

Precisionsbekämpning eller annan teknik i växtskyddsarbetet

Vilka förutsättningar finns att minska användningen av kemiska växtskyddsmedel fram till 2030?



- De precisionstekniker som bedöms tillgängliga inom perioden fram till 2030 beräknas minska använd mängd herbicider med knappt 4 % förutsatt nuvarande teknikutveckling på företagsnivå utan någon ekonomisk stöttning
- En bedömning är att en minskning av användningen av herbicider upp mot 20 % till år 2030 kan åstadkommas med hjälp av ekonomisk stöttning som stimulerar användningen av precisionsteknik
- Först på längre sikt kan precisionsbekämpning bidra till minskad användning av herbicider. En ökad användning av precisionsteknik kräver ökad lönsamhet för att kunna bekosta tekniken i enskilda företag. Olika typer av kunskapshöjande insatser till lantbrukare och rådgivningsföretag skulle behövas.

Regeringen har genom Livsmedelsstrategin specificerat att Växtskyddsrådet, under ledning av Jordbruksverket, ska arbeta för att uppnå ett hållbart växtskydd. Denna rapport är framtagen efter initiativ från Växtskyddsrådet och är ett led i Växtskyddsrådets uppdrag att stödja implementeringen av Livsmedelsstrategin. De i rådet ingående organisationerna kan trots detta ha avvikande inställning till slutsatser som framkommer i rapporten, och Växtskyddsrådet som helhet kan därför inte per automatik betraktas gemensamt stå bakom innehållet.

Rapporten ger en bild av de tekniker inom precisionsbekämpning som kan tänkas finnas på marknaden till 2030. Uppskattningar är gjorda på hur mycket dessa tekniker kan minska användningen av växtskyddsmedel i Sverige under förutsättningar att de är tillgängliga.

Författare:

Christer Johansson
Frans Johnson
Sone Ekman
Mats Allmyr
Sunita Hallgren (redaktör)

Foto framsida: Christer Johansson

Sammanfattning

Precisionsteknik är ett viktigt hjälpmedel för att på sikt kunna minska användningen av växtskyddsmedel. På kort sikt ska dock inte potentialen överskattas eftersom tiden för implementering i lantbruket ofta tar längre tid än förväntat. Rådgivningens uppgift är till stor del att genom lönsamhetsberäkningar påvisa de vinster olika tekniker kan ge på gårdsnivå. De flesta tekniker som nämns i denna rapport är fortfarande under utveckling och har ”barnsjukdomar” som försvårar och fördröjer användningen hos lantbrukare som inte är speciellt intresserade av ny teknik.

Reduktionspotential

Bedömningen är att till år 2030 kommer precisionsteknik kunna minska användningen av herbicider med knappt 4 % i Sverige. Detta förutsätter att teknikutvecklingen och implementeringen fortgår i samma takt som i nuläget. Satsningar på kunskap, utbildning och fältförsök men också ekonomiskt stöd kan påskynda användandet av precisionsteknik.

De tekniker som kommer få störst genomslag inom de närmaste åren är:

- GNSS-teknik för att minska dubbelsprutningar vid kemiska bekämpningar
- Förbättrad teknik på bomsprutor såsom pulsstyrning och automatiskt växlade munstycken
- Radsprutningssystem i radodlade grödor som antingen består av kombinerade kemisk- och mekaniska insatser eller att behandlingen med växtskyddsmedlet bara sker över kulturgrödan
- Punkt- och sektionsstyrning av växtskyddsåtgärder som föregåtts av skanningar av ogräs eller skadegörare
- Smart-spraying, där identifikation av ogräs eller skadegörare sker i samma överfart som bekämpningen
- Autonom teknik, i första hand för att ersätta manuell ogrärensning i trädgårdsgroddor med hjälp av robotar
- Bättre beslutsunderlag, denna teknik kan bestå av exempelvis lokala väderstationer, detektion av svamp och insekter samt olika typer av varning och prognosmodeller

I Sverige sker ett mycket begränsat utvecklingsarbete kring precisionsteknik. Vi är därför i hög grad beroende av utvecklingen och införandet av precisionsteknik i vår omvärld. Både Danmark och Norge har betydligt fler utvecklingsprojekt och företag som arbetar inom denna sektor. Det är därför rimligt att de tekniker och system som kommer bli stora i våra grannländer även kommer att dominera i Sverige.

Maskinbranschen har en stor roll i införandet av ny teknik på marknaden. Flera av de system som beskrivs har utvecklats av eller i samarbete med de större maskintillverkarna i världen. För att lantbrukare ska våga investera i ny teknik förutsätter detta att säljorganisationerna har en väl utbyggd service för både de tekniska systemen och den mjukvara som används. Hur stora maskinleverantörer agerar kommer därför ha stor inverkan på vilken teknik som kommer användas inom lantbruket.

Kostnader

Om en ökad satsning på precisionsbekämpning är önskvärd, som en del i att försöka minska använda mängder växtskyddsmedel, kommer detta att innebära betydande investeringar på gårdsnivå. Olika former av ekonomiskt stöd är tänkbara för att påskynda användningen av precisionsbekämpning. Exempelvis skulle ett investeringsstöd liknande det som finns i Danmark kunna bidra till att precisionsbekämpning minskar herbicidanvändningen i Sverige med 20 procent. I så fall krävs enligt våra beräkningar offentligt stöd i storleksordningen 1 miljard kronor, utslaget på en flerårsperiod. Utslaget på exempelvis en femårsperiod motsvarar en miljard kronor drygt 3 procent av jordbrukets investeringar i traktorer och fältmaskiner. Kostnader ska alltid sättas i ett samhällsekonomiskt perspektiv och avvägningar behöver göras för att nå andra samhälleliga mål.

Möjligheter, hinder och åtgärder för mer precisionsteknik

Kunskapsnivån om precisionsteknik måste öka hos lantbrukarna för att dessa mål ska kunna nås. En fristående rådgivning är helt nödvändigt för att kunna visa på nyttan och de ekonomiska fördelarna med att investera i precisionsteknik.

Demonstrationer och fältförsök behöver genomföras för att lantbrukarna ska våga ta steget och köpa nya teknikersystem. De regelbundet återkommande behörighetsutbildningarna för alla lantbrukare som använder växtskyddsmedel är ett exempel där precisionsteknik skulle kunna förklaras för många på ett enkelt sätt.

För att ytterligare implementera GNSS-teknik och sektionsavstängning finns det stora möjligheter att uppdatera äldre sprutor som fortfarande används. Detta kan stödjas genom rådgivning och information exempelvis genom standardkalkyler, prisexempel och vilka leverantörer som erbjuder dessa system.

Ekonomisk stöttning till lantbrukare som vill satsa på ny teknik för precisionsbekämpning skulle kunna vara ett sätt för att skynda på implementeringen. I våra grannländer finns till exempel investeringsstöd på 40 % för flertalet av de tekniker som beskrivs i rapporten.

För att få i gång arbetet med skanning av exempelvis ogräs borde rådgivningsföretag och privata aktörer satsa på att utveckla tjänster till lantbruket. Investeringskostnaden är hög för dessa system och kan därför inte köpas på gårdsnivå i dagsläget. Detta kan dock erbjudas lantbrukare som en tjänst där man betalar för den areal som skannats och tilldelningsfiler skapats.

Möjliga åtgärder, förslag i korthet

- Obligatoriska inslag på behörighetskurser om precisionsteknik
- En satsning på demo/försök på IPM-demogårdar och fältdagar
- Tillsätta en nationell samordningsgrupp för precisionsfrågor
- Utbildningsdagar ”Hur kommer jag igång med precisionsodling”
- Undersöka möjligheter för investeringsstöd till precisionsteknik
- Stöd för rådgivningsorganisationer att investera i tekniska hjälpmedel

I rapporten föreslås inga styrmedel utan en bedömning görs av hur ekonomisk stöttning skulle påverka användandet av mer precisionsteknik vid användning av växtskyddsmedel i svensk växtodling.

Summary

Precision technology is an important tool for eventually reducing the use of pesticides. However, in the short term, the potential should not be overestimated, as the implementation time in agriculture often takes longer than expected. The task of advisory services is largely to demonstrate, through profitability calculations, the benefits that different techniques can provide at the farm level. Most of the techniques mentioned in this report are still under development and have "teething problems" that complicate and delay their adoption by farmers who are not particularly interested in new technology.

Reduction potential

The assessment is that by the year 2030, precision technology will be able to reduce the use of herbicides by just under 4% in Sweden. This assumes that the pace of technological development and implementation continues at the current rate. There are several ways to accelerate progress, including investments in knowledge through education and field trials, as well as financial support, which can expedite the adoption of precision technology.

The technologies that will have the greatest impact in the coming years are:

- GNSS technology to reduce overlapping spraying during chemical treatments.
- Improved technology in boom sprayers, such as pulse control and automatically switched nozzles.
- Row spraying systems in row crops, which involve combined chemical and mechanical interventions or applying the pesticide treatment only over the crop area.
- Point and section control of pest management measures preceded by scans of weeds or pests.
- Smart spraying, where weed or pest identification occurs in the same pass as the treatment.
- Autonomous technology, primarily to replace manual weed removal in horticultural crops using robots.
- Better decision support, which could involve local weather stations, detection of fungi and insects, as well as various types of alerts and forecast models.

In Sweden, there is limited development work related to precision technology. As a result, we are highly dependent on the development and implementation of precision technology in our surrounding countries. Both Denmark and Norway have significantly more development projects and companies working in this sector. It is reasonable to assume that the technologies and systems that become prominent in our neighbouring countries will also dominate in Sweden.

The machinery industry plays a significant role in introducing new technology to the market. Several of the described systems have been developed by or in collaboration with major machinery manufacturers worldwide. For farmers to feel confident investing in new technology, it is essential for sales organizations to have well-established services for both the technical systems and the software used. Therefore, the actions of major machinery suppliers will have a significant impact on the technology adopted in agriculture.

Costs

If an increased focus on precision pest control is desirable as part of an effort to reduce pesticide usage, it will entail significant investments at the farm level. Various forms of financial support are conceivable to accelerate the adoption of precision pest control. For instance, an investment subsidy similar to the one in Denmark could contribute to a 20% reduction in herbicide usage in Sweden through precision pest control. According to our calculations, this would require public support amounting to approximately 1 billion Swedish kronor distributed over several years. Spread over, for example, a five-year period, this would account for just over 3% of agricultural investments in tractors and field machinery. Costs must always be put in a socio-economic perspective and balances need to be made to achieve other societal goals.

Opportunities, obstacles and measures for more precision technology

The level of knowledge about precision technology must increase among farmers for these goals to be achieved. Independent advisory services are essential to demonstrate the benefits and economic advantages of investing in precision technology.

Demonstrations and field trials need to be conducted so that farmers feel confident in taking the step to purchase new technological systems. Regularly recurring competency training for all farmers who use pesticides is an example where precision technology could be explained to many in a simple manner.

To further implement GNSS technology and section control, there are significant opportunities to update older sprayers that are still in use. This can be supported through advice and information, such as standard calculations, price examples, and information about suppliers offering these systems.

Financial support for farmers looking to invest in precision pest control technology would be a suitable tool to accelerate implementation. In our neighbouring countries, for example, there is investment support of 40% for most of the technologies described in the report.

