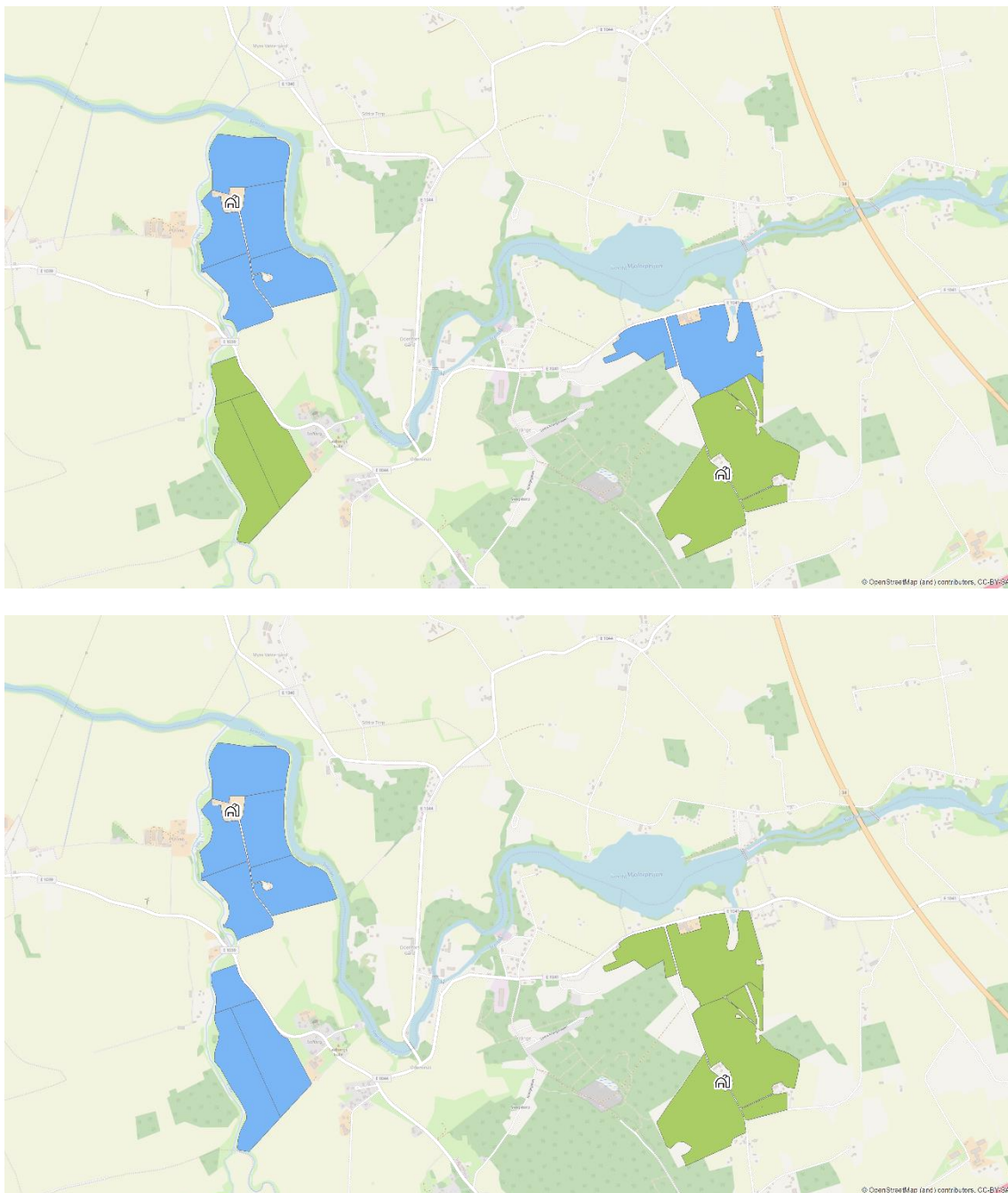
## 2 Metod

I projektet har en metod för beräkning av optimala skiftesbyten utvecklats. Metoden har använts i två olika syften; dels för att beräkna den teoretiska potentialen för optimala skiftesbyten i en specifik geografi, dels för att identifiera vilka gårdar som bör byta skiften med varandra, vilka skiften och i så fall hur stor besparingspotentialen är. Det senare syftet ligger till grund för praktiska försök. Huvuddelarna i utvecklingen kan beskrivas som 1) modellering, diskussion om vilka parametrar som är viktiga för beräkningen, 2) framtagande av testdata inför utveckling av optimeringsmodell, 3) utveckling av optimeringsmodell, test av optimeringsmodell på flera olika delområden, 4) utvärdering av resultat från testerna och 5) optimering av större geografiska enheter samt beräkning av enskilda gårdar för praktisk användning av modellen.

En utvärdering av möjligheterna att använda modellen praktiskt har genomförts genom att diskutera och utvärdera resultat med lantbrukare.

Principen för optimala skiftesbyten illustreras med två fiktiva gårdar i figur 1. I figuren syns två gårdar och deras respektive åkermark (skiften) i färgerna blått och grönt. Den övre figuren representerar utgångsläget där båda gårdarna har en viss andel av åkermarken nära gårdscentrum och en annan andel lokaliserad en bit från gårdscentrum. Den nedre figuren visar resultatet efter en optimering där transporter mellan gård och skifte har minimerats och gårdarna tillåts byta skiften med varandra. I det aktuella exemplet är det uppenbart att det finns en besparingspotential i minskade transporter.

För bearbetning av data inför optimering samt tolkning av resultat och upprättande av presentationsmaterial i form av exempelvis kartor har MS Excel, MS Access och ArcMap använts.



Figur 1. Principskiss för skiftning av åkermark. Övre figuren illustrerar två gårdar (blå och grön) med de skiften som respektive gård brukar. Nedre figuren illustrerar ett exempel av hur skiftena skulle kunna fördelas efter optimal skiftning mellan gårdarna.

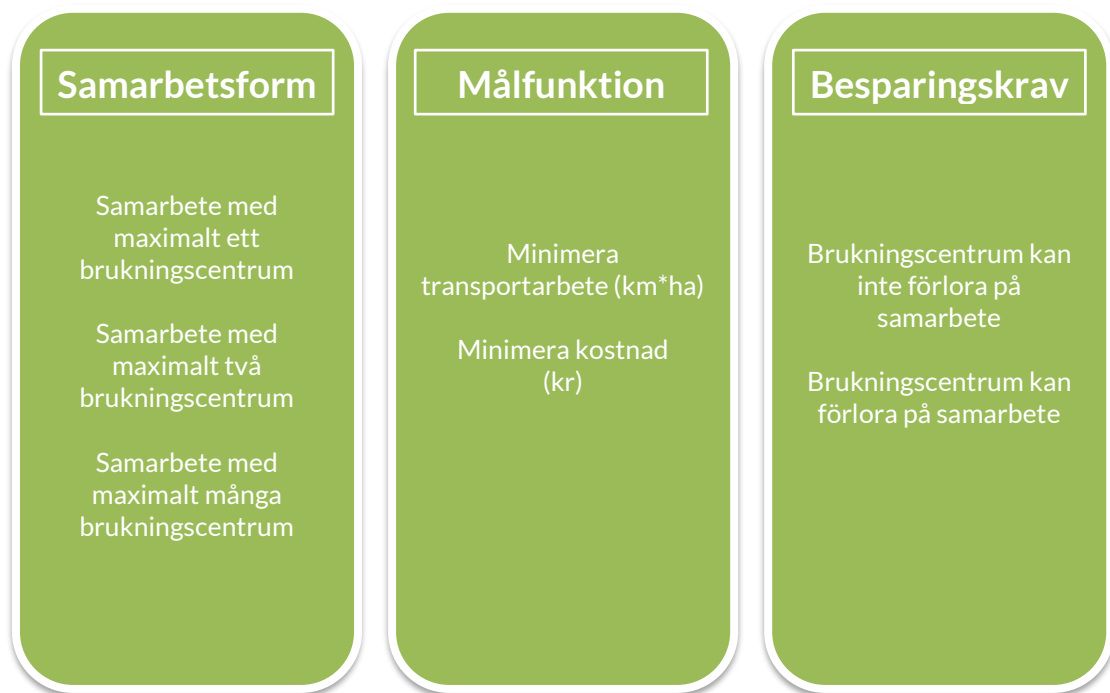
## 2.1 Utveckling av optimeringsmodell

Optimeringsmodellen har utvecklats med syfte att minimera transporter mellan gårdscentrum och skiften. Modellen utgår från information om brukare för respektive skifte och var varje brukare har sitt brukningscentrum. Från alla skiften till alla brukningscentrum beräknas ett transportavstånd som används i optimeringen. I modellen finns en restriktion som säkerställer att betesmark inte kan bytas mot odlad mark.

Optimeringsmodellen för att beräkna möjligheter till markbyten eller brukarbyten består av tre huvudsakliga komponenter: beslutsvariabler, målfunktion och bivillkor. Beslutsvariablerna anger samtliga beslut som är möjliga i planeringen. I vårt fall beskriver *beslutsvariablerna* till vilket brukningscentrum respektive skifte ska kopplas. I modellen kan alla skiften kopplas till alla brukningscentrum. *Målfunktionen* anger hur de olika besluten ska värderas för att minimera en kostnad (eller maximera en vinst). I vårt fall använder vi två olika typer av målfunktioner. Den första målfunktionen beskriver en minimering av transportarbetet uttryckt som  $\text{km}^*\text{ha}$ , vilket innebär att vi vill minimera den totala sträckan mellan skiften och brukningscentrum viktat med arealen av respektive skifte. Denna målfunktion ger i princip en lösning där potentialen för att hålla transporterna korta är så stor som möjligt. Den andra målfunktionen uttrycker en direkt kostnad baserad på att vi vet vilken gröda (aggregerad) som odlas och skördas på respektive skifte. I vår analys grupperas grödorna i sju grödgrupper. Information om kostnad baseras på detaljerad analys för hur många gånger traktorn kör fram och tillbaka och den tid som behövs för samtliga processteg under en säsong beroende på avstånd mellan brukningscentrum och skifte. Den tredje komponenten i modellen är de *bivillkor* som används för att säkerställa att lösningarna är rimliga och tillåtna. Vi använder tre olika mängder av bivillkor för att beskriva tre alternativ för samarbetsformen:

- Alternativ 1 begränsar besluten så att byten enbart kan genomföras med maximalt ett annat brukningscentrum.
- Alternativ 2 begränsar samarbete till maximalt två andra brukningscentrum.
- Alternativ 3 ger möjlighet till samarbete med hur många brukningscentrum som helst.