To initiate the work on scanning, for instance, weeds, advisory companies and private entities should invest in developing services for farmers. The investment cost for these systems is high and therefore cannot currently be purchased at the farm level. However, this could be offered to farmers as a service, where they pay for the scanned area and the generated allocation files.

Actions and suggestions summarized:

- Mandatory components on certification courses about precision technology.
- Investment in demonstrations/trials at IPM demonstration farms and field days.
- Establishment of a national coordination group for precision-related matters.
- Training days titled "How to Get Started with Precision Farming."
- Investigate opportunities for investment support for precision technology.
- Support for advisory organizations to invest in technical tools.

The report does not propose any regulatory measures; instead, it assesses how economic support would impact the adoption of precision technology in the use of plant protection products in Swedish agriculture.

Innehåll

1	Inledning.....	11
1.1	Bakgrund och syfte.....	11
1.2	Uppdraget - Växtskyddsstyrelsen.....	11
1.3	Problembeskrivning och avgränsning.....	12
1.4	Definitioner och begrepp.....	13
2	EU-förslag om reduktionsmål.....	14
3	Arealfördelning, försålda och använda mängder växtskyddsmedel	15
3.1	Arealfördelning av svenska grödor	15
3.2	Användning av växtskyddsmedel i Sverige	16
3.3	Användning av glyfosat	17
4	Vilka alternativ finns för att minska användningen av glyfosat	18
4.1	Selektiv behandling jämfört med mekanisk bekämpning.....	18
4.2	Glyfosat respektive mekaniskt vallbrott.....	20
4.3	Teknik för mekanisk ogräsbekämpning	22
4.4	Övrig mekanisk ogräsbekämpning	23
4.5	Andra alternativ till kemisk bekämpning	27
4.6	Radhackning/bandsprutning i jämförelse med bredsprutning	27
5	Ogräsrobotar, möjligheter i radodlade grödor	32
5.1	Farmdroid.....	32
5.2	EKOBOT	32
5.3	Robotti.....	33
5.4	Kilter AX 1	34
6	Mekaniska system – styrning av radhackor och bandsprutning	35
7	Sensor- och skanningssystem	37
7.1	RoboWeedMaps.....	37
7.2	Thistle Tool	39
8	Annan teknik som kan användas på sikt	40
8.1	Drönare	40
8.2	CropSat.....	40
8.3	Väderstationer	41
8.4	Detektionssystem för insekter	42
9	Beräkning av potentiell mängdmässig reduktion av växtskyddsmedel	43
9.1	Olika tekniker på bomsprutor.....	43
9.2	Preparatdosering.....	49

10	Beräkningsexempel: Lönsamhet vid investering i bättre precision i växtskyddsarbetet	51
11	Utblick i omvärlden	56
11.1	Stöd till precisionsteknik i Danmark.....	56
11.2	Minskningspotential för glyfosat – en dansk bedömning.....	56
11.3	Dansk bedömning av potentialen i precisionsteknik.....	58
11.4	Stöd till precisionsteknik i Tyskland.....	58
12	Beskrivning av styrmedel och deras samhällsekonomiska aspekter	60
12.1	Styrmedel.....	60
12.2	Ekonomiska incitament ger mer flexibilitet för företagen	61
12.3	Kunskap förstärker effekten.....	61
12.4	Bekämpningsmedelsskatt är ett pricksäkert styrmedel för att minska mängden växtskyddsmedel som används	62
12.5	Kostnadsbördan för lantbrukarna.....	63
12.6	Befintlig tvingande lagstiftning	63
12.7	Administrativa kostnader och negativa sidoeffekter ska beaktas	64
13	Bedömning av framtida potential för precisionsteknik	65
13.1	Tänkbar implementering av olika tekniker på sikt	65
13.2	Förslag och kostnad för kunskaphöjande åtgärder	68
14	Potential att nå reduktionsmålen med hjälp av precisionsteknik..	70
15	Utmaningar och förslag på åtgärder.....	72
15.1	Utmaningar för införande av precisionsteknik.....	72
15.2	Förslag på åtgärder för att underlätta införandet av precisionsteknik	72
	Referenser	73
	Publikationer inom samma område.....	76

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

Växtskyddsrådet har givit i uppdrag att utreda vilken potential som finns att minska användningen av växtskyddsmedel med hjälp av precisionsteknik. Fokus i detta uppdrag är att klargöra vilken teknik som finns tillgänglig, vilka användningsområden denna teknik kan användas inom samt vilka kostnader som är förknippade med att kunna implementera tekniken i dagens lantbruksföretag. De tekniker som identifieras, och den potential till minskning av användningen av växtskyddsmedel de medför, sätts också i relation till de inom EU föreslagna minskningsmålen för kemiska växtskyddsmedel.

Denna rapport är en fortsättning på det arbete som gjordes i rapporten ”Precisionsbekämpning i växtskyddsarbetet - Nuläge, möjligheter och hinder för framtida utveckling”. (Jordbruksverket, 2021). I den rapporten går det att läsa mer om att intresset för precisionsodling ökar och att produktionen kan effektiviseras med en mer optimerad användning av insatsvarorna. Det innebär en bättre ekonomi för företagaren samtidigt som miljöbelastningen minskar.

Intresset för andra växtskyddsmetoder där kemiska växtskyddsmedel inte används ökar stadigt. Utvecklingen drivs av alla odlare som söker nya sätt att hantera sina växtskyddsutmaningar. Antalet verksamma ämnen i växtskyddsmedel som är tillåtna att använda minskar samtidigt som resistensproblematiken ökar hos skadegörarna. Teknikutvecklingen öppnar många möjligheter för både nya och nygamla bekämpningsmetoder.

Det finns både möjligheter och hinder för utvecklingen kring användandet av precisionsteknik i växtskyddsarbetet. Läs mer om dessa och förslag till åtgärder i rapporten ”Precisionsbekämpning i växtskyddsarbetet - Nuläge, möjligheter och hinder för framtida utveckling”. (Jordbruksverket, 2021).

Denna rapport fokuserar på hur precisionsteknik kan bidra till eventuellt kommande minskningsmål inom EU och hur mycket sådana investeringar i så fall skulle kosta det svenska lantbruket.

1.2 Uppdraget - Växtskyddsrådet

Regeringen har genom Livsmedelsstrategin specificerat att Växtskyddsrådet, under ledning av Jordbruksverket, ska arbeta för att uppnå ett hållbart växtskydd. Denna sammanställning är framtagen efter initiativ från Växtskyddsrådet och är ett led i Växtskyddsrådets uppdrag att stödja implementeringen av Livsmedelsstrategin. De i rådet ingående organisationerna kan trots detta ha avvikande inställning till slutsatser som framkommer i rapporten, och

Växtskyddsrådet som helhet kan därför inte per automatik betraktas gemensamt stå bakom innehållet. Jordbruksverket är huvudansvarig för resultaten som presenteras i denna sammanställning. Underlaget är framtaget av Jordbruksverket i samverkan med Christer Johansson.

1.3 Problembeskrivning och avgränsning

Inom EU finns ett övergripande mål inom satsningen Green Deal som ska minska den totala användningen av och risken med kemiska växtskyddsmedel med 50 procent och att användningen av växtskyddsmedel med särskilt farliga egenskaper ska minska med 50 procent fram till 2030. Målen är i dagsläget formulerade som ambitioner, men kan bli tvingande på medlemslandsnivå genom EU-kommissionens förslag om en förordning om hållbar användning av växtskyddsmedel. Ett sätt att minska mängden växtskyddsmedel är att styra mera efter behov och med större precision jämfört med traditionell breddsprutning. Detta kan ske exempelvis med en varierad dos, plats- eller punktbehandling (delyta inom fältet eller enskild planta) och radsprutning.

Utgångspunkten för precisionsbekämpning i denna rapport innefattar teknik för användning inom jordbruk och trädgårdsnäring. Den täcker inte användning inom kommunal verksamhet, hobbyodling, vid golfbanor eller järnvägar. Påverkan på människors hälsa eller miljöaspekter berörs enbart marginellt och har inte varit fokus för uppdraget. Den är inte heller någon vetenskaplig granskning av biologiska effekter och ska inte heller ses som en fullständig kartläggning av hela området precisionsbekämpning. Precisionsbekämpning med hjälp av biocider eller med hjälp av gentekniskt utvecklade egenskaper eller riktad växtförädling finns inte heller med i uppdraget.

I rapporten ingår inte att göra en total genomlysning kring de kostnader som ökad användning av precisionsteknik skulle medföra vad gäller minskad användning av växtskyddsmedel eller andra kostnadsbesparande åtgärder. I [kapitel 10](#) finns dock några beräkningsexempel under vilka förutsättningar en investering i precisionsbekämpningsteknik betalar sig genom minskad kostnad för använd mängd växtskyddsmedel.

Utvecklingen inom drönarteknologin är snabb och det finns redan idag ett utbud av drönare anpassad för lantbruksnäringen. En sådan utrustning kan fungera utmärkt för exempelvis punktbekämpning. Spridning av växtskyddsmedel med luftfartyg är dock förbjudet enligt miljöbalken (Miljöbalk 1998:808)¹. Dispens från förbudet kan endast beviljas om det finns synnerliga skäl, om spridning från luftfartyg är det enda fungerande alternativet samt att användningen är förenlig med växtskyddsmedlets villkor². I denna rapport har drönarteknologin för flygbekämpning inte medtagits i reduktionsberäkningar då det inte finns växtskyddsmedel som är godkända för tekniken i Sverige.

1 Miljöbalk 1998:808 14 kap. 7 §

2 Förordning (2014:425) om bekämpningsmedel 2 kap. 47 §

1.4 Definitioner och begrepp

För en djupare förståelse av vad precisionsbekämpning innebär rekommenderas att läsa Jordbruksverkets tidigare publikation Precisionsbekämpning i växtskyddsarbetet – Nuläge, möjligheter och hinder för framtida utveckling, artikelnummer (OVR603). I bilaga 2 i den rapporten återfinns olika definitioner och begrepp inom precisionsteknikens område som även används i denna rapport.

2 EU-förslag om reduktionsmål

Den 22 juni 2022 presenterade EU-kommissionen ett förslag till en förordning om hållbar användning av växtskyddsmedel (Europaparlamentet, 2022). Förslaget bygger på nuvarande bestämmelser i direktivet om hållbar användning av bekämpningsmedel (2009/128/EG), och på den europeiska gröna given samt kommissionens strategi Från jord till bord (EU-kommissionen, 2020). I förslaget ingår två skarpa siffrsatta reduktionsmål för växtskyddsmedel. Målen är att EU till och med år 2030:

- ska minska den totala användningen av och risken med kemiska växtskyddsmedel med 50 %, (reduktionsmål 1) och
- minska användningen av växtskyddsmedel med särskilt farliga egenskaper med 50 % (reduktionsmål 2).

Enligt förslaget måste medlemsstaterna anta bindande nationella mål för att uppnå de övergripande EU-målen. När medlemsstaterna fastställer sina nationella mål har de möjlighet att ta hänsyn till sin nationella situation, däribland tidigare framsteg och intensiteten i användningen av växtskyddsmedel. De nationella målen får dock inte vara lägre än 35 procent reduktion fram till 2030. Preliminära beräkningar anger att Sverige:

- ska minska den totala användningen av och risken med kemiska växtskyddsmedel med 36 %, (reduktionsmål 1) och
- minska användningen av växtskyddsmedel med särskilt farliga egenskaper med 35 % (reduktionsmål 2) (Jordbruksverket, 2022a).

Minskningen ska ske utifrån ett medelvärde för referensperioden 2015–2017 och beräkningarna baseras på försäljningsstatistik för verksamma ämnen.

Uppföljningen av utvecklingen mot att nå reduktionsmål 1, avseende användning och risk, ska bygga på samma metodik som används för att beräkna den harmoniserade riskindikator (HRI₁), som redan etablerats i enlighet med direktivet om hållbar användning av bekämpningsmedel (2009/128/EG). Indexet är en sammanvägning av försålda mängder verksamma ämnen viktade mot ämnesspecifika faktorer som utgår från faroklasser: lågriskämnen multipliceras med faktorn 1, verksamma ämnen som varken är lågriskämne eller kandidatämne med faktorn 8, kandidatämnen för substitution med faktorn 16 och ämnen som inte är godkända för användning inom EU med faktorn 64. Det innebär att olika ämnen ger olika tyngd och påverkan på indexet.

Utvecklingen mot att nå reduktionsmål 2, avseende användning av växtskyddsmedel med särskilt farliga egenskaper, ska bygga på försålda mängder av ämnen inom gruppen kandidatämnen för substitution. Här sker ingen viktning mot farokategori, eftersom samtliga kandidatämnen tillhör samma kategori. Det är värt att notera att reduktionsmål 2 går i linje med det svenska etappmålet inom det svenska miljömålssystemet som säger att användningen av växtskyddsmedel med särskilt farliga egenskaper ska minska väsentligt till 2030 (Regeringen, 2021).

3 Arealfördelning, försålda och använda mängder växtskyddsmedel

När arealfördelning och försålda mängder växtskyddsmedel studeras syns att grödfördelningen under de senaste åren är ganska jämnt fördelad mellan åren med viss variation beroende på årsmånen, framför allt kring storleken areal av höstsådda grödor. Försåld mängd växtskyddsmedel följer ganska tydligt hur grödfördelningen skiftat mellan åren.

3.1 Arealfördelning av svenska grödor

Statistiska Centralbyrån, SCB, publicerar ”Växtskyddsmedel i jord- och trädgårdsbruket- användning i grödor” på uppdrag av Kemikalieinspektionen. Syftet med undersökningen är att ge både nationell och regional statistik över växtskyddsmedelsanvändningen, liksom att följa förändringar i användningen över tid. Undersökningen omfattar alla åkergrödor och samtliga på marknaden använda växtskyddsmedel och ger information om användning i samtliga grödor.

Tabell 1. Grödarealer i jordbruket 2017–2021, hektar. Källa: SCB, 2022a.

Gröda	2017 ¹	2018 ¹	2019 ¹	2020 ¹	2021 ¹
Stråsäd	1 012 700	991 700	993 200	1 006 700	1 000 400
Höstsäd	475 800	346 100	505 200	480 300	514 200
Vårsäd	536 900	645 600	488 000	526 400	486 200
Baljväxter	59 100	56 600	44 200	47 900	49 900
Raps och rybs	114 300	99 400	105 600	98 300	106 100
Höstoljväxter	106 500	88 900	100 800	93 200	98 200
Våroljväxter	7 800	10 500	4 800	5 200	8 000
Potatis	24 600	23 900	23 600	24 100	23 700
Sockerbetor	31 200	30 700	27 300	29 800	28 700
Vallodling	1 118 100	1 140 700	1 182 500	1 160 600	1 145 400
Slätter- och betesvall	1 035 100	1 049 500	1 085 900	1 066 100	1 050 100
Grönfoder ²	64 400	71 700	77 900	72 700	73 000
Frövall	18 600	19 600	18 800	21 700	22 300
Övriga grödor³	36 800	34 900	32 500	33 100	34 700
Träda	160 600	165 400	131 700	137 700	146 000
Ospecificerad åkermark	10 900	11 000	10 900	11 300	11 000
Summa åkermark	2 568 400	2 554 400	2 551 500	2 549 500	2 545 900

1 Databasuttag juni 2022. Åkerarealens användning efter län/riket och gröda, slutlig statistik.

2 Inklusivt majs.

3 Oljelin, energiskog, trädgårdsväxter och andra växtslag.

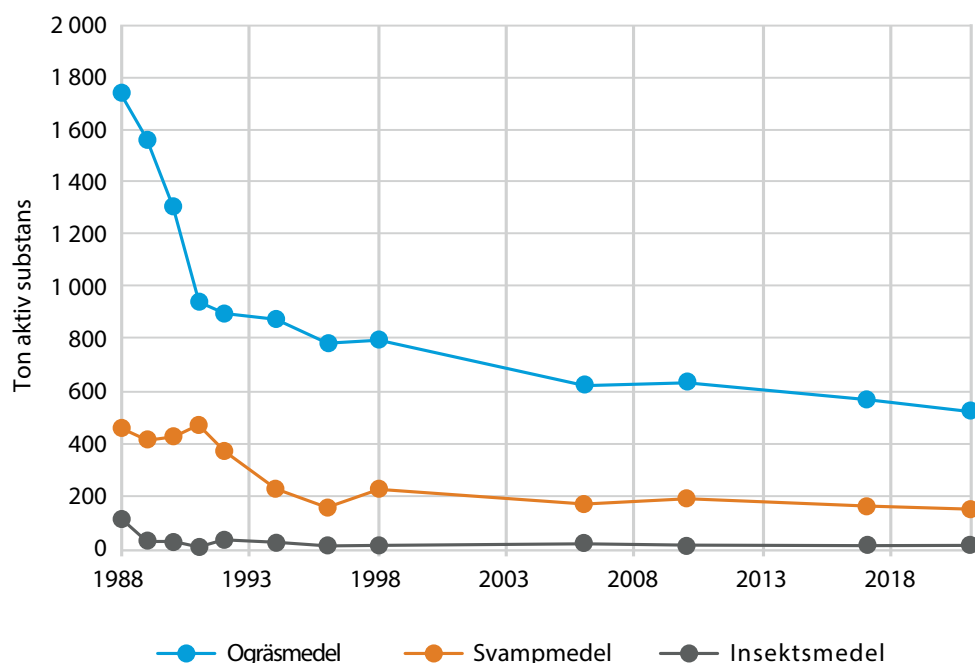
Källa: Jordbruksverket.

3.2 Användning av växtskyddsmedel i Sverige

Den totala sålda mängden växtskyddsmedel i Sverige uppgick 2021 till cirka 1800 ton (SCB, 2022b). Inga uppgifter finns hur stor andel av detta som används utanför åkermark till exempel järnvägar, skog och trädgårdar. Det får ändå antas att detta totalt sett utgör en mindre andel av volymen.

Användningen av växtskyddsmedel i Sverige låg på en relativt jämn nivå under perioden 2012–2018. Under de senaste fem åren finns dock en trend till ökning av mängden sålda växtskyddsmedel. Den sålda mängden varierar något beroende på årsmånen och hur stor andel av arealen som höstsås. En stor höstsådd areal leder till en ökad förbrukning. Den sålda volymen beaktar inte heller lagerhållning på gårdsnivå. Den övervägande delen av förbrukningen, cirka 2/3 av volymen utgörs av tre herbicider; glyfosat, prosulfokarb och MCPA. Gemensamt för dessa produkter är att de används i arealmässigt stora grödor. Dessa produkter används även med stora mängder aktiv substans per hektar jämfört med många andra herbicider samt flertalet fungicider och insekticider.

Statistiken som finns i [figur 1](#) nedan avser användningen av växtskyddsmedel till grödor som skördades 2021. Detta innebär att växtskyddsmedel användes under perioden hösten 2020 (höstsådda grödor) fram till skörden sommaren/hösten 2021.



Figur 1. Användning av ogräs- svamp- och insektsmedel i alla åkergrödor 1988–2021, ton aktiv substans. Källa: SCB, 2022a.

Försålt antal hektardoser av växtskyddsmedel till lantbruket ökar tydligt under de senaste åren. Det är främst herbicider och fungicider som ökat, detta beror troligen på en ökad areal höstvetete. Minskad mekanisk bearbetning och en

ökning av etablering med reducerande jordbearbetning är andra orsaker som antas ligga bakom ökningen.

Tabell 2. Försålt antal hektardoser och genom snittlig dos verksamt ämne, kg/ha, 2012–2021. Källa: SCB, 2022a.

År	Sålt antal hektardoser, miljoner	Genomsnittlig dos ¹ verksamt ämne, kg/ha
2012	4,8	0,35
2013	4,5	0,34
2014	5,2	0,34
2015	5,9	0,29
2016	4,9	0,31
2017	4,8	0,30
2018	4,7	0,29
2019	4,4	0,32
2020	5,1	0,31
2021	5,6	0,32

¹ Utifrån rekommenderade hektardoser av försålda medel.

3.3 Användning av glyfosat

Den beräknade användningen av glyfosat var 612 ton under 2021. Den största användningen var på hösten efter skörd i obearbetad stubb som stod för hälften av användningen. Drygt 20 procent av åkerarealen behandlades med glyfosat. Det är en fördubbling jämfört med 2017 (SCB, 2022b).

Tabell 3. Mängd glyfosat till olika användningsområden 2021, ton. Källa: SCB, 2022b.

Användningsområden	Mängd, ton
Totalt	612,0
På våren före sådd av vårsådda grödor	37,5
På våren mellan sådd och uppkomst	5,7
Ogräsbekämpning i fruktodling	0,7
Avdödning av oljevaxter	3,6
Träda	27,7
Vallbrott	164,6
På hösten i obearbetad stubb	298,2
På hösten mellan bearbetning och höstsådd	43,6
Till fånggröda/mellangröda på hösten	30,7

4 Vilka alternativ finns för att minska användningen av glyfosat

Detta avsnitt fokuserar på glyfosat utifrån perspektivet att vara det mest använda växtskyddsmedlet i Sverige och därmed potential att bidra till ett eventuellt minskningsmål.

4.1 Selektiv behandling jämfört med mekanisk bekämpning

Huvudargumentet för att använda glyfosat istället för mekanisk bekämpning har framför allt handlat om kostnad per hektar och energibehovet av mekanisk bekämpning för att uppnå samma effekt som kemisk bekämpning. Tidigare jämförelser har inte tagit upp den teknikutveckling som skett utan antaganden har gjorts att hela fältet behandlas i båda fallen. Vid stubbehandling är det framför allt kvickrot och till viss del svårbekämpade ogräsarter som renkavle, rajgräs och tistel som är målogräsen för behandlingen. Dessa arter växer oftast fläckvis, ojämnt fördelade över fältet varvid en teknik som fläckbehandling, så kallad punkt- eller spotbehandling, avsevärt skulle reducera mängden växtskyddsmedel.

Den ekonomiska konsekvensen av att helt jämföra kemisk glyfosatbehandling med ren mekanisk bekämpning är enklare på pappret än i verkligheten om man utgår ifrån en jämförelse där hela fältet behandlas.



*Figur 2. Punktbehandling kan reducera användningen av glyfosat betydligt.
Foto: www.deere.com*

Den nya tekniken med punktbekämpning och ogrässkanning kan här komma till användning. Med hjälp av flera av de tekniker som tas upp senare i rapporten kan mängden glyfosat reduceras betydligt genom att endast behandla fläckarna där ogräset finns och på så sätt ersätta bredsprutning av glyfosat.