Varje alternativ har specifika uppsättningar av bivillkor (ekvationer) för att begränsa de möjliga alternativen. Det finns också ett antal bivillkor för samtliga alternativ som säkerställer vissa logiska villkor. Ett sådant villkor är att varje skifte måste kopplas till exakt ett brukningscentrum. Ett annat är att de byten som föreslås har en yta som ligger inom vissa gränser. De nivåer vi har använt är att differensen mellan totala arealen som byts bort eller in är max 2 ha eller max 10 % av den totala arealen på respektive brukningscentrum. Vi använder även varianter som begränsar hur samarbetet kan genomföras. Vi kan minimera den totala kostnaden utan att vi begränsar hur besparingen är för enskilda brukningscentrum. I detta fall kan enskilda brukningscentrum förlora på samarbetet. I den andra varianten kräver vi att respektive brukningscentrum inte kan förlora på samarbetet. När vi studerar alla möjliga kombinationer av alternativ för samarbetsform, målfunktioner och krav på besparingar har vi totalt 12 möjligheter enligt figur 2 nedan.



Figur 2. Villkor för samarbetsform, målfunktion och besparingskrav som tillsammans ger tolv olika optimeringsvarianter.

## 2.2 Avståndsberäkning

För en korrekt beräkning av transporter och kostnader mellan gårdscentrum och skiften är det viktigt att använda transportavstånd med så hög upplösning som möjligt. Avstånden som optimeringsmodellen använder är beräknade genom att en modell identifierar bästa väg mellan två noder givet ett nätverk av länkar (Flisberg m.fl. 2012). I vårt fall utgörs noderna av mittpunkter för de block som i Jordbruksverkets blockdatabas angivits som gårdscentrum och mittpunkter för respektive skifte i blockdatabasen. Länkar utgörs av vägsträckor hämtade från den nationella vägdata-basen (NVDB). Mittpunkterna för gårdscentrum och skifte har kopplats till den väglänk som ligger närmast och från den väglänken har avstånd beräknats.

## 2.3 Verifiering av optimeringsmodell

I samband med utvecklingen av optimeringsmodellen har flera olika områden analyserats. Dels för att testa modellen på olika storlekar, dels för att testa hur olika strukturer i jordbrukslandskapet påverkar resultaten. Inledningsvis gjordes optimeringar för ett mindre område omkring Harplinge, norr om Halmstad. Området omfattade 10 brukningscentrum och 255 skiften. I nästa steg utvidgades detta till ett område som avgränsades av hav i väster, stad i söder samt skog i norr och öster med 96 brukningscentrum och 1939 skiften. Därefter testades optimeringsmodellen på ytterligare elva delområden. Områdena beskrivs i kapitel 3.3 Studieområden.

Verifiering av modellen har gjorts dels genom att visuellt i kartor analysera resultat, dels genom att manuellt räkna på föreslagna alternativ till byten.

Ett område, Gotland, har använts i sex olika optimeringar där ön i fem av optimeringarna har delats in i olika delområden. Syftet var att studera vilken betydelse randeffekterna har på optimeringsresultatet. Randeffekter uppkommer då ett studieområde måste begränsas i storlek p.g.a. att antalet skiften i optimeringen blir för många för att modellen ska vara lösbar inom rimlig tid. De största geografierna som testats i projektet, exempelvis ”Linköping” eller ”Gotland”, har en lösningstid på över 20 timmar. Att göra en optimering med alla Sveriges 1,2 miljoner skiften är inte praktiskt möjligt. När ett studieområde avgränsas utan någon naturlig gräns (exempelvis ett hav eller ett större skogsområde) kommer de gårdar som ligger i områdets ytterkant (randen) inte bli korrekt beräknade eftersom de i verkligheten kanske hade haft en lämplig bytespartner i ett område som inte ingår i det aktuella studieområdet. Effekterna av detta har därför studerats genom att dela Gotland i flera olika delområden eftersom Gotlands yttergräns kan anses vara både teoretisk och praktisk gräns för ett studieområde.

## 2.4 Praktiska tester

I optimeringarna på större geografier med många brukare var syftet att identifiera teoretiska potentialer till kortare transporter, lägre kostnader och mindre energiåtgång genom optimala skiftesbyten. Ett annat syfte med optimeringsmodellen är att använda den för beräkning av optimala byten mellan två eller några få gårdar och därigenom bedöma om det finns någon praktisk nytta med ett verktyg för skiftesbyten. Till skillnad från optimeringarna på de större geografierna används då en funktion för att prioritera en eller flera av gårdarna i studiematerialet. På så sätt går det att hitta optimala lösningar för enskilda gårdar trots att studiematerialet är omfattande. För den enskilda gården är då lösningen bättre eller klart bättre än i den övergripande optimeringen, men totalt sett är resultatet sämre.

Om en modell för skiftesbyten ska användas praktiskt, där en lantbrukare ska få beslutsstöd till ett verkligt byte, måste emellertid fokus ligga på betydligt färre gårdar. Det innebär att beräkningsunderlaget i så fall endast utgörs av två eller kanske ett fåtal gårdar i ett begränsat geografiskt område. Modellens uppgift blir då att identifiera den mest optimala lösningen för någon eller några av gårdarna. Syftet är att skapa beslutsunderlag för lantbrukare som vill utvärdera möjligheterna till och vinsterna med skiftesbyten då exempelvis en specifik gård är aktuell för byten.

För att utvärdera möjligheterna till praktisk användning har optimeringar gjorts med underlag från några enskilda lantbrukare som därefter deltagit i workshop.



## 2.4.1 Enskilda gårdar

Optimeringarna för enskilda gårdar har gjorts i två steg. Inför det första steget gjordes en bedömning av vilka gårdar som skulle kunna vara lämpliga att ingå i studien.

Urvalet gjordes i huvudsak utifrån faktorn att gårdarna inte skulle ha hela markinnehavet koncentrerat till gårdscentrum samt att de skulle bruka större arealer.

I första steget valdes fyra olika gårdar ut och optimeringar gjordes för var och en av de fyra gårdarna genom att använda funktionen för att prioritera en enskild gård samtidigt som beräkningsunderlaget utgjordes av en större geografi, i det här fallet det område som benämns ”Linköping” (se kapitel 3.3). De fyra gårdarna låg tillräckligt lång ifrån varandra för att de inte skulle påverka varandras lösningar i optimeringen. För varje gård gjordes sex olika optimeringar bestående av tre olika optimeringsalternativ och två varianter av varje. De tre alternativen som användes var:

1. Inga begränsningar av antalet bytespartners
2. Maximalt två bytespartners
3. Maximalt en bytespartner

Varje alternativ användes i två varianter; en där en specifik gård prioriterats och en där det inte finns någon specifik gård som prioriterats. Prioritering innebar att endast den aktuella gården fick så bra resultat (kort avstånd) som möjligt i optimeringen.

I samtliga optimeringar fanns ett krav att ingen gård skulle förlora på att ett byte görs med annan gård. Utan det kravet hade vissa gårdar kunnat tjäna mycket och andra förlora på att genomföra föreslagna byten. Ingen hänsyn togs till eventuella krav på växtföljder, dränering, jordart m.m. Dock fanns krav på att odlad mark inte kunde bytas mot betesmark exv.

Det fanns en tillåtelse i modellen att den inbytta (alt. bortbytta) markarealen kan skilja upp till 10 %. Anledningen var att det skulle vara mycket svårt att hitta några bytesalternativ alls om arealen tvingades vara exakt lika.

I andra steget gjordes optimeringar med utgångspunkt i en av de gårdar (A) som var med i första steget. För den gården hade två andra gårdar (B och C) föreslagits ingå i optimeringarna men i två olika delsteg så att två separata optimeringar kunde göras: A+B och A+C. Det innebar att beräkningsunderlaget utgjordes enbart av dessa tre gårdar. Det var då möjligt att i detalj peka ut exakt var gårdscentrum var istället för att som i samtliga övriga optimeringar utgå från att gårdscentrum är mittpunkten i det block som angivits som gårdscentrum i blockdatabasen.

I övrigt var förutsättningarna för optimeringarna och de alternativ som gjordes samma som i första steget. Resultaten från optimeringarna i båda stegen låg till grund för presentation och diskussion under workshop.

## 2.4.2 Workshop

Markbytesverktyget undersöktes i pilotfall tillsammans med lantbrukare i två steg.

Det första steget innebar att projektgruppen, bestående av Creative Optimization, RISE och LRF Konsult, åkte till fyra olika gårdar i Östergötland och träffade en gård i taget. Under dessa möten presenterades projektet samt resultat från markbytesverktyget gällande aktuell gård för lantbrukaren. Sedan följde ett samtal med lantbrukaren kring de olika bytesalternativen samt generella synpunkter på fördelar, nackdelar och förutsättningar för markbyte. Under samtalen samlades även synpunkter in gällande styrkor och utvecklingsmöjligheter för markbytesverktyget. Innan mötet var slut fick lantbrukaren föreslå potentiella gårdar att ev. byta mark med, alternativt välja att inte gå vidare till steg 2. Projektgruppen kontaktade föreslagna potentiella gårdar och frågade om de var intresserade av att delta i steg 2.