Tekniker för att punktbehandla med glyfosat i stubb med utrustning som monterats på sprutan har funnits i många år och är tämligen välutprovad. De har funnits på marknaden sedan i början 2000-talet. I länder som USA, Sydamerika och Australien med stora lantbruksföretag och där jordbearbetningen är kraftigt reducerad föregås sådden med sprutning av glyfosat. Här förekommer tekniker med så kallade green – brown sensorer monterade på sprutan. Sensorn skickar ut ljus (NIR/Infrarött) och mäter reflektionen. Ett grönt ogräs ger högre reflektion vilket öppnar solenoiden till munstycket. Den teknik som funnits längst på marknaden är Trimble WeedSeeker och Weed-IT. Tekniken har utvecklats och nya generationer har tagits fram och idag har tekniken exempelvis loggningsfunktion för att i efterhand se ogräsförekomsten på fältet. På WeedSeeker styrs munstyckena på 0,5 m avstånd och Weed-IT kan hantera munstyckena på 0,25 m avstånd.



Figur 3. Sensorer monterade på sprutramp. Foto: www.trimble.com

Prisuppgifter finns på cirka 850 000 kr för utrustning på en 24 meters spruta. Indikationer finns också på besparingar av glyfosat vid stubbsprutning eller sprutning innan sådd med i genomsnitt på 75 %. En annan fördel är att en spruttank räcker längre. Tiden som går förlorad för att transportera vatten och produkt, samt att fylla sprutan, kommer att minska och därmed kommer kapaciteten att öka. Om en sådan här utrustning kan monteras på en ny spruta är svårt att bedöma då det beror på hur rampen fälls ihop. På marknader där tekniken används ser man ofta att denna teknik sitter monterad på specialanpassade sprutor.

Identifiering av ogräs för punktbehandling kan även ske med kamerasystem som bärs av fordon eller drönare. Dessa system ger ett underlag som ska behandlas och bearbetas via algoritmer varefter en styrfil tas fram och överförs till sprutan.



Figur 4. Kamera för ogräskanning. Foto: www.datalogisk.dk

På marknaden har lösningen WeedMaps funnits från företaget Datalogiskt. En eller två kameror monteras på en traktor eller annan maskin cirka 130 cm ovan mark. Varje kamera läser 2x2 m. Kameran läser av allt grönt material (green-brown) på fältet. Uppgiften från kameran skickas till en app och visar i realtid procent ogräsförekomst på skärmen. Uppgifterna kan importeras till ett kartprogram som underlag för att skapa styrfiler till sprutan. Kameran marknadsförs inte idag men skulle på ett förhållandevis enkelt sätt kunna användas för punkt/fläckbehandling av ogräs i stubb eller innan sådd.

Besparingsprocenten är beroende av vilken styrning sprutan har på munstycks-nivå. En vidareutveckling av denna teknik (green-green) som marknadsförs idag är RoboWeedMaps som även ger information på ogräsartsnivå. En drönarbaserad variant är Thistle Tools. Teknikerna beskrivs närmare under [kapitel 6](#).

4.2 Glyfosat respektive mekaniskt vallbrott

I användarundersökningen 2021 uppskattades att cirka 550 000 hektar behandlades med glyfosat årligen i Sverige. Av detta utgjorde vallbrotten cirka 23 % eller motsvarande 128 000 hektar (SCB, 2022b)

Med dagens maskiner finns bra möjligheter att sönderdela och plöja ner en vallsvål. Det största behovet av glyfosat uppstår när vallen innehåller kvickrot eller andra rotagräs som behöver bekämpas. Resultaten från försöksserien ”Glyfosatfritt vallbrott L2-6500” (Hushållningssällskapet, 2021) visar på liknande resultat som tidigare studier. För att få tillräcklig effekt mot kvickrot behövs 2–3 bearbetningar med 2–3 veckors mellanrum. Detta är en dyr insats både i form av maskiner, arbete och tid. Dessutom förloras en betydande del av skörden eftersom vallen måste brytas 1–2 månader tidigare jämfört med om den bryts med glyfosat.

En intressant slutsats i dessa försök var att i höstvetete är en behandling med en selektiv herbicid på våren ett effektivt sätt att hålla igen kvickrot och skörden av höstvetete var lika hög som den efter glyfosat. [Tabell 4](#) visar de olika bearbetningsstrategier som ingick i försöksserien ”Glyfosatfritt vallbrott”. Siffrorna för 2022 i tabellerna 4 och 5 är uträknade efter 2022 års prisnivå o 3,0 kr/kg.

Tabell 4. Jämförelse i skördevärde i försöksserien "Glyfosatfritt vallbrott" (L2 6500) med skördepriser på höstvetete 2021 (1,7 kr/kg) och 2022 (3,0 kr/kg). Källa: Hushållningssällskapet, 2021 och personligt meddelande Johnson, Frans.

Led	Skörd medeltal 3 platser	2021		2022	
		Behandlingskostnad kr/ha	Skördevärde minus behandling kr/ha	Behandlingskostnad kr/ha	Skördevärde minus behandling kr/ha
1. tallrik + tallrik	7 816	580	12 707	720	22 728
2. pinne + pinne	7 927	920	12 556	1 080	22 701
3. tallrik + pinne	7 887	750	12 648	900	22 761
4. glyfosat	8 190	440	13 483	695	23 875
5. tallrik	7 103	290	11 785	360	20 949
6. putsning	7 629		12 969		22 887
7. putsning + gräsherbicid	8 554	460	14 082	505	25 157

[Tabell 5](#) visar de maskintyper och bekämpningsinsatser som användes i försöksserien "Glyfosatfritt vallbrott" (L2-6500) samt kostnader för dessa 2021 respektive 2022.

Tabell 5. Skillnaden i priser för insatsvaror i försöksserien "Glyfosatfritt vallbrott" (L2 6500) under 2021 respektive 2022. Källa: Hushållningssällskapet, 2021 och personligt meddelande Johnson, Frans.

	Maskintyp	Effektbehov, kW	2021	2022
			Kostnader, kr/ha	Kostnader, kr/ha
Jordbearbetning				
Tallrikskultivator	6,5 m	170	300	360
Styvpinnkultivator	5 m	220	460	540
Kemisk bekämpning				
Sprutning	24 m	60	160	175
Glyfosat	3,5 l		280	520
Gräsherbicid	60 g Attribut 70 + 0,1 Hussar		300	330

Med nuvarande prisnivåer på drivmedel är det svårt att se några ekonomiska alternativ till glyfosat vid vallbrott. Även om priset på glyfosat tredubblats under senaste året är det trots allt lönsammare än att bryta vallen mekaniskt. Dessutom är arbetsåtgången betydligt mindre och effekten mot kvickrot och andra rotoagräs bättre.

Den förlorade skörden i samband med tidigare lagt vallbrott är också av stor betydelse vilket framkom vid beräkningar av typgårdar i mellanbygd och i norra Sverige i Jordbruksverkets rapport "Vilka effekter kan ett glyfosatförbud medföra?" (Jordbruksverket, 2019).

4.3 Teknik för mekanisk ogräsbekämpning

Glyfosat används som totalbekämpning i olika grödor både före sådd och efter skörd. Det är svårt att hitta studier där mekanisk bekämpning jämförs med glyfosatbekämpning i samma försök. Den mekaniska bekämpningen är mer väderberoende, energikrävande och orsakar större växtnäringsförluster. Effekten är mycket väderberoende. Den mekaniska effekten fås av avskärning, sönderdelning, uttorkning och jordtäckning.

Det finns dock ett antal försök där mekaniska tekniker jämförs. En tidig stubbearbetning efter skörd med pinnkultivator utrustad med gåsfotskär kan halvera förekomsten av kvickrot jämfört med att enbart plöja. En ytterligare stubbearbetning är dock inte alltid motiverat utan det är väderförhållanden som avgör (Ringselle et.al. 2020). Av studien framgår att även en fånggröda kan ha effekt på förekomsten av kvickrot. Äldre försök (Hammarström, L. pers.medd.) visar även att med en förplog monterad på plog istället för skumvinge ökar skörden med cirka 5 % där kvickrot förekommer.

Den effektivaste mekaniska metoden mot kvickrot sker med en så kallad kvickrotskultivator. Maskinen är en kombination av en pinnkultivator och en pick-up rotor. Gåsfoten skär av ogräsens rötter, bearbetar jorden och lyfter upp rötterna på jordytan. Bekämpningseffekten har varit god framför allt på lättare jordar visar ett flertal försök i Norden (Ringselle et.al. 2020).



Figur 5. Pinnkultivator med bearbetningsrotor för bekämpning av rotoqräs. Foto: www.lyckegard.com

Direktsådd eller så kallad ultragrund bearbetning innan sådd har varit strategier som testats som ett alternativ till glyfosatsprutning vid bekämpning av renkavle. Jordbearbetningskoncepten har varit framgångsrika i relation till plöjning varje år och bekämpningseffekten ligger i nivå med glyfosatbekämpning.



Figur 6. Tallrikskultivator för ultragrund bearbetning. Foto: www.vaderstad.com

4.4 Övrig mekanisk ogräsbekämpning

Utöver mekanisk ogräsbekämpning före sådd och efter skörd kan mekaniska effekter nås i växande gröda och i samband med skörd. Ogräsharvning och radhackning är etablerade metoder. Metoderna används i huvudsak inom den ekologiska odlingen. Tekniken har fått en större användning även inom den konventionella odlingen då utbudet av preparat minskat samt att problematiken med resistens ökar.

De vanligaste arbetsbredden på ogräsharvar är 12 meter och den största effekten nås vid blindharvning, 40–60 %. Ytterligare harvningar kan göras men ska utföras innan hjärtbladsstadiet utvecklas på örtogräset. Körhastighet och pinstryck styr och bäst resultat uppnås på lättare jordar. Ogräsharvningen kan utföras i de flesta grödor men det handlar om timing och goda väderförhållanden för att lyckas.



Figur 7. Ogräsharvning kan ge god effekt vid optimal tidpunkt. Foto: www.einboeck.at

Ett nygammalt redskap som åter introducerats på den svenska marknaden är rullhackan. Rullhackan består av ett antal markdrivna stjärnhjul som sitter monterade i en fjädrande upphängning monterade på en bärram. Aggressiviteten kan ändras med belastningen på stjärnhjulet samt körhastigheten. Rullhackan kan köras i mycket höga hastigheter > 20 km/h och används för mekanisk ogräsbekämpning samt skorpbrytning och myllning.



Figur 8. Rullhackan har hög kapacitet. Foto: www.poettinger.at

Radhackan kan användas till radodlade grödor men även till spannmål och oljeväxter. Tekniken fungerar bäst på regelbundna fält men det finns möjlighet till hjulstyrning på vissa fabrikat. Radavståndet anpassas till grödan men 25 cm och 50 cm är vanligast. Äldre försök i konventionell odling av höstvetete visar ett skördetapp på upp mot 10 % när radavståndet ökar från 12,5 till 25 cm. I nyare försök inom ekologisk odling, med 25 cm radavstånd och bandsådd på

7 cm, visar försöken ingen större skillnad på skördenivåer i spannmål jämfört med det traditionella 12,5 cm. Radhackning är inte lika väderkänsligt som ogräsharvning och har även en effekt på roto-gräs. Radhackning fungerar bättre på styvare jordar än ogräsharven. Styrningen av hackan kan ske med kamera eller GNSS-RTK. Cameleon är en kombinationsmaskin som både kan så och hacka. Maskinen kan utrustas med bandsåbillar vilket gör det möjligt att hacka närmare raden. I regel görs två hackningar där första hackningen måste göras med relativt låg hastighet för att undvika jordsprut. Ett sätt att minska jordsprutet är att komplettera med styrplåtar för att skydda plantan. Den andra hackningen kan göras i betydligt högre hastighet. Ska radhackning ske med separat såmaskin krävs en precisionssåmaskin eller en såmaskin där inte radavståndet varierar.

I spannmålsgröda och vall kan mekanisk ogräsbekämpning av exempelvis tistel utföras genom att ogräset skärs av. Detta kan utföras selektivt genom att spannmålsgrödans strå och tistelns stamtjocklek är olika. En knivbalk förs igenom grödan. Genom att det är ett ställbart avstånd mellan kniv och motstål skärs tistelns stam av medan veteax passerar igenom. Det finns även möjlighet att skära av flera ogräsarter som växer ovanför kulturgrödan. Redskapet heter Combcut.



Figur 9. Mekanisk tistelbekämpning i växande gröda. Foto: www.lyckegard.com



Figur 10. Sönderdelning av ogräsfrön med kvarn. Foto: www.seedterminator.com.au

I samband med tröskning finns teknik för att sönderdela ogräsfrön som avskiljs i tröskans såll. Växtresterna passerar två kvarnhjul som krossar ogräsfröna så att de inte kan gro. Tekniken finns monterad på en skördetröska i landet. Prov på bearbetat material från ogräskvarnen har testats av SLU (Peterson, Ellinor pers. medd). På de sommarannuella arterna var reducering av livskraftiga ogräsfrön 96 %. Snärjmåra, våtarv och baldersbrå var de ogräs som var mest frekventa. Även på spillraps reducerades groningen med 93 %.

Tekniken är dock mycket dyr, i storleksordningen 1 miljon svenska kronor och kräver minst 60 kW effektbehov.

4.5 Andra alternativ till kemisk bekämpning

Utöver mekanisk bekämpning finns alternativa metoder till kemisk bekämpning. Hetvattenånga, laser och el är några. Teknikerna har i dagsläget marginell användning och/eller ligger i huvudsak i forskningsprojekt. En metod som dock finns kommersiellt tillgänglig är elektisk avdödning (se [figur 11](#)). Används då som en metod för totalbekämpning. Metoden har stor effekt men kapaciteten är begränsad. Metoden fungerar dock även där stora herbicidresistensproblem uppstått.



*Figur 11. Frontmonterad utrustning för elektrisk totalbekämpning av ogräs.
Bild: www.zasso.com*

4.6 Radhackning/bandsprutning i jämförelse med bredsprutning

Nordic Beet Research (NBR) driver tillsammans med Nordic Sugar ett projekt för att utveckla bandsprutning i sockerbetor. En ERFA-grupp av cirka 25 lantbrukare i Danmark finns men i praktiken är det tre av dessa som använder tekniken i hela eller delar av odlingen. Resten av gruppen är intresserad av att börja med tekniken men det kräver investeringar i form av maskiner eller teknik.

Systemet förutsätter att hela maskinkedjan är anpassad efter detta. Förutsättningen är en sådd med stor noggrannhet för att sprutan ska kunna följa raderna. Bandbredden är 25 cm vilket innebär att potentialen är en minskning med 50 % av mängden herbicider. Strategierna som testats är antingen 2–3 bandsprutningar med traditionella herbicider kombinerat med 2 radhackningar.

Det andra alternativet är 2 bandsprutningar med herbiciden Conviso-One kombinerat med 2 radhackningar. Båda kombinationerna har fungerat bra och nått samma slutliga ogräseffekt som bredsprutning.

Utmaningarna i systemet är framför allt att få tekniken att fungera och nå tillräckligt hög noggrannhet. Både traktor och redskap måste utrustas med RTK-sändare för att följsamheten ska bli tillräcklig. Projektledaren betraktar de 3 lantbrukarna som använder detta som pionjärer men ser potentialen i systemet och tror att betydligt fler odlare kommer använda detta inom 5–6 år i Danmark.

Tekniken testas även för svampbehandling i sockerbetor men där handlar det inte om bandsprutning utan om att omfördela sprutvätskan. Större andel av vätskemängden ska placeras över raderna där bladmassan är störst och mindre mellan raderna.

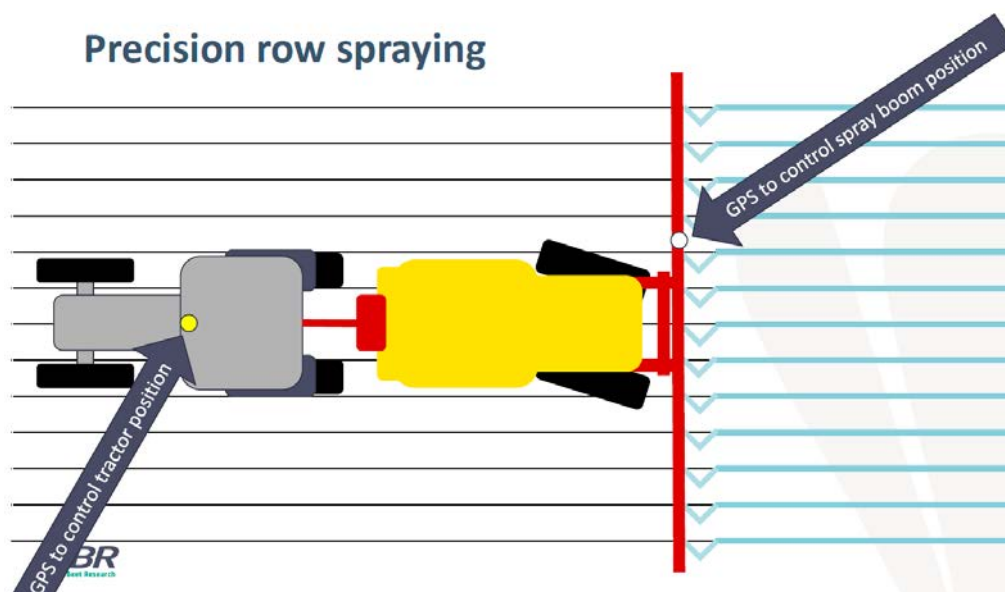
[Figur 12](#) och [figur 13](#) visar olika tekniker för bandsprutning i radodlade grödor. NBR arbetar med bandsprutning med hjälp av bomsprutor utrustade individuell munstycksavstängning där vartannat munstycke stängs av.



Figur 12. Bandspruta med vridbara huvar för att variera bredden på område som ska behandlas. www.garford.com



Figur 13. Bomspruta med 25 cm munstycksdelning. Detta ger med GNSS-teknik möjlighet till bekämpning i band, antingen över eller mellan raderna. Bild från försök hos Nordic Beet Research i Danmark.



Figur 14. Principskiss för styrning av bomsprutor som behandlar i band. (NBR, Mikkel Nilars).

Under 2013-2014 genomfördes olika försöksserier med radhackning i kombination med radsprutning i raps, åkerböna och höstvet. I försöken jämfördes bland annat ett led med bredsprutning med 12,5 cm radavstånd och bandsprutning 8 cm på ett radavstånd på av 25 cm. Två olika doser av herbiciden användes också (Lundkvist, et.al, 2015).

I ledet med 25 cm radavstånd med bandsprutning+ radhackning användes 32 % av herbicidmängden jämfört med bredsprutning full dos och vid halv dos 16 %.

Tabell 6. Jämförelse avkastning i försöksserien "Metodutveckling och utvärdering av radhackning + radsprutning i vårraps, åkerbönor, höstvetete och höstraps" Försöksserierna R5-1801, R5-1721 och R5-1305.

	12,5 cm Bred	25 cm Band+Hack	12,5 cm Bred	25 cm Band+Hack
	Hel dos	Hel dos	Halv dos	Halv dos
Vårraps	1 380 kg/ha	1 350 kg/ha	1 350 kg/ha	1 430 kg/ha
Åkerböna	2 980 kg/ha	3 180 kg/ha	2 600 kg/ha	1 430 kg/ha
Höstvetete	10 190 kg/ha	10 400 kg/ha	10 260 kg/ha	10 070 kg/ha

Tabellen visar de olika växtskyddsstrategier som ingick i försöksserierna R5-1801, R5-1721 och R5-1305 och innehåller medelskördar för år 2013 och 2014.

Kontentan av försöken blev:

Det är tekniskt möjligt att använda radsprutningsteknik i spannmål, åkerböna och oljeväxter, men det kräver fortsatt utveckling av appliceringstekniken.

Skördar och ogräseffekter var desamma i de integrerade leden som vid bredsprutning med hel dos.

Det har inte tagits hänsyn till kapacitet i försöken R5-1305 , R5-1801, R5-1721 och R5-1306. Med en 6 meters radhacka fås uppskattningsvis 30 % kapacitet jämfört med en 24 meters spruta. Det finns nu 12 meters bogserade radhackor med hjulstyrning på marknaden och då blir kapaciteten uppskattningsvis 60 %.



Figur 15. Bogserad radhacka med såutrustning. Foto: www.lyckegard.com

Med GNSS-RTK styrteknik på en kombinerad såmaskin/radhacka på 12 meter med bandsådd 8 cm på 25 cm radavstånd skulle herbicidmängden kunna reduceras kraftigt. För att lösa applicering av herbicider finns två vägar att gå.

- Montering av sprutmunstycken på radhackan och tank på traktorn
- Köra herbicidappliceringen med en separat spruta.

I alternativet med en kombinerad radhacka/spruta blir det ett specialekipage för sådd och ogräsbekämpning. För fungicid och insekticidbekämpning krävs ytterligare en spruta.

I det andra alternativet krävs en spruta med 25 cm munstycksindelning och munstycken för bandsprutning. Investeringskostnaden är dock hög.

5 Ogräsrobotar, möjligheter i radodlade grödor

I Sverige finns idag två autonoma robotsystem, Farmdroid och Ekobot, som har använts i praktisk odling eller testats i större omfattning. Det är även troligt att flera system kommer introduceras de närmaste åren.

5.1 Farmdroid

Den danska Farmdroid är den enda av de robotiserade systemen som har köpts och används av odlare i Sverige. Denna robot kombinerar precisionssådd med mekanisk ogräsbekämpning i radodlade grödor. Inför säsongen 2020 köptes de fyra första maskinerna av ekologiska sockerbetsodlare i Skåne. Till säsongen 2021 inskaffades ytterligare två maskiner. Roboten har förbättrats betydligt under de senaste åren med bland annat kraftfullare elmotorer, större batterikapacitet och ny såbill. Odlarnas uppfattning är att maskinen idag fungerar bra men vid högre ogrästryck behövs det kompletteras med 1–2 manuella hackningar för att nå full skörd. På grund av brist på arbetskraft har vissa odlingar hanterats helt utan manuell hackning vilket med rätt förutsättningar kan vara ekonomiskt försvarbart.