Nästa steg, steg 2, innebar att samma projektgrupp som i steg 1 träffade en lantbrukare från steg 1 tillsammans med en föreslagen potentiell markbytesgård. Syftet var att diskutera markbyte mellan de två aktuella gårdarna. Två sådana möten genomfördes på LRF Konsults kontor i Vadstena. Under mötet presenterades resultaten från markbytesverktyget för de båda lantbrukarna och sedan fick de diskutera fritt kring vad de olika bytesalternativen skulle betyda för dem och hur det praktiskt skulle kunna genomföras. Det fanns inget krav på att markbyte skulle ske. Återigen samlades synpunkter in gällande förutsättningar, möjligheter och hinder med markbyte samt utvecklingsmöjligheter för markbytesverktyget och hur det bäst skulle kunna användas för att vara till nytta vid markbytesprocesser.

## 2.5 Beräkning av energibesparing

Som underlag för beräkningen av energibesparing i denna rapport använder vi resultat från Engström m.fl. (2015) som gjorde en uppskattning av transportarbete inom det svenska jordbruket. Där delades transporter upp i två kategorier, de som sker till och från gårdar samt de transporter som sker inom och mellan gårdar. All transport som sker till och från gårdar, t.ex. transport av mineralgödsel till gården och transport av djur till slakt, är inte relevant för den här rapporten. Enligt definitionen i det projektet inkluderades inte transport mellan fält och gård. Eftersom målet i detta arbete är att beräkna energibesparing kopplad till ett kortare avstånd mellan fält och gård ingår följande delmoment i vår beräkning:

- Transport av gödsel
- Transport av skörd (vall, spannmål, halm)
- Transport mellan gård och fält (jordbearbetning, skördemaskin, mineralgödsling, etc.)

Tabell 1 sammanfattar resultat från Engström m.fl. (2015). Där visas dieselförbrukningen samt vilken energianvändning och klimatpåverkan den genererar. Även kostnad för transport av stallgödsel från gården till fältet och för transport av skörd från fältet till gården visas. Under projektet uppskattades även dieselanvändning och kostnaden av transport av redskap mellan gård och fält.

**Tabell 1. Dieselförbrukning, energianvändning, klimatpåverkan, samt kostnaden för transporter av stallgödsel och skörd mellan fält och gård i Sverige (Engström m.fl., 2015)**

Transport	Volym diesel (m <sup>3</sup> )	Energi (GWh)	Klimatpåverkan (ton CO <sub>2eq</sub> )	Kostnad (Mkr)
Gödsel	7 667	74 983	21 537	410
Skörd av spannmål, vall, och halm	19 100	186 745	54 178	1 442

För att uppskatta energibesparingspotentialen i vårt projekt tillämpas resultat från optimeringsmodellen (se avsnitt 2.1) till den uppskattade energianvändningen för transport mellan gård och fält (se tabell i avsnitt 4.4).

## 3 Material

### 3.1 Blockdata

Underlaget till samtliga optimeringar utgjordes av data från Jordbruksverket gällande jordbruksblock 2016. För varje block hade projektet tillgång till information om bl.a. kundnummer, areal, vilka skiften som ingår, vad som odlas på respektive skifte via kod för markanvändning samt om ett block är angivet som gårdscentrum eller inte. Grödkoderna är de som används vis SAM-ansökningar, exempelvis 1=korn (höst) och 5=vete (vår).

I materialet fanns ca 1,2 miljoner skiften fördelat på drygt en miljon block. Av dessa var knappt 83 000 angivna som brukningscentrum.

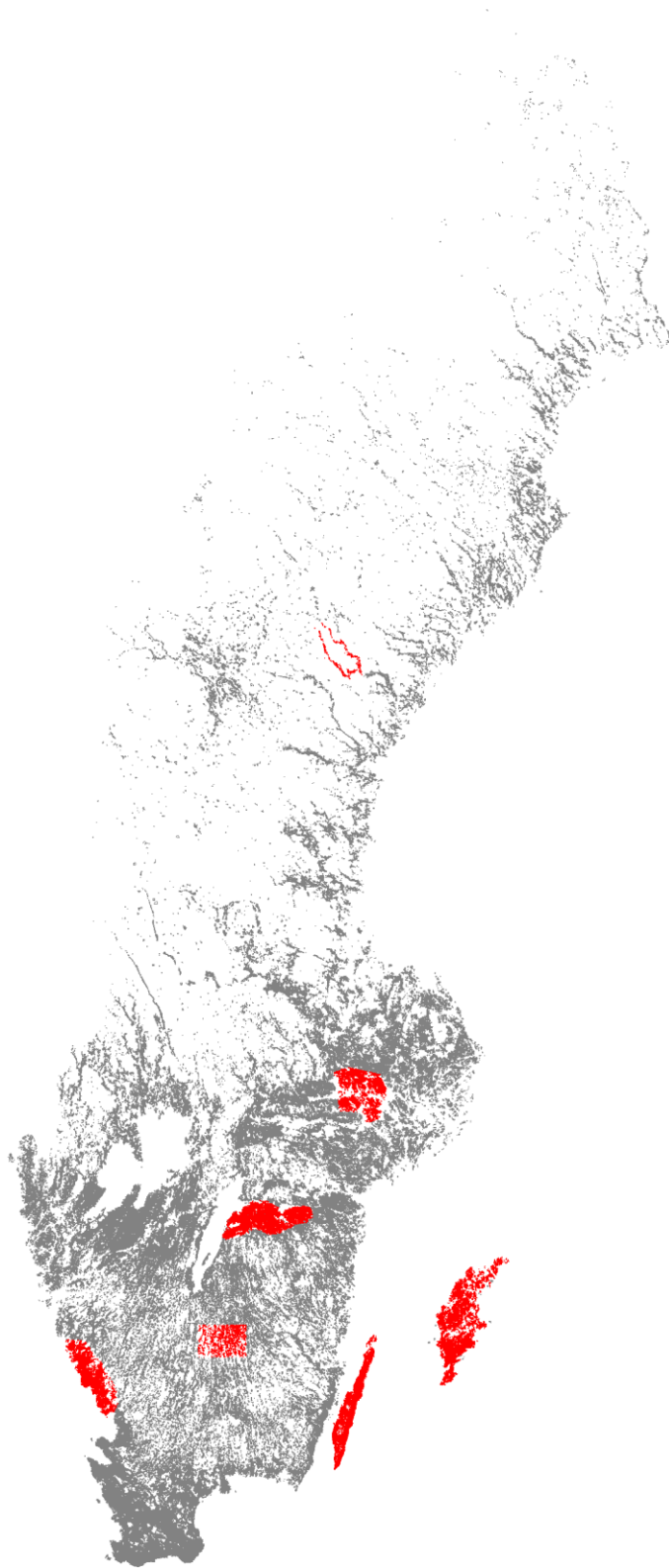
### 3.2 Avstånd och transportkostnader

Avstånd mellan gårdscentrum och skifte beräknades genom att använda en modell som givet information om länkar i ett nätverk (vägar) identifierar bästa ruten och summerar längden på de länkar som passeras. Nätverket som projektet använt utgörs av den nationella vägdatan (NVDB). NVDB innehåller digital information om alla statliga, kommunala och enskilda vägar i Sverige. Nätverket består av länkar och noder och för varje länk finns en mängd attributvärden som exempelvis väglag, bredd, hastighetsbegränsning m.m.

Grödkoderna i beräkningsmaterialet grupperades till sex grupper; höstvete, malkorn, höstraps, timotejfrö, ensilagevall och potatis beroende på genomsnittlig avkastning vid skörd (se bilaga 1). För varje grupp gjordes en beräkning av hur stora transportkostnader som kunde hänföras till odling och skörd av respektive grupp. I uträkningen ingår vilka maskintyper som behövs för odling/skörd, hur många gånger per odlingscykel som skiftet besöks, genomsnittlig avkastning, tim- och dieselkostnad m.m. och ger en detaljerad men schabloniserad bild av de transportkostnader som en viss gröda ger upphov till under en odlingscykel. Kostnaderna beräknas och beskrivs i avsnitt 3.4.

### 3.3 Studieområden

För att täcka in en variation av odlingslandskap och för att testa optimeringsmodellen på olika geografier och en variation av objekt har optimeringsunderlag skapats för elva olika delområden (exklusive de enskilda gårdarna för de praktiska testerna). Figur 3 illustrerar var i Sverige som delområdena hämtats.



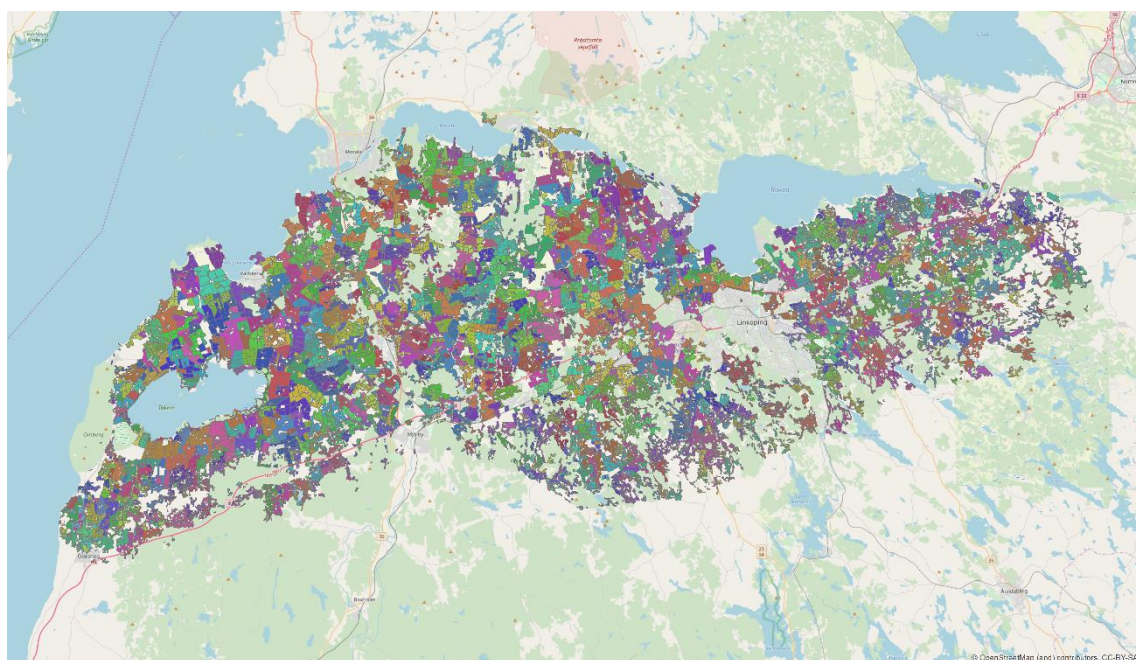
Figur 3 Samtliga skiften i underlaget (grå) tillsammans med utbredningen av delområdena (röd).