Framöver är ambitionen att använda Farmdroid i grönsakskulturer. För lök finns idag pelleterade ”fröpaket” som innehåller 5–6 lökfrö. Genom att så dessa med precision fås ett kluster med plantor som maskinen kan hacka mellan i tidiga stadier.

Företaget arbetar också med att förse Farmdroid med möjlighet till precisions-sprutning med utrustning från Amazone. En mindre yta runt plantan bekämpas med selektiv herbicid vilket enligt tester i Tyskland kan reducera totalanvändningen med 90 % jämfört med bredbekämpning. Idag bedömer NBR inte att denna teknik är konkurrenskraftig i konventionell sockerbetsodling eftersom en Farmdroid i genomsnitt bara klarar att radhacka en odling på 15–20 ha årligen (Andersson, R. pers.medd.). I andra konventionella grönsakskulturer med mindre arealer och högre omsättning borde detta vara en intressant teknik.

5.2 EKOBOT

Under 2022 har en demonstration med ogräsroboten EKOBOT genomförts på Almhaga i Vellinge. I sådd lök jämfördes EKOBOT med kemiskt behandlade referensled och handrensade led. Ytan där roboten skulle arbeta behandlades med glyfosat mellan sådd och uppkomst och sedan rensade roboten från EKOBOT ogräs var tredje dag under våren och försommaren. Handrensade led och EKOBOT gav preliminärt 6 % högre skörd än referensleden med kemisk

bekämpning. HIR Skåne arbetar med en noggrannare utvärdering av detta försök (Hansson, O. pers.medd.).



Figur 16. EKOBOT robot som rensar ogräs i lök. Fältdag i Kristianstad sep 2022. Foto: Frans Johnson..

5.3 Robotti

Ett annat system som har demonstrerats i Sverige under 2022 är redskapsbäraren Robotti 150D från Agroiintelli. Detta fabrikat saluförs i Sverige av företaget Farmers First och kostar cirka 2 miljoner kronor. Redskapsbäraren kan i dagsläget både utföra kemisk och mekanisk ogräsbekämpning.



Figur 17. Redskapsbärare från Robotti utrustad för hackning i höstraps. Fältdag i Kristianstad sep 2022. Foto. Frans Johnson.

5.4 Kilter AX 1

Detta är en norskutvecklad bekämpningsrobot som skannar ogräsen och bekämpar dem kemiskt med ett "bläckstråle"-liknande system. Produkten Finalsan (pelargonsyra) har nyligen fått en registrering i Sverige för användning med denna teknik. Maskinen har testats i landet i morotsodlingar och är avsedd att arbeta i grönsaksodlingar. Maskinen kostar ungefär 600 000–700 000 kr vid inköp. Ingen maskin används för tillfället i Sverige.



Figur 18. Robot från Kiltersystem med kamera och bläckstråleteknik för kemisk ogräsbekämpning i grönsaksodlingar. Foto. www.kiltersystem.com

6 Mekaniska system – styrning av radhackor och bandsprutning

För styrning av radhackor används två olika system, kamera eller GNSS-RTK.

Kameran är placerad på radhackan och söker den gröna grödraden. Via databehandling ges en styrsignal till ett ramverk som kan styra redskapet hydrauliskt i sidled. Det finns varianter där det inte finns något speciellt ramverk för styrning utan man monterar hydraulcylinder till traktorns lyftarmar istället för begränsningsstag. Kameratekniken har utvecklats så att det även går att 3D-modulera för styrning med hjälp av skillnader i höjd.

Tekniken med kamera har tidigare använts främst för radodlade grönsaker eller i ekologiska odlingar. På senare år har intresset ökat även inom den konventionella odlingen av spannmål och oljeväxter. Det som främst utvecklats är att det nu är möjligt att arbeta med mindre radavstånd. Problem finns fortfarande med kamerastyrningen när plantorna är små eller ogräsförekomsten hög och raderna inte tillräckligt tydligt kan urskiljas av systemet. Med kameratekniken finns inte möjlighet att köra på fältet innan grödans uppkomst. Kameratekniken har dock en fördel i fält som lutar.



Figur 19. Kamera monterad på radhacka. Foto: www.einboeck.at

Styrning med hjälp av satellitsignaler blir allt vanligare. Autostyrning av traktor och radhacka samt delavstängning av sprutram är tillämpningar som används. Korrektionssignaler krävs dock för att rätta till de fel som uppstår när positionssignalerna färdas från satelliterna ner till mottagaren i maskinen.

Egnos är en fri signal som har funnits på marknaden sedan 2011. Den har en noggrannhet på 0–30 cm. Tekniken kan användas för bredsprutning om det inte finns krav på alltför stor noggrannhet. Signalen är inte tillräcklig för radhackning och sådd. Nästa steg är exempelvis Starfire 1 och Trimble RTX där noggrannheten ligger på ca 0–15 cm. Denna signal kan vara tillräcklig för exempelvis sådd. Ska man ha en precision som är tillräcklig för radhackning och precisionssprutning är det RTK som gäller och då nås precision på ca 2–3 cm. Denna lösning har en årlig abonnemangskostnad på cirka 8 000 kr.



Figur 20. Traktor utrustad för mottagning av RTK-signal. Foto: www.deere.se

7 Sensor- och skanningssystem

7.1 RoboWeedMaps

Systemet RoboWeedMaps (RWM) har utvecklats av Århus Universitet i samarbete med ett antal företag. Finansieringen har gjorts med hjälp av Innovationsfonden i Danmark. Under 2017–2020 provades systemet på 82 fält med en totalareal på 1278 hektar. Fält med grödorna höstkorn, höstvetete, råg, korn och majs skannades. Fälten skannades med hjälp av en ATV (All Terrain Vehicle/fyrhjuling). En motorcykel används främst för att de ”High Speed”-kameror som används kräver mycket batterikraft samt att en stark ljuskälla måste till för att få tillräckligt hög upplösning i bilderna. En lämplig herbicidrekommendation i varje enskilt fält bestämdes med hjälp av beslutsstödsystemet IPMwise.

Totalt kunde 42 olika ogräsarter detekteras med hjälp av systemet. De vanligast förekommande arterna var vitgröe, raps och våtarv. Särskilt var man intresserad av att kunna hitta åkertistel. Detta förekom på 14 av de 84 fälten.

Tabell 7. Grödor, antal fält och antal hektar som undersöktes i projektet med RoboWeedMaps 2017–2020. (Danish EPA, 2021)

Gröda	Säsong	Antal fält	Antal hektar
Höstkorn	Höst	2	30
Höstkorn	Vår	7	95
Höstvetete	Höst	19	323
Höstvetete	Vår	23	337
Höstråg	Höst	0	0
Höstråg	Vår	10	105
Vårkorn	Vår	14	285
Fodermajs	Vår	7	61
Summa		82	1 278

Tabellen visar det antal fält och antal hektar av olika spannmålsgrödor som analyserades i projektet med RoboWeedMaps 2017–2020. Beräkningar gjordes för 65 av fälten där man jämförde ”om RWM använts” istället för den bekämpning som lantbrukaren planerade på fältet. [Tabell 8](#) nedan visar den potential som finns när det gäller besparingar i det danska lantbruket. Beräkningen är i huvudsak gjord utifrån ett ekonomiskt perspektiv för den enskilda lantbrukaren och minskningen i kostnad per hektar varierar mellan 57–73 % för de enskilda grödorna vilket ger ett indirekt mått av minskningen av herbicidanvändningen. TFI (Treatment Frequency Index) och ELI (Environmental Load Index) är två begrepp för att beskriva den minskning av herbicidanvändning som skett på fälten med hjälp av metodiken med skanning. Även dessa tyder på en betydande potential för att minska användningen av växtskyddsmedel men dessa skiljer

sig i vissa fall från den ekonomiska besparingen beroende på vilka herbicider som använts.

Tabell 8. Den beräknade potentialen för minskning av kostnader för herbicider i Danmark om hela arealen med höstkorn, höstvetete, råg och vårkorn skulle utnyttja tekniken med skanning av ogräs. (Danish EPA, 2021).

Gröda	Säsong	Total areal i Danmark (ha)	Besparing kostnad/ha		Besparing i Danmark (MDKK)	Besparad TFI		Besparad ELI	
			(DKK/ha)	(%)		TFI	(%)	ELI	(%)
Höstkorn	Vår	100	118	73 %	12	0,45	52 %	0,07	52 %
Höstvetete	Höst+Vår	599	342	66 %	205	1,18	51 %	1,06	88 %
Höstråg	Vår	145	56	57 %	8	0,10	24 %	0,00	6 %
Vårkorn	Vår	491	212	72 %	104	0,81	49 %	1,03	95 %
Total		1 335			329				
Medel, arealviktat			246			0,87		0,86	

Behandlingsfrekvensindex (TFI, Treatment Frequency Index) beräknas genom att dividera det totala antalet applicerade standarddoser med den behandlade ytan. Detta ger ett värde som återspeglar intensiteten av användningen av bekämpningsmedel.

Miljöbelastningsindex (ELI, Danish Environmental Load Index) är ett mått på den potentiella miljöpåverkan av användningen av bekämpningsmedel. Det beräknas genom att multiplicera mängden aktiv ingrediens som appliceras per hektar med en faktor som återspeglar dess toxicitet för människor, djur och växter.

Betydande minskningar av herbicidanvändningen kan uppnås om RWM används för att identifiera enskilda ogräshärdar i fält. Detta visades vid riktad bekämpning mot åkertistel. I de 13 fält som skannades behövde bara 12 % av ytan bekämpas även när tröskelvärden > 0,1 plantor/m² användes. En plats-specifik bekämpning med hjälp av på/avslag på sprutan kunde i detta fall minska herbicidanvändningen med 88 %.

Betydande framsteg har gjorts sedan projektet påbörjades under 2015 och utvecklas fortlöpande. Patriotisk Selskap har under 2020-2021 haft tillgång till två ekipage och erbjuder lantbrukare ogrässkanning av fält till en kostnad på cirka 150 Dkr/ha (Ladegaard, K. pers. medd.). I Danmark har drygt 700 fält skannats och lantbrukaren kan inom 24 timmar se resultatet. Underlaget består av 400 bilder per hektar som sammanställs till en översiktlig bild av ogräsförekomsten över fältet.

I växtodlingsprogrammet Näsgård kan sedan den danska lantbrukaren eller rådgivaren skapa en tilldelningsfil för plats-specifik ogräsbekämpning. Datalogisk som tillhandahåller programmet Näsgård upplever att skapandet och utvärderingen av tilldelningsfiler oftast kräver att en rådgivare måste engageras för att detta ska bli av.

Den stora investeringen i detta system är kostnaderna för kamerorna som i nuläget är cirka 250 000 kr per ekipage.

7.2 Thistle Tool

Thistle tool är ett precisionsverktyg som med hjälp av drönarbilder identifierar rotogräs som kvickrot och tistel. Utifrån detta skapas en tilldelningsfil som kan användas vid bekämpning i fält.

Drönaren styrs av en app som lägger ut en flygrutt över det aktuella fältet. Drönaren flyger på en höjd av 60-70 m över marken. Bilderna läses in i programmet CropManager (Cropmanager, 2023) som sammanställer ett sammanhängande flygfoto. Algoritmen som finns i CropManager klarar att skilja ut gröna partier i en mognande gröda och skapa en tilldelningsfil utifrån detta. I stubbmarker som ska kvickrotsbekämpas räcker det ofta med att 10-20 % av ytan behandlas.