De olika delgeografierna har en stor variation i antal skiften och brukningscentrum. Tabell 2 anger för respektive delområde hur många skiften och brukningscentrum som modellen måste hantera.

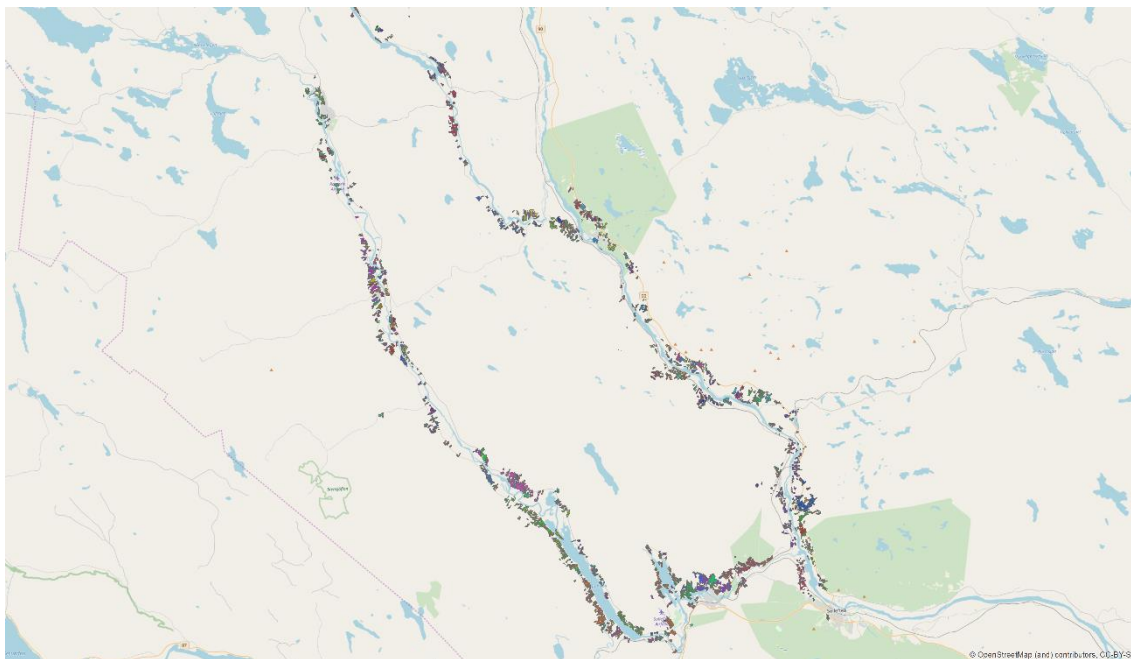
Tabell 2. Studieområden med antal skiften och brukningscentrum som använts i optimeringarna.

Geografi	Antal skiften	Antal brukningscentrum
Harplinge	1 939	96
Halmstad-Varberg	24 166	1 353
Sollefteå	2 944	164
Stockaryd	12 354	467
Mälardalen	12 556	618
Linköping	21 512	1 062
Öland	22 270	692
Gotland	32 091	1 431
Gotland (norr)	6 920	280
Gotland (syd)	12 759	555
Gotland (central)	12 412	596
Gotland (mitt)	11 412	516
Gotland (omkring)	20 678	915

Det finns en stor variation i hur de olika delområdenas geografi ser ut. Figur 4 och 5 illustrerar utbredningen för optimeringsalternativen ”Linköping” och ”Sollefteå”.



Figur 4. Studieområde ”Linköping” som omfattar 1 000 gårdar och mer än 21 000 skiften.



Figur 5. Studieområde "Sollefteå" som omfattar 160 gårdar och 3 000 skiften. Den geografiska utbredningen skiljer sig markant från studieområde "Linköping".

### 3.4 Underlag för beräkning av energi- och transportkostnader

Underlag för energianvändning och kostnader för transport av stallgödsel till fält och skörd till gården hämtades från Engström m.fl. (2015). Där uppskattades dieselanvändning och kostnaden av transport av redskap mellan gård och fält för några olika grödor med olika transportkaraktistik.

I detta projekt användes de i det förra projektet analyserade grödorna som bas för en gruppering av olika grödor. Grödor samlades i sex grödgrupper (se bilaga 1). Antal arbetsmoment för respektive grödgrupp sammanställs i tabell 3. Eftersom detta är en översiktlig beräkning förenklades t ex odlingsmetod, d.v.s. ekologisk eller konventionell, plöjningsteknik, som ju påverkar vilka redskap och hur ofta de ska köras till och från fältet. Olika arbetsmoment ingår i beräkningen: plöjning, harvning, sådd, vältning, mineralgödsling och sprutning, slåtter och strängläggning för vall, hackning för ensilering, tröskning för spannmål och potatisupptagning för potatis. I beräkningen ingår även inspektionen av fältet med personbil.

Tabell 3. Arbetsmoment för olika grödgrupper

Grödgrupp →	Höst- vete	Malt- korn	Höst- raps	Timotej- frö	Ensilage- vall	Potatis
Arbetsmoment ↓	Konv, ej halm- skörd	Konv, ej halm- skörd	Konv		3 skördar, treårig	Konv potatis
Plog	1	1	1	1	1/3	
Harv	1	1	1	1	1/3	1
Såmaskin	1	1	1	1	1/3	1
Vält	1	1	1		1	
Mineralgödsel	1	1	1		1	2
Spruta	1	1	1		0	2
Slåttermaskin					3	
Strängläggare					3	
Hack					3	
Tröska	1	1	1	1		
Potatisupptagare						1
Inspektion	3	3	3	3	3	
<b>Summa</b>	10	10	10	7	15	7

Baserad på avverkning per dag, d.v.s. hektar per arbetsdag för varje arbetsmoment, räknades antal körningar för varje redskap per ha (tur och retur). Genom att dela detta med en snitthastighet för fordon, får man hur lång tid per hektar en km på marginalen ger för de olika arbetsmoment. Därefter, med hjälp av dieselanvändning per timme (tabell 4) för olika maskiner och timkostnader förde olika redskap och fordon (tabell 5), får man dieselanvändning respektive kostnad per ha och extra kilometer för de olika arbetsmomenten. Till sist, genom att applicera matrisen i tabell 3 kan man beräkna dieselanvändning och transportkostnaden för de olika grödgrupperna (tabell 5).

Tabell 4. Hastighet, och dieselanvändning för olika fordon

Fordon	Transport hastighet km / timme	L / 100 km	L / timme**
Traktor 4WD 130 kw	30	66,67	20
Hack, självgående	20	168,00	50,4*
Tröska 9m bredd	20	272,00	54,4*
Potatisupptagare 4 rader	20	200,00	40*
Personbil	60	8,00	4,8

\* 80% av medelbränsleförbrukning

\*\* Maskinkostnader (2017)



Tabell 5. Timkostnad för olika redskap och fordon inkl. förare (Maskinkostnader, 2017)

Redskap / Fordon	Kommentar	Traktor (130kw) + bränsle + förare kr/h	Avdrag lägre dieselförbr kr/h	Redskap kr/h	Tot kostnad kr/h
<b>Plöjning</b>	6 skär	735	100	373	1008
<b>Harvning</b>	9m	735	100	444	1079
<b>Sådd</b>	universal kombi 4m	735	100	613	1248
<b>Vältning</b>	9m	663	100	383	946
<b>Mineralgödsel</b>	24m buren	663	100	213	776
<b>Spruta</b>	24m buren	663	100	451	1014
<b>Slåtter</b>	4m bogserad	735	100	570	1205
<b>Strängläggning</b>	9m	663	100	610	1173
<b>Hack</b>	självgående	2064	100		1964
<b>Tröska</b>	9m tröska	2936	100		2836
<b>Potatisupptagare</b>	4rader,	3936	100		3836
<b>Inspektion</b>	person + bil	400			400

Tabell 6. Dieselanvändning och transportkostnad per ha och extra kilometer för olika Grödgrupper

Grödgrupp →	Höst- vete	Malt- korn	Höst- raps	Timotej- frö	Ensilage -vall	Potatis	Ej transport
Diesel användning per hektar och extra km (L diesel/ha.km)	0,455	0,455	0,455	0,359	0,651	0,583	0,000
Transportkostnad per hektar och extra km (SEK/ha.km)	23,8	23,8	23,8	19,4	32,2	46,1	23,8

## 4 Resultat

Projektresultaten delas i in tre huvuddelar; tester och verifiering av optimeringsmodell, övergripande analys, samt praktisk användning på enskilda gårdar. I tester och verifiering av optimeringsmodell beskrivs resultaten från optimeringarna som gjorts för att utveckla och utvärdera optimeringsmodellen. Resultaten gällande de olika studieområdena är också en viktig del i en generell tolkning av den teoretiska potentialen till minskat transportarbete genom optimala skiftesbyten på nationell nivå.

I övergripande analys beskrivs resultaten för optimeringarna av Gotland och dess delområden med syfte att studera bl.a. vilken betydelse kanteffekter har på optimeringsresultatet. Här görs även en bedömning av hur resultaten kan skalas upp till nationell nivå.

I avsnittet praktisk användning på enskilda gårdar redovisas dels resultat för de optimeringar som gjordes inför de olika workshoparna, dels en sammanfattning av de diskussioner som fördes under workshoparna.

### 4.1 Tester och verifiering

I projektet har nio olika studieområden använts under utveckling och utvärdering av optimeringsmodellen. Studieområdena har en variation i storlek, geografi samt täthet vilket gör att resultaten bör vara relativt representativa för en stor del av Sveriges totala jordbruksareal.

Oavsett studieområde så är den teoretiska potentialen till kortare transporter genom optimala skiftesbyten mycket stor, mellan 33 och 60 %. Det innebär att om en omarrondering skulle genomföras där alla gårdar tilldelades de skiften som totalt sett skulle ge lägst sammanlagda transporter skulle transportbehovet kunna reduceras med 33–60 % vilket skulle generera lägre kostnader och mindre emissioner än idag. Tabell 6 redovisar skillnaden i transportarbete (optimeringsalternativet som minimerar km\*ha) vid olika alternativ jämfört med det aktuella läget 2016. Alternativet ”Alla” innebär det mest kontroversiella alternativet där alla kan byta med alla (och med hur många som helst) och ingen begränsning finns att en enskild gård inte ska få det sämre efter än före bytet. Alternativet ”Alla, ingen negativ” innebär att alla kan byta med alla (och med hur många som helst) men det finns en begränsning i att en enskild gård inte ska få det sämre efter bytet än före. Den teoretiska potentialen sjunker, vilket är helt naturligt eftersom modellen tillförs en begränsning, men inte särskilt mycket utan till mellan 30 och 52 %. I de två följande kolumnerna redovisas resultat för en mer praktisk tillämpning då en enskild gård får byta skiften med max två andra gårdar. Denna begränsning gör att den teoretiska potentialen sjunker ytterligare och ligger, för alternativet utan krav på att ingen ska förlora på bytet, på mellan 10 och 17 % samt mellan 8 och 16 % med krav att ingen ska förlora.

Tabell 7. Resultat för fyra olika optimeringsalternativ och de nio studieområdena. Resultaten visar skillnaden i procent mellan verkligheten (2016) och den teoretiskt optimala lösningen.

Geografi	Antal skiften	Antal gårdscentrum	Alla	Alla, ingen negativ	Max 2	Max 2, ingen negativ
Harplinge	1 939	96	33,3%	30,3%	12,3%	11,7%
Halmstad-Varberg	24 166	1 353	56,4%	50,2%	14,5%	12,9%
Sollefteå	2 944	164	41,9%	38,3%	13,6%	11,5%
Stockaryd	12 354	467	41,8%	37,6%	11,8%	10,3%
Mälardalen	12 556	617	38,9%	35,6%	13,4%	12,3%
Linköping	21 512	1 062	54,3%	51,4%	16,6%	15,6%
Öland	22 270	692	48,5%	46,9%	9,39%	8,1%
Gotland	32 091	1 431	50,8%	33,9%	13,1%	11,8%

## 4.2 Övergripande analys

Med hjälp av genomsnittliga transportkostnader för olika grödgrupper beskrivna i avsnitt 3.4 och beräkningen av transportavstånd mellan brukningscentrum och respektive skifte har de totala transportkostnaderna för 2016 beräknats till 1,831 miljarder kr med ett medeltransportavstånd på 6,2 km. Kostnaderna fördelar sig mellan grödgrupperna enligt tabell 7.

Tabell 8. Transportkostnader och medeltransportavstånd fördelat på olika grödgrupper.

Grödgrupp	Antal skiften	Areal (ha)	Transportkostnader (SEK)	Medelavstånd (km)
Ej transport	365 528	658 532	0	8,2
Ensilagevall (9109 kg TS/ha)	586 046	1 041 792	1 257 279 455	6,8
Höstraps (2961 kg/ha)	28 967	182 305	74 644 769	6,1
Höstvete Bröd (6140 kg/ha)	54 042	387 260	170 276 068	5,8
Malkorn (4900 kg/ha)	148 954	632 880	260 048 976	5,6
Potatis betor majs osv (30 ton/ha)	10 351	53 255	59 596 410	6,2
Timotejfrö (700 kg/ha)	8 837	31 805	9 574 803	6,0

För den övergripande analysen och studien av randeffekter i optimeringen gjordes optimeringar för Gotland och fem delområden. Resultatet för grundalternativet med målfunktionen som minimerar transportarbete (km\*ha) redovisas i tabell 8. För hela Gotland är den teoretiska potentialen till mindre transportarbete 51 % om alla tillåts byta med alla och utan krav på att ingen ska få högre kostnad efter byten. Potentialen sjunker till 34 % om kravet inkluderas och vidare till 10,4 % respektive 9,1 % om modellen har ett krav att varje gård får byta med maximalt två andra gårdar.

Tabell 9. Resultat för studieområde "Gotland" och dess delområden.

Geografi	Antal skiften	Antal gårdscentrum	Alla	Alla, ingen negativ	Max 2	Max 2, ingen negativ
Gotland	32 091	1 431	50,8%	33,8%	10,4%	9,1%
Gotland (norr)	6 920	280	38,0%	34,5%	11,4%	9,9%
Gotland (syd)	12 759	555	43,8%	40,6%	15,1%	14,4%
Gotland (central)	12 412	596	42,4%	39,1%	12,7%	11,7%
Gotland (mitt)	11 412	516	46,1%	43,3%	13,6%	12,9%
Gotland (omkring)	20 678	915	39,4%	36,8%	11,6%	10,3%

För att beräkna den potentiella besparingen för Sverige som helhet har ett antal antaganden gjorts. Dessa kan beskrivas enligt:

- De områden som analyserats är en bra representation för hela Sverige. Då kommer besparingarna i dessa områden också representera besparingen i hela Sverige.
- Den randeffekt som finns för optimeringen genom att vi inte kan utnyttja effekter på randen av områdena är lika i Sverige som för Gotland.

Genom att analysera hela Sverige kan vi beräkna att den totala transportkostnaden är 1,831 miljarder kr. Den totala kostnaden för de områden som ingår i studien är 149 miljarder kr (8,1 % av Sveriges totala kostnad).

I tabell 9 redovisas total besparing för områdena och den randeffekt som identifierats på Gotland. Kolumnen randeffekt är kompenserad så att besparing endast gäller för de områden där det faktiskt finns en randeffekt (d.v.s. ej Öland och Gotland).

Randeffekten är större för alternativ 1 medan för alternativ 2 och 3 är obefintlig. Detta är naturligt eftersom det finns många alternativ när fria samarbeten är tillåtna. Den sista kolumnen ger en prognosticerad besparing på hela Sverige.

Besparingar går från 195 miljarder kr där enbart en annan brukare ingår i samarbete och ingen kan förlora på det till 918 miljarder kr där alla brukare kan samarbeta utan restriktioner.

Tabell 10. Besparing via byten, randeffekter, total besparing för de områden som ingått i studien samt prognosticerad besparing för hela Sverige.

Alternativ	Besparing byten (%)	Randeffekt (%)	Besparing total (%)	Besparing hela Sverige (milj. kr)
Max 1	13,7	0,3	14,0	257
Max 1, ingen negativ	10,7	0,0	10,7	195
Max 2	15,9	0,0	15,9	292
Max 2, ingen negativ	12,4	0,0	12,4	227
Alla	45,3	4,9	50,1	918
Alla, ingen negativ	39,9	4,1	44,0	806

## 4.3 Praktisk användning, enskilda gårdar

För att utreda möjligheterna till praktisk användning av modellen för optimal skiftning av åkermark genomfördes ett antal workshoppar tillsammans med lantbrukare. Inför dessa gjordes optimeringar med den i projektet utvecklade modellen för att ta fram diskussionsunderlag i form av förslag till skiftning av åkermark. Följande kapitel redovisar dels resultaten från optimeringarna, dels de synpunkter och kommentarer som framkom i diskussioner under workshoparna.

### 4.3.1 Optimeringsresultat

Inför den första workshopen (steg 1) gjordes optimeringar med utgångspunkt i de utvalda gårdarna men utan kunskap om gårdarnas förutsättningar eller egna eventuella synpunkter eller önskemål. Gårdarna som valts ut är förhållandevis stora med brukade arealer på mellan 375 och 870 ha. De resultat som redovisades och diskuterades var optimeringsalternativen med målfunktionen som minimerar transportarbete (km\*ha) och varianterna ingen begränsning av antalet bytespartners, maximalt två bytespartners och maximalt en bytespartner.

I optimeringen användes ett krav att ingen gård ska förlora på att vara med i ett samarbete och krav på att skillnaden mellan den areal som respektive gård byter bort och den areal som gården byter till sig får vara max 10 %. Resultaten visar att det finns en stor potential att på gårdsnivå minska transportarbetet markant, mellan 20 % och 90 % beroende på optimeringsalternativ jämfört med utgångsläget 2016. Tabell 10 redovisar resultaten för de olika optimeringsalternativen.

Tabell 11. Resultat från optimeringarna för de fyra gårdarna i första workshoprundan. Siffran inom parantes redovisar skillnaden mot nuläget (2016).