Programvaran är gratis men idag debiteras en avgift på 5 Dkr/ha för sammanställningen av drönarbilderna. Flera rådgivningsföretag tillhandahåller tjänsten att komma ut och ta korten med drönare och hjälpa lantbrukaren att skapa en tilldelningsfil, kostnaden är 25-50 Dkr/ha. När ett fält ska fotograferas räcker en standarddrönare med en bra RGB-kamera (12 megapixel eller mer) som är utrustad med en RTK-modul. Ett fält på 25 ha kan klaras ofta att fotograferas på cirka 30 minuter.

Uppskattningsvis har tilldelningsfiler för ungefär 2000 ha i Danmark skapats i verktyget Thistle Tool under de senaste åren. Verktyget har hittills inte använts i Sverige.

8 Annan teknik som kan användas på sikt

8.1 Drönare

Drönaren används idag i första hand för ogräsidentifiering. Ett exempel är Thistle Tool enligt föregående avsnitt. Ett annat exempel är ett EIP-projekt ”Platsspecifik ogräsbekämpning” där man genom bildanalys utvecklade en teknik för att urskilja örtogräs i spannmålsgröda. Genom algoritmer behandlades bilddatan och man fick en procentuell fördelning av ogräsen på fältet. Genom att digitalisera en analog dosnyckel beräknades en varierad dos av herbicider på fälten. I försöken kunde totaldosen reduceras med ca 20 %. Drönarbaserade verktyg för att identifiera tistlar och rotoogräs används redan kommersiellt idag och en utveckling för identifiering andra ogräsarter och svamp och fortskrider.

<https://agrovast.se/eu-projekt/platsspecifik-ograsbekampning/>

Besprutning med luftfartyg är förbjudet i Sverige enligt miljöbalken³. Under vissa omständigheter kan Naturvårdsverket ge dispens från förbudet⁴. I Tyskland är bekämpning med drönare tillåten i branta sluttning med vinodling. Flyghöjd max 2 meter över planta och en flyghastighet på maximalt 13 km/h. Drönaren ska vara utrustad med av JKI godkända injektormunstycken.

Drönare kan användas både för punktbekämpning och bredsprutning och utvecklingen är förnärvarande stark. Drönare för flygbesprutning blir allt större. Drönarna kan också arbeta i grupp. Ett koncept som utvecklas är att en mindre drönare flyger före och identifierar exempelvis ogräsförekomst varefter bakomvarande drönare bekämpar. Dataöverföringen sker i realtid. En DJI Agras med 40 l behållare och 9 – 10 m arbetsbredd kostar cirka 200 000 svenska kronor.

8.2 CropSat

Cropsat mäter vegetationsindex på grödan i fält med hjälp av satellitbilder. Eftersom indexet normalt varierar på fältet finns möjlighet att styra dosen av fungicider och tillväxtreglering. Genom Cropsats hemsida går det att skapa en styrfil till sprutan baserat på det intervall man bestämmer själv med hänsyn till vegetationsindexvariationen. Tekniken tillämpas av ett antal lantbrukare idag.

Vår erfarenhet från olika demoförsök på svampbekämpning är att det finns en tendens till att man får samma skörd med en lägre totaldos genom att variera dosen via styrfil i förhållande till en fast dos.

³ Miljöbalk 1998:808 14 kap. 7 §

⁴ Förordning (2014:425) om bekämpningsmedel 2 kap. 47 §

8.3 Väderstationer

Väderstationer introducerades i Sverige under slutet av 1990-talet. Syftet var att få bättre underlag vid bekämpning av potatisbladmögel. Efterhand har antalet väderstationer ökat och paraplyorganisationen Lantmet bildats. Syftet var att utbyta data med varandra. Idag ingår cirka 100 väderstationer i samarbetet. Dessutom levereras griddata (beräknade värden) från SMHI. Väderdata används exempelvis till prognosmodeller för bladmögelbekämpning i potatis och lök, gråmögel i jordgubbar samt prognos för skov och insektsangrepp i äppelodling.

Genom att använda prognosmodeller baserade på väderdata visar försöken att det har gått att reducera användningen av fungicider med 30 % i matpotatis och 50 % i fabrikspotatisodlingen. Prognosmodeller för svamp i stråsåd är under utveckling.



*Figur 21. Gårdsbaserade väderstationer kan ge bättre indata för bekämpning.
Foto: www.metos.at*

Intresset för klimatdata växer och antalet väderstationer ökar. Ett flertal återförsäljare av lantbruksmaskiner erbjuder idag väderstationer i olika utföranden. Swedish Agro har ett samarbete med Cordulus. Med deras väderstation Field Weather betalar man en årlig avgift på 4300 kr med livstidsgaranti. Det tillkommer en installationskostnad på 5535 kr. Väderstationen levererar 8 parametrar var 10 minut. Resultatet kan fås i mobiltelefonen via en app. Produkten levererar en lokal väderprognos samt prognos för skadegörare baserade på temperatursummor.

FieldXact är en väderstation från CaseNewHolland-gruppen. Den har 7 sensorer som mäter data. Utöver detta beräknar den sjukdomstrycket baserade på mätdata från väderstationen samt optimal tidpunkt för sprutning med utvalt preparat, timme för timme och två dygn framåt. Priset ligger på 12 000 kr inklusive 3-årslicens.

John Deere har ett samarbete med företaget Pessl där väderstation Metos marknadsförs.

Marknaden och intresset för väderstationer med lokal väderinformation växer kraftigt. Stora företag har ibland stora avstånd mellan brukningsenheter. Här kan en väderstation ge bra information om optimala sprutförhållanden. Många beslutsstöd är i regel inte utprovade för svenska förhållanden och här vore det intressant om denna teknik testades av oberoende part.

8.4 Detektionssystem för insekter

Företaget Faunaphotonics (www.faunaphotonics.com) utvecklar sensorer som registrerar insekter med hjälp av vinslagsfrekvensen. Den nuvarande detektorn är tämligen stor, cirka 5 kg, och passar sig bäst för att stå stationärt i ett fält. Utvecklingen går snabbt framåt och inom några år kommer en mindre detektor att lanseras som enkelt kan placeras på exempelvis en sprutbom. Kostnaden för denna är 55 000 – 60 000 kr per styck. För tillfället kan detektorerna känna igen cirka 7 insektsarter och försök visar på god korrelation mellan skålfångster och mätningar. En fördel med denna typ av insektsmätningar är att förändringar i populationer kan noteras tidigare än med skålfångster.

Inom ett antal år räknar företaget med att kunna skanna fält med detektorer på en sprutbom, skapa tilldelningsfiler och sedan göra behovsanpassade insektsbekämpningar.



Figur 22. Kamera i fältkanten som registrerar insekter som flyger förbi. Foto: Sunita Hallgren, www.faunaphotonics.com

9 Beräkning av potentiell mängdmässig reduktion av växtskyddsmedel

9.1 Olika tekniker på bomsprutor

9.1.1 Kapacitet

En viktig aspekt för att minimera användningen av växtskyddsmedel är att appliceringen görs i optimal tid för att minimera dosen. Det som påverkar den totala kapaciteten är väderförhållanden såsom vind, temperatur och luftfuktighet. Preparattypen påverkar med användarvillkor och verknings sätt. Spruttekniskt är det arbetsbredd, tankvolym, vätskemängd, körhastighet, fyllningstid och transportavstånd som påverkar.

Ett beräkningsexempel där två tekniker jämförs på cirka 1000 ha sprutning visar på stora skillnader i tidsåtgång vilket även kan innebära en reduktion i användning av växtskyddsmedel. I exemplet räknas på två olika tekniker med en 24 meters spruta med en tank på 3300 liter. Medelskiftet är 10 hektar och medeltransportavståndet är 1000 meter.

Tabell 9. Jämförelse mellan en konventionell spruta med äldre ramp och en nyare spruta med bättre ramp och tillsatsluft.

	Kapacitet ha/tim	Spruttimmar 1000 ha
200 l/ha och 7 km/tim	7,5	133
100 l/ha och 10 km/tim	10,3	97

9.1.2 Sluten påfyllning av preparat CTS (Close Transfer System)

Påfyllning av preparat är något som kan orsaka punktutsläpp. Det finns också arbetsmiljörisker för sprutföraren. Sluten påfyllning av preparat är en teknik som utvecklats under många år och som kommer att bli obligatorisk utrustning på sprutor i Holland 2024 och i Danmark 2025. Olika system finns på marknaden men standardkravet är att preparaten ska kunna fyllas på med en noggrannhet av +/- 2,5 %.

Figur 23. Sluten påfyllning (CTS) av växtskyddspreparat ger bättre doseringsnoggrannhet och bättre arbetsmiljö.

Foto: www.tefentech.com



9.1.3 GNSS-styrd sektionsavstängning

Idag är i princip alla större nyare sprutor utrustade med GNSS-styrd sektionsavstängning. Det kan vara allt från 4 meters sektioner till individuell munstycksavstängning. Beroende på sektionslösning och fältform kan redueringen av preparatet bli från 2-7 % jämfört med manuellt från och tillslag. Saknas tekniken på sprutan finns möjlighet att uppgradera.

Terminal med möjlighet till styrning av dos via styrfil (VRA, varierad vätskemängd)



En terminal som styr sprutan måste ha möjligheten att ta emot en styrfil för att kunna variera dosen på fältet. Saknas möjligheten kan det vara en fråga om uppdatering av programvara alternativt att terminalen måste låsas upp för att erhålla funktionen. Saknas funktionen finns möjligheter till uppgradering.

I demoförsök med fungicider och herbicider finns uppgifter på att det går att reducera doser inom intervallet 10-20 % genom att variera vätskemängden på en konventionell spruta.

*Figur 24. Terminal för sektionsstyrning och dosvariation med GNSS.
Foto: www.mueller-elektronik.de*

9.1.4 Teknik för radsprutning

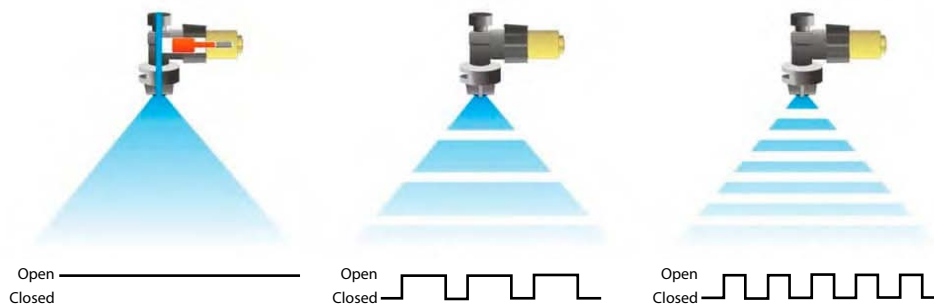
Ett alternativ till en kombinerad radhacka/bandspruta är att sprutbommen är försedd med en indelning av munstycken som är anpassade för olika radavstånd. Ett exempel på denna lösning har Amazone Select Row. Där finns möjligheten att bandspruta på 50 respektive 75 cm radavstånd med 40 graders spridningsvinkel på munstycken. Tekniken förutsätter GNSS-styrning med RTK. Ett användningsområde är exempelvis ogräsbekämpning i potatisodling och bandsprutningen kompletteras då med kupning.