Gård	Areal (ha)	Nuläge 2016 (km*ha)	Ingen begränsning (km*ha)	Max två (km*ha)	Max en (km*ha)
Gård 1	375	4 211	422 (-90%)	1 119 8 (-73%)	1 375 (-67%)
Gård 2	530	3 319	797 (-76%)	2 022 (-39%)	2 185 (-34%)
Gård 3	450	2 340	658 (-72%)	1 831 (-22%)	1 932 (-17%)
Gård 4	870	6 406	2 093 (-67%)	4 994 (-22%)	5 132 (-20%)

Inför den andra workshopen (steg 2) gjordes optimeringar för en av gårdarna från den första workshopen. Förutsättningarna var något mer specificerade dels genom att bruksningscentrum kunde anges exakt, dels genom att optimeringarna skulle göras med två definierade gårdar i närheten vars exakta bruksningscentra också var kända. Optimeringarna gjordes med målfunktion som minimerar transportarbete (km\*ha) samt både med och utan arealkrav (10 %). Resultaten visade att möjligheterna till besparing genom optimal skiftning av åkermarken även för dessa kombinationer av gårdar var väsentliga. Resultaten redovisas för optimeringarna med den ena av bytesgårdarna i tabellerna 11 (optimering med arealkrav) och 12 (optimering utan arealkrav).

Tabell 12. Resultat från optimering med arealkrav för två gårdar.

		Nuläge	Vid byten	Skillnad (%)
<b>Huvudgård</b>	Transportarbete (km*ha)	3 924	2 468	-37
	Avstånd (km)	7,5	5,3	-29
	Areal (ha)	534	498	-7
	Kostnad (kr)	249 000	163 000	-34
	Kostnad (kr/ha)	466	328	-30
<b>Bytesgård A</b>	Transportarbete (km*ha)	1 829	1 110	-39
	Avstånd (km)	5,4	2,2	-59
	Areal (ha)	403	438	+9
	Kostnad (kr)	124 000	86 000	-31
	Kostnad (kr/ha)	308	195	-37

Tabell 13. Resultat från optimering utan arealkrav för två gårdar.

		Nuläge	Vid byten	Skillnad (%)
<b>Huvudgård</b>	Transportarbete (km*ha)	3 924	1 411	-64
	Avstånd (km)	7,5	4,6	-39
	Areal (ha)	534	416	-22
	Kostnad (kr)	249 000	99 000	-60
	Kostnad (kr/ha)	466	237	-49
<b>Bytesgård A</b>	Transportarbete (km*ha)	1 829	1 290	-30
	Avstånd (km)	5,4	2,3	-57
	Areal (ha)	403	520	+29
	Kostnad (kr)	124 000	100 000	-20
	Kostnad (kr/ha)	308	191	-38

Resultaten visar att potentialen till lägre kostnader är stor, upp till 37 % lägre transportkostnader för en enskild gård i det aktuella exemplet vid förutsättningen att arealen efter byten inte får skilja mer än 10 %.

### 4.3.2 Workshop

Flera av lantbrukarna i steg 1 nämnde att de ofta gick med olika bytestankar, men att de trodde att det skulle bli svårt att hitta lantbrukare som ville byta mark. Tre av fyra gårdar i steg 1 var dock intresserade av att prova på att byta mark och föreslog potentiella bytesgårdar. Totalt kontaktades fyra potentiella bytesgårdar. Av dessa förslag fanns intresse hos två nya gårdar som deltog i steg 2.

Ingen av lantbrukarna såg någon större fördel med att ha mark långt bort, men att det är oundviklig i dagsläget när det är högt tryck på mark eftersom gårdar växer. Alla lantbrukarna var intresserade av att få ner sina transportkostnader, men konstaterade att transportkostnaderna inte alltid minskar av att få fälten nära gårdscentrum. Vissa satsade istället på att få färre skiften som är stora och med bra arrondering. ”Viktigare med stort än nära” eller ”byta för att skapa bättre fält” var kommentarer från lantbrukarna. Ett avstånd på 1,5 – 2 mil till fält var en realitet för flera av lantbrukarna.

En av lantbrukarna hade positiv erfarenhet av att ha mark på långt avstånd. Det hade sin fördel då det var olika odlingszoner. Då kunde de göra allt klart på ena stället för att sedan köra över hela maskinparken till det andra stället.

Syftet med markbytesverktyget är att lantbrukare ska få närmre till sina fält.

Lantbrukarna ansåg att man som lantbrukare har bra koll på vem som äger vilken mark i sitt närområde och att verktyget inte behövs för att identifiera lantbrukare att byta med. Däremot var verktyget bra för andra saker:

- Underlätta start av diskussionerna för de som funderar på att byta mark
- Identifiera olika möjligheter till byten. De olika kartorna är en viktig del av verktyget
- Utgöra ett rättvist beslutsstöd
- Visa hur flera lantbrukare som köper mark tillsammans kan dela på marken
- Visa hur mycket varje part sparar (i kronor och tid)
- Skifte mot skifte. Båda parter pekar på var sitt fält. Hur blir det då?
- Utgöra en handelsplats för byte av mark (likt Skira för spannmålsmarknaden)

Vid ett markbyte behöver man väga intresse från både parter gällande många olika parametrar. Under samtalen kom följande parametrar upp: arrondering, jordart (fosfor-, kaliumkartor), ogräs (flyghavre, renhavre, kvickrot, tistel), avstånd, storlek, dränering, dikesigenläggning samt skördepotential. En modell för en ekonomisk kompensation till den part som vinner minst på bytet bör övervägas.

En annan aspekt som bör övervägas att utvecklas i verktyget är att även beräkna konsekvensen av kostnadsbesparingen man får av transportminskningen mot intäktsbortfallet som blir en följd av att man t.ex. får mindre mark vid markbytet. Här skulle även besparing i arbetstid kunna presenteras separat istället för att ingå i den totala kostnadsbesparingen.

Markbyte får flera följdkonsekvenser man måste tänka igenom, t.ex. har man lagringskapacitet på plats eller överhuvudtaget tillräckliga resurser (maskin, personal etc.) när man kanske får mer mark än innan?

Verktyget får också gärna utvecklas så att:

- Nyckeltal kring arrondering visas.
- Kostnad i kronor per hektar visas. Blir intressant för att kunna jämföra med skördepotential. Det är svårt att utvärdera just nu.
- Byte av t.ex. 20 ha dålig mark mot 10 ha bra mark är möjligt.
- Någon opartisk organisation ansvarar för verktyget.
- Coaching med t.ex. avtal erbjuds.

### 4.3.3 Hinder och förutsättningar för markbyten

En förutsättning för att byta mark är att man äger marken. Många lantbrukare arrenderar mark och man bygger upp en relation och ett förtroende med markägaren som man inte vill förstöra. Allra lättast är att byta mark som man inte har ägt så länge. Då har man ännu inte satsat så mycket på t.ex. jordförbättring och det finns inga historiska band till marken som försvårar. Lantbrukare nämnde att det är ”svårt att se sin mark skötas av andra”.

Lantbrukarna nämnde också att det kan vara svårt att byta mark p.g.a. känslor t.ex. grannar som inte gillar varandra eller för att det är konkurrens mellan närmaste gårdar. Flera nämnde att de trodde att markbyten skulle vara lättare att överväga och



genomföra vid generationsskiften. De såg att trenden inom jordbruket går mot större gårdar med högre utbildade lantbrukare som tänker lönsamhet.

Det är en relativt hög tröskel att vilja byta mark. Ett alternativ till att byta mark genom att köpa/sälja är att istället byta brukare under en tid, t.ex. genom att byta tjänster/arbeten eller sambruka med någon man litar på. Gödning och spridning är tjänster som lantbrukarna själva nämnde som möjliga att börja med för att sedan följa med t.ex. skörd och sist jordbearbetning. Plöjning är inte svårt att göra långt bort och behöver inte bytas. Man vill gärna börja i liten skala och se vad som händer. Överlag är det mycket viktigt att lantbrukare "litar på varandra", något som också framkom i (Eriksson m.fl., 2017).

Ska man sambruka eller på annat sätt samarbeta på samma mark är det viktigt att båda lantbrukarna har samma tänk gällande odlingen, kring t.ex. plöjning, sprutning, ekologiskt/ konventionellt etc. Att bygga upp den jordkvalitet man önskar är många års arbete och lantbrukare väljer att sköta sin mark och odling på olika sätt. Vid sambruk har man möjlighet att årligen optimera för växtföljd, att göra en gemensam plan för varandras växtföljder. Det ger en möjlighet att från år till år öka eller minska arealen utifrån behov p.g.a. växtföljd. Även här finns behov av en ekonomisk modell t.ex. för hur vinsten ska delas. Att skriva ettåriga arrendeavtal, utan besittningsskydd, kan vara en lösning för att reglera alla villkor från år till år mellan lantbrukarna.

Om man ligger på samma tekniska nivå, till exempel om man har samma typ av utrustning som GPS-styrning etc , underlättar det utbyte av tjänster och aktiviteter.

Den åker som brukas av en gård är ofta en blandning av ägd och arrenderad mark. I de fall där man vill sambruka eller byta tjänster måste även markägaren bli involverad för att godkänna planerad sambrukning eller tjänstebyte.

## 4.4 Energiförbrukning

Energiförbrukning för transporter mellan fält och gård i Sverige uppskattas till ca. 35 000 m<sup>3</sup> diesel vilket motsvarar 340 GWh (tabell 13). Största delen används för att transportera skörden från fält till gård (55 %). Transport av gödsel till fält och transport av redskap mellan gård och fält svarar för ungefär samma energiförbrukning, mellan 22 % och 23 % av transport mellan fält och gård. Denna energiförbrukning motsvarar ca. 100 000 ton CO<sub>2eq</sub> och kostar över 2 miljarder SEK.

Tabell 14. Dieselförbrukning, energianvändning, klimatpåverkan, samt kostnaden för transporter mellan fält och gård i Sverige.

Transport	Volym diesel (m <sup>3</sup> )	Energi (MWh)	Klimatpåverkan (ton CO <sub>2eq</sub> )	Kostnad (Mkr)
Gödsel	7 667	74 983	21 537	410
Skörd av spannmål, vall, och halm	19 100	186 745	54 178	1 442
Transport av redskap	8 009	78 332	22 426	410
<b>SUMMA</b>	<b>34 776</b>	<b>340 060</b>	<b>98 141</b>	<b>2 262</b>

## 5 Diskussion

Den teoretiska potentialen till lägre kostnader och mindre energiåtgång vid skiftning av åkermark är hög enligt beräkningarna. Upp till 50 % lägre kostnader för berörda transporter på Sverigenivå och ännu högre potentialer för enskilda gårdar. Siffran för hela Sverige eller för de delområden som analysen bygger på är dock att se som teoretiskt optimal eftersom den förutsätter att samtliga gårdar skiftar åkermark precis som resultaten från optimeringen säger, något som är otänkbart i praktiken idag. Det som däremot är möjligt är att använda metodiken i mindre områden eller för två eller några få gårdar i taget. På totalen kommer då inte den maximala besparingspotentialen att kunna uppnås, men för enskilda gårdar, kombinationer av gårdar eller för byar kommer möjligheten att minska transportarbetet att vara mycket stor. Byten som leder till mindre besparingar, mindre än 10 % kommer sannolikt inte bli aktuella i verkligheten, utan det är främst de byten som ger större besparingsmöjligheter som kommer bli intressanta för lantbrukare.

Underlag till beräkningarna är information om vilka skiften, vilka brukare och vilka grödor som odlades år 2016 vilket innebär att resultaten i första hand speglar de förutsättningarna. Men skillnaderna mot andra år är troligen inte avgörande stora och generella slutsatser bör därför kunna dras från resultaten. Det kan dock vara värt att undersöka vidare, exempelvis genom att studera data från en längre tidsserie om 5–10 år.

Med nuvarande metod är det omöjligt att inom rimlig tid analysera hela Sverige samtidigt. Istället har ett antal delområden valts ut för att genom dessa få underlag till att skala upp resultaten till Sverigenivå. Ett problem som uppstår när delområden skapas är den randeffekt som blir i delområdets yttergräns. För att studera hur stor denna är och för att förstå dess effekt när delområdenas resultat skalas upp till Sverigenivå har en specialanalys gjorts med Gotland som underlag. Med hjälp av resultatet från denna analys var det möjligt att ta hänsyn till randeffekten vid uppskalning av resultat från delområden till Sverigenivå. Urvalet av delområden har gjorts med hänsyn till att hitta en variation i förutsättningar i jordbrukslandskapet men utan ambition att vara fullständigt heltäckande p.g.a. tidsbegränsning. I ett fortsatt arbete skulle ytterligare delområden kunna läggas till beräkningarna för ännu mer variation.

I underlaget till beräkningarna syns endast vilken gröda som odlades 2016 och inte vad som odlats tidigare eller vad som är planerat att odla på respektive skifte. Det innebär att modellen kan föreslå skiftning av åkermark som enligt växtföljder inte är lämpligt. Att sätta villkor i modellen för skiftning av åkermark med samma gröda är möjligt men inte lämpligt eftersom det skulle skapa alltför stora begränsningar i vilka alternativ som är möjliga för modellen att byta med varandra. Skiftning av åkermark är sannolikt en långsiktig aktivitet och då har det ingen betydelse vad som odlas ett enskilt år. I modellen finns dock hänsyn tagen till att odlad mark inte kan bytas mot betesmark.

Beräkningarna av avstånd från brukningscentrum till skifte bygger dels på snappning av skiftets eller blockets mittpunkt till närmsta väg, dels en specifik metod för vägval utifrån NVDB. Beräkningen förutsätter dessutom att brukningscentrum är korrekt angivet, vilket det bevisligen inte alltid är. För de övergripande analyserna på delområden är den sammanlagda effekten sannolikt inte stor, men i en optimering för praktisk användning mellan två eller några få gårdar kan det ha stor betydelse. I ett framtida verktyg för skiftning av åkermark är det därför viktigt att brukningscentrum kan anges exakt, liksom var det finns påfarter till skiftena och om det finns vägar att köra som inte är registrerade i NVDB.

Att utveckla en produkt för skiftning av åkermark, exempelvis en webbapplikation, kräver förutom en analys av de kommersiella förutsättningarna, mycket god kunskap om vad potentiella användare har för behov. Användare och eventuellt andra intressenter bör därför tillsammans med utvecklare diskutera krav- och behovsspecifikation för att definiera inte bara innehållet utan även hur ett verktyg för skiftning av åkermark bör utformas. Både optimeringsmodell och användargränssnitt kan behöva vara olika beroende på syftet och vem applikationen riktar sig till, exempelvis om den används av enskilda lantbrukare eller konsulter/rådgivare. En applikation kommer ställa höga krav på användarvänlighet och resultatpresentation. Underliggande beräkningar för avstånd mellan brukningscentrum och skiften samt optimeringsmodell kommer också vara viktiga delar i applikationen. Förutom att kunna beräkna optimala byten av skiften mellan två eller flera gårdar måste en applikation ha möjlighet att räkna på byten av enskilda skiften där lantbrukare definiera exakt vilka skiften det handlar om och genom beräkningen vill få information om hur stor besparingen blir om just dessa skiften byts mot varandra.

Det kan dessutom vara aktuellt att inkludera möjligheter till kostnads- eller vinstdelning mellan gårdar i applikationen. I många fall är fördelningen av den totala vinsten/kostnadsbesparingen inte lika mellan de ingående gårdarna och i de fallen kan metoder för rättvis kostnads- eller vinstdelning användas i beräkningarna, något som inte utvecklats i detta projekt men kan bli aktuellt i en fortsättning.

En viktig poäng som framkom i workshoparna var att optimeringsresultatet inte nödvändigtvis måste leda till ägarbyte utan mycket väl, åtminstone inledningsvis, kan stanna vid byte av brukare genom arrendeavtal eller endast byte av tjänster under vissa delar av året och för specifika skiften. Detta är också något som bör tas i beaktande vid utveckling av en applikation.

En idé till ett fortsättningsprojekt är att utveckla en prototyp till applikation för skiftning av åkermark. I projektet bör då de kommersiella förutsättningarna, affärsmodell samt ägarskap och förvaltning utredas. Övriga förutsättningar som diskuterats i projektet, exempelvis hur olika intressen från olika parter kan vägas mot varandra, vilken hänsyn som modellen ska ta till marktekniska förutsättningar såsom jordart, arrondering, dränering, ekologisk eller konventionell odling etc. eller vilka

värden som ska visas i resultaten (kostnader, arbetstid, intäktsbortfall etc.) bör också utredas.

Ett fortsättningsprojekt bör också innehålla diskussioner om hur en applikation kan/bör användas och beskriva de olika användningsfall som kan vara aktuella. I detta projekt har flera tänkbara användningsfall identifierats, exempelvis två enskilda lantbrukare eller konsulter/rådgivare som kan ge förslag till lönsamma byten.

Projektet bör även fokusera på hur en applikation och dess möjligheter kan spridas på bred front. Ett eget initiativ från lantbrukare om en önskan om att byta mark för att minska transportbehovet är en förutsättning och kommer att bli vanligare om information om möjligheterna är allmänt känd.

## 6 Slutsatser

Det finns en tydlig potential att energieffektivisera jordbruket genom skiftning av åkermark. I teorin kan kostnaderna för transporter mellan gård och fält minska med upp till 50 % och de sammanlagda utsläppen av koldioxidekvivalenter minska med nästan 50 000 ton.

Både de lantbrukare och de intressenter som varit med i projektet visade ett tydligt intresse för markbyte och det verktyg som utvecklats för att beräkna bytespotentialen. Det innebär att det finns goda möjligheter att idén kan komma till praktisk tillämpning och leda till minskad energiåtgång i jordbruket.

### 6.1 Markbyte

I projektet fokuserade vi mest på markbyte för att kunna minska avstånd mellan gård och fält och få ner transportkostnaden. Det finns dock ytterligare parametrar man bör ta hänsyn till vid markbyte. Dessa parametrar sammanställs nedan.

**Avstånd:** Ingen lantbrukare ser det som en fördel att bruka mark som ligger lång från gårdscentrum.

**Arrondering:** Det kan löna sig att bruka mark som ligger längre bort från gården om arronderingen är bättre, eftersom besparing i fältet är större än förlusten kopplat till transport till och från fältet.

**Jordart:** Jorden måste ha liknande egenskaper för att kunna passa produktionen.

**Ägarskap:** Det är lättare att byta mark (ev. byta tjänst) mellan två lantbrukare som äger marken som ska bytas. Det är även lättare att byta mark om man har ägt eller brukat marken bara en kort tid.

**Odlingsteknik:** Markbyte mellan lantbrukare med olika odlingsteknik är svårare, t.ex. plöjningsmetod, ekologiskt eller konventionellt, växtodlare eller djurhållning.

**Växtföljd:** Vi markbyte måste de skiften som byts passa i den andras växtföljd.

**Förtroende /känslor:** Att ha förtroende för den andra lantbrukaren man byter mark med är ett måste.

Dessutom finns det ytterligare aspekter som inte utretts i projektet men som kan ha betydelse vid markbyte såsom eventuella skatteeffekter, konsekvenser för miljörapporter, krav på spridningsareal vid djurhållning, konsekvenser för gårdsstöd och förgröningsstöd m.m.

## 6.2 Verktyget

Verktyget som utvecklades i projektet har mottagits positivt både av lantbrukarna och andra intressenter. Verktyget fokuserade mest på att minska avstånd mellan gård och fält. Att inkludera alla parametrar som nämns ovan (6.1) är opraktiskt, om inte omöjligt. Dock, kan verktyget användas för att fylla olika syften:

**Initiera diskussion:** verktyget ger bra underlag för att initiera en bytesprocess, t.ex. med kartor.

**Identifiera olika möjligheter till byten:** verktyget kan visa tydlig vilka skiften kan bytas för att minska transportkostnad.