Figur 25. Radspruta kan reducera användningen av växtskyddsmedel. Foto: www.amazone.de

9.1.5 Munstycken med pulsteknik

Med traditionell teknik för styrning av vätskemängder per hektar styrs tryck med hänsyn till körhastighet och munstycksval. Ett alternativ är att välja en munstyckshållare som innehåller en elmanövrerad solenoid. Solenoiden öppnar och stänger munstycken med en viss frekvens. Det finns lösningar med arbetsfrekvenser mellan 10-100 Hz. Med exempelvis en frekvens av 15 Hz öppnas och stängs vätskeflödet 15 ggr/s. Det går sedan att styra öppningstiden (arbetscykeln) exempelvis från 20-100 %. Arbetscykelns längd kan styras individuellt på munstyckena vilket utnyttjas vid en kurva för att få jämnare applicering. Tekniken möjliggör varierande vätskemängder i draget utan tryckförändringar. Möjligheten att styra duschkvalité utan att byta munstycke samt en jämnare applicering i oregelbundna fält. Tekniken finns monterad på ett handfull sprutor i Sverige.



Figur 26. Pulseringsteknik (PWM, Pulse With Modulation) ger jämnare applicering.
Bild: www.cropsprayers.com

9.1.6 Sensor för sektionssprutning

Utvecklingen av sensorn började som ett forsknings- och utvecklingsprojekt i Norge. Sensorn har utvecklats och testas i fält under 8 säsonger. Idag står produkten till stor del på kommersiell bas och tillverkas av företaget Dimensions Agri Technologies AS i Norge. DAT Ecopatch är ett sensorsystem som arbetar i realtid. Produkten är inte kopplad till någon spruttillverkare. Sensorn kan monteras på både nya sprutor och kan även eftermonteras på sprutor som uppfyller en viss standard. Kravet är att ekipaget ska vara utrustad med GNSS-teknik och ISO-buss.

Varje sensor innehåller en RGB-kamera, en blixtnivå och en fläkt och den väger ca 1 kg. Sensorn monteras på rampen i körriktningen med ett avstånd på 4-6 meter.



Figur 27. Komplettering av sensorteknik på bomspruta ger möjlighet till on-off styrning av sektioner. Foto: www.dimensionsagri.no

Tekniken används i höst- och vårsäd för on-off reglering av rampsektioner vid sprutning i 3-5 bladstadiet beroende på ogräsförekomst.

Kameran tar 2 bilder per sekund på en yta 20 * 20 cm. Bilden tas 1-1,5 m framför sprutrampen. Reaktionstiden för sensorn är 10 millisekunder. Bildbehandlingen skiljer i dagsläget på spannmål och örtogräs. Företaget utvecklar nu algoritmer för gräsogräs. Tröskelvärde för on/off kan ställas in och baseras på procent av ogräsförekomst. Som ett standardvärde ligger man strax under 10 %.

Under säsongen 2022 har det i medeltal enligt företagen uppnåtts en reduktion av herbiciddosen på 40 % i förhållande till normaldos.

Sensorn finns idag monterad på 13 sprutor i Europa. Det finns ingen spruta i Sverige som är utrustad med tekniken. Utrustningen har dock nyligen fått en svensk återförsäljare, Dataväxt. Prisbilderna är inte klar än men uppskattningsvis ligger priset för en 24 meters på ca 400 000 kr.

9.1.7 Teknik för precisionsbekämpning på bomsprutor

Tekniker för punktbekämpning av grönt material i stubb eller på bar jord (green – brown) har funnits länge på marknaden. Exempel på produkter är Weed-Seeker och Weed IT. Tekniken förekommer mest vid glyfosatbekämpning på den amerikanska och australiensiska marknaden.



Figur 28. Smartspraying koncept från Dammann. Foto:www.dammann-technik.de

Utvecklingen går dock mer mot sensorlösningar med kamera som via algoritmer och databashantering klarar både ogräsbekämpning av grönt material i stubb eller på öppen jord samt att bekämpa ogräs i växande gröda. Ett begrepp är "Smart spraying". Bekämpningen utvecklas att kunna utföras på munstycks-nivå. Kameratekniken utvecklas för att detektera ogräs om 6x6 mm. Sensorerna är utrustade med belysning för att kunna köras även nattetid. Maskintillverkarna utvecklar inga egna system utan samarbetar med leverantörer av sensorer och programvaror. Prisuppgifter som florerar anger priset på sprutan gånger två för den nya tekniken. Några maskintillverkare som visat sprutor med "Smart Spraying" koncept är; Dammann, Amazone, Johan Deere och Agrifac.



Figur 29. Smartspraying koncept från Amazone. Foto: www.amazone.de



Figur 30. Smartspraying koncept från Agrifac. Foto: www.agrifac.com

En speciell spruta för precisionsbekämpning, som inte baseras på en traditionell spruta med bom, är en utrustning från Ecorobotix ([Figur 31](#)). Modellen som heter ARA har en arbetsbredd på 6 m. Enheten som sitter monterad på traktorns bakre del består av rampsektioner där munstyckena sitter monterade med 4 cm avstånd. Munstyckenas arbetshöjd regleras automatisk beroende på bekämpning. Appliceringen styrs av ett antal kameror som i realtid kan skilja gröda från ogräs. Kameror och pulserande ljus sitter monterade under huvarna. Tekniken har en upplösning på ogräs på 6x6 cm. Spruttankarna är placerade på traktorns främre del. Det finns 2 tankar varav en är på 200 l sprutvätska från vilken man efter en inledande körning kan se behovet per hektar. Tekniken har nyligen introducerats på den svenska marknaden och är i första hand tänkt för grönsaksodlare. Ett annat exempel som lyfts är skräppabehandling i vall.



Figur 31. Smartspraying koncept från Ecorobotix. Foto: www.agrifac.com

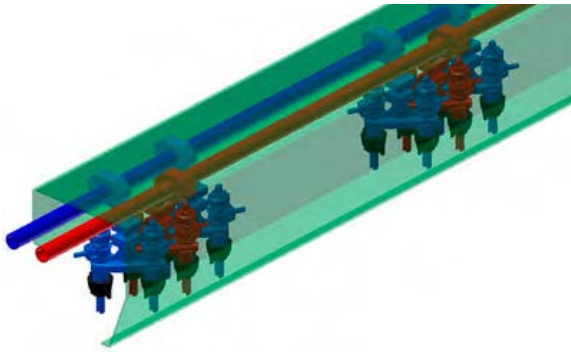
9.2 Preparatdosering

Lösningar för att dosera in preparat vid behov har funnits på marknaden under många år. Ett företag som marknadsfört tekniken är Danfoil. Med deras system DSC där vatten och preparat hålls separerat kan upp till 5 olika preparat doseras in i en blandningskammare. Nackdelen med systemet är att reaktionssträckan är lång.



Figur 32. Utrustning för preparatdosering med tre preparat, DSC. Foto: www.danfoil.dk

Tillverkaren Dammann har lösningen Multi-Fluid som är ett tvåtankssystem med färdiga blandningar som pumpas till separata ledningar i rampen. Fördelen med denna lösning är att det inte blir någon reaktionssträcka utan effekten blir omgående.



Figur 33. Sprutramp med dubbelt rörsystem, Multi-Fluid. Bild: www.dammann-technik.de

Tillverkaren Amazone har utvecklat systemet Directinject. Lösningen innehåller en separat behållare på 50 l. En separat pump doserar in preparatet i huvudflödet via en blandningskammare som sedan distribueras via en separat ledning ut i rampen till separata munstycken. Reaktionssträckan är cirka 30 m.



Figur 34. System för preparatdosering via separat tank, DirectInject. Foto: www.amazone.de

10 Beräkningsexempel: Lönsamhet vid investering i bättre precision i växtskyddsarbetet

Beräkningsexempel

I syfte att belysa lönsamheten med olika tekniska lösningar för att reducera insatsen av växtskyddsmedel redovisas några kalkylexempel. Kalkylexemplen i tabellerna 10-15 beräknas enbart på merkostnaden för tekniken.

Beräkningarna i [tabell 10](#) är gjord på sprutor med en arbetsbredd på 24 m med 2 alternativa sektionsbredder. Sektionsalternativen är 4 m respektive individuell avstängning av munstycken med 0,5 m avstånd.

Tabell 10. GNSS-styrd sektionsavstängning. Återbetalningstiden (pay off) för GPS-styrd delavstängning på en spruta med 24 meters arbetsbredd. Antal år avser tiden tills investeringen är betald med inbesparing av preparat.

	6 sektioner, GNSS		48 sektioner, GNSS	
Investering	50 000 kr		120 000 kr	
Arrondering	Sämre	God	Sämre	God
Preparatkostnad	500 kr/ha	500 kr/ha	500 kr/ha	500 kr/ha
Areal (hektar)	Antal år	Antal år	Antal år	Antal år
200	16,7	20,8	16,2	21,1
500	6,7	8,3	6,5	8,4
1 000	3,3	4,2	3,2	4,2
1 500	2,2	2,8	2,3	2,8

	6 sektioner, GNSS		48 sektioner, GNSS	
Investering	50 000 kr		120 000 kr	
Arrondering	Sämre	God	Sämre	God
Preparatkostnad	1 500 kr/ha	1 500 kr/ha	1 500 kr/ha	1 500 kr/ha
Areal (hektar)	Antal år	Antal år	Antal år	Antal år
200	5,6	6,9	5,4	7,0
500	2,2	2,8	2,2	2,8
1 000	1,1	1,4	1,1	1,4
1 500	0,7	0,9	0,8	0,9

	6 sektioner, GNSS		48 sektioner, GNSS	
Investering	50 000 kr		120 000 kr	
Arrondering	Sämre	God	Sämre	God
Preparatkostnad	2 500 kr/ha	2 500 kr/ha	2 500 kr/ha	2 500 kr/ha
Areal (hektar)	Antal år	Antal år	Antal år	Antal år
200	3,3	4,2	3,2	4,2
500	1,3	1,7	1,3	1,7
1 000	0,7	0,8	0,6	0,8
1 500	0,4	0,6	0,5	0,6

Tabell 10 visar återbetalningstiden (pay off) för GPS-styrd delavstängning på en spruta med 24 meters arbetsbredd. Siffrorna i gult anger antal år som investeringen är betald med inbesparing av preparat. Beräkningen är gjord i relation till manuell avstängning av sektioner. Exemplet är räknat på en medel-skiftesstorlek på 5,5 hektar med god (rektangulärt) respektive sämre (polygon) arrondering. I exemplet ingår preparatkostnader avseende ogräsbekämpning på 3 typgårdar:

1. vall+spannmål, 500 kr/ha
2. växtodlingsgård, 1500 kr/ha
3. växtodlingsgård med specialgröda, 2500 kr/ha.

Beräkningen i **tabell 11** är gjord på en 24 m spruta utrustad med 6 st eftermonterade sensorer som styr rampsektioners ”on/off” med en indelning om 4 m. Tekniken fungerar både på green-brown (spruta i stubb) och green-green (spruta i gröda). I kalkylexemplet är det beräknat 30 % reduktion om bekämpningen sker i gröda. Sker bekämpning i stubb beräknas 50 % totalreduktion i exemplet. I exemplet ingår preparatkostnader avseende ogräsbekämpning på tre kostnadsnivåer per hektar: 250 kr/ha, 750 kr/ha och 1250 kr/ha.

Tabell 