**Få ett rättvist beslutstöd:** det är viktig att underlag kommer från en opartisk tredje part och inte från lantbrukaren själv.

**Visa besparingspotential:** verktyget kan visa besparingspotential i avstånd, tid och pengar.

**Visa specifika byte:** verktyget kan användas för att visa ett specifikt byte och ge besparingspotential för den.

**Skapa en handelsplats för att byta av mark:** Verktyget kan användas för att skapa en handelsplats för markbyte.

För dessa syften är den utvecklade optimeringsmodellen och dess lösningsmetod praktiskt tillämpbar. Med två eller några få gårdar görs optimeringen på mycket kort tid vilket exempelvis gör det enkelt att testa många olika bytesalternativ. Att inkludera ytterligare villkor i optimeringen, exempelvis krav på likartade jordarter, är möjligt men kommer bara ge bra resultat om informationen håller tillräckligt hög kvalitet. Utifrån de praktiska tester som gjorts med modellen och den dialog som förts med intresserade bytespartners så är det möjligt att utveckla ett användbart verktyg för ändamålet.

## 7 Referenser

Engström J., Gunnarsson C., Baky A., Sindhøj E., Eksvärd J., Orevendal J., Sjöholm N., 2015, *Energieffektivisering av jordbrukets logistik – pilotprojekt för att undersöka potentialer*, Rapport 441, Lantbruk & Industri. JTI – Institutet för jordbruk- och miljöteknik, Uppsala

Eriksson A., Johansson J., Lindqvist M., Olofsson I-M., Öhlin J., 2017. *Markbyte – Ett alternativ för en varierad växtföljd*. SLU Uppsala

Flisberg P., Lidén B., Rönnqvist M. and Selander J. *Route selection for best distances in road databases based on drivers' and customers' preferences*. Can. J. For. Res. 42: 1126–1140 (2012). doi:10.1139/X2012-063.

Maskinkostnader, 2017. Maskinkalkylgruppen och HIR Malmöhus

SEGES, 2018. *Jordfordeling og økonomiske perspektiver - Tema fra Produktionsøkonomi Planteavl 2017*.

[https://www.landbrugsinfo.dk/oekonomi/produktionsoekonomi/sider/eo\\_17\\_7440\\_ap\\_4\\_jordfordeling\\_og\\_oekonomiske\\_perspektiver.aspx](https://www.landbrugsinfo.dk/oekonomi/produktionsoekonomi/sider/eo_17_7440_ap_4_jordfordeling_og_oekonomiske_perspektiver.aspx) besökt 6/04/2018

Davidsson A., Asmoarp V., 2019. Skogsbrukets vägtransporter 2010. Arbetsrapport 1007-2019. Skogforsk.

[echangeparcelle.fr](https://www.echangeparcelle.fr/), 2019. Tillgänglig på <https://www.echangeparcelle.fr/>



## 8 Bilaga 1

Tabell 15. översättningstabell med indelning av grödor i Grödgrupp resp Bytesgrupp.

Grödkod	Gröda	Grödgrupp (baserat på ungefärlig avkastning)	Bytesgrupp
1	Korn (höst)	Malkorn (4900 kg/ha)	Åker
2	Korn (vår)	Malkorn (4900 kg/ha)	Åker
3	Havre	Malkorn (4900 kg/ha)	Åker
4	Vete (höst)	Höstvete Bröd (6140 kg/ha)	Åker
5	Vete (vår)	Malkorn (4900 kg/ha)	Åker
6	Blandningar av baljväxter eller klöver till grovfoder/ensilage	Malkorn (4900 kg/ha)	Åker
7	Rågvete (höst)	Malkorn (4900 kg/ha)	Åker
8	Råg	Malkorn (4900 kg/ha)	Åker
9	Majs	Höstvete Bröd (6140 kg/ha)	Åker
10	Bovete	Malkorn (4900 kg/ha)	Åker
11	Spannmålsförsök	Malkorn (4900 kg/ha)	Åker
12	Blandsäd (stråsådesblandningar)	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
13	Blandsäd (spannmåls-/baljväxtblandning), mer än 50% spannmål	Malkorn (4900 kg/ha)	Åker
14	Kanariefrö	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
15	Hirs	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
16	Stråså till grönfoder/ensilage	Höstvete Bröd (6140 kg/ha)	Åker
17	Fågelåker	ej transport	Åker
20	Raps (höst)	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
21	Raps (vår)	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
22	Rybs (höst)	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
23	Rybs (vår)	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
24	Solros	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
25	Oljeväxtförsök	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
26	Högerukaraps	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
27	Vitsenap	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
28	Oljerättika	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
29	Rågvete (vår)	Malkorn (4900 kg/ha)	Åker
30	Ärter (ej konservärter)	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
31	Konservärter	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
32	Åkerbönor	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
33	Sötlupiner	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
34	Proteingrödsblandningar (baljväxter/spannmål)*	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
35	Bruna bönor	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
36	Vicker	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
37	Kikärter	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
38	Sojabönor (oljeväxt)	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
39	Sojabönor (foderväxt)	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker

40	Oljelin	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
41	Spånadslin	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
42	Hampa	Ensilagevall (9109 kg TS/ha)	Åker
43	Bönor övriga	Höstraps (2961 kg/ha)	Åker
45	Matpotatis	Potatis betor majs osv (30 ton/ha)	Åker
46	Stärkelsepotatis	Potatis betor majs osv (30 ton/ha)	Åker
47	Socketbetor	Potatis betor majs osv (30 ton/ha)	Åker
48	Foderbetor	Potatis betor majs osv (30 ton/ha)	Åker
49	Slåtter och betesvall på åkermark med en vallgröda som ej är godkänd för miljöersättning	Ensilagevall (9109 kg TS/ha)	Åker
50	Slåtter och betesvall på åker	Ensilagevall (9109 kg TS/ha)	Åker
51	1-2 årig Slåtter- och betesvall på åker (bara för vallodling, åtaganden 2014 eller tidigare).	Ensilagevall (9109 kg TS/ha)	Åker
52	Betesmark (ej åker)	Ej transport	Bete
53	Slåtteräng (ej åker)	Ej transport	Bete
54	Skogsbete	Ej transport	Bete
55	Fäbodbete som inte ger rätt till gårdsstöd och kompensationsstöd	Ej transport	Bete
56	Alvarbete (Öland, Gotland)	Ej transport	Bete
57	Slåttervall på åker (kontrakt med vallfodertork)	Ensilagevall (9109 kg TS/ha)	Åker
58	Gräsfrövall (ettårig)	Timotejfrö (700 kg/ha)	Åker
59	Gräsfrövall (flerårig)	Timotejfrö (700 kg/ha)	Åker
60	Träda	Ej transport	Åker
61	Fäbodbete som ger rätt till gårdsstöd och kompensationsstöd	Ej transport	Bete
62	Klöverfrövall	Timotejfrö (700 kg/ha)	Åker
63	Energigräs	Ensilagevall (9109 kg TS/ha)	Åker
65	Salix	ej transport	Ej byte
66	Anpassade skyddszoner	ej transport	Åker
67	Poppel	Ensilagevall (9109 kg TS/ha)	Ej byte
68	Hybridasp	Ensilagevall (9109 kg TS/ha)	Ej byte
69	Mångfaldsträda	ej transport	Åker
70	Jordgubbsodling	Timotejfrö (700 kg/ha)	Åker
71	Övrig bärodling	Timotejfrö (700 kg/ha)	Ej byte
72	Fruktodling	Timotejfrö (700 kg/ha)	Ej byte
74	Grönsaksodling (köksväxter)	Timotejfrö (700 kg/ha)	Åker
77	Skyddszon	ej transport	Åker
78	Plantskolor med odling av permanenta grödor	ej transport	Åker
79	Kryddväxter och utsäde grönsaker	Timotejfrö (700 kg/ha)	Åker
80	Grönfoder	Ensilagevall (9109 kg TS/ha)	Åker
81	Gröngödsling	ej transport	Åker

82	Våtmark	ej transport	Ej byte
83	Julgransodling	Timotejfrö (700 kg/ha)	Ej byte
85	Trädgårdsodling (ej köksväxter, frukt eller bär)	Timotejfrö (700 kg/ha)	Åker
86	Ej stödberättigande gröda (bara för ersättningarna inom ekologisk produktion samt kretsloppsriktad produktion)	ej transport	Åker
87	Annan stödberättigande gröda (bara för ersättningarna inom ekologisk produktion samt kretsloppsriktad produktion)	ej transport	Åker
88	Övrig odling på åkermark***	ej transport	Åker
89	Mosaikbetesmark	ej transport	Bete
90	Gräsfattiga marker	ej transport	Bete
95	Betesmark och slätteräng under restaurering	ej transport	Bete
96	Mosaikbetesmarker och andra gräsfattiga marker	ej transport	Bete

Through our international collaboration programmes with academia, industry, and the public sector, we ensure the competitiveness of the Swedish business community on an international level and contribute to a sustainable society. Our 2,200 employees support and promote all manner of innovative processes, and our roughly 100 testbeds and demonstration facilities are instrumental in developing the future-proofing of products, technologies, and services. RISE Research Institutes of Sweden is fully owned by the Swedish state.

I internationell samverkan med akademi, näringsliv och offentlig sektor bidrar vi till ett konkurrenskraftigt näringsliv och ett hållbart samhälle. RISE 2 200 medarbetare driver och stöder alla typer av innovationsprocesser. Vi erbjuder ett 100-tal test- och demonstrationsmiljöer för framtidssäkra produkter, tekniker och tjänster. RISE Research Institutes of Sweden ägs av svenska staten.



RISE Research Institutes of Sweden AB  
Box 7033, 750 07 UPPSALA  
Telefon: 010-516 50 00  
E-post: [info@ri.se](mailto:info@ri.se), Internet: [www.ri.se](http://www.ri.se)

Jordbruk och livsmedel  
RISE Rapport 2019:43  
ISBN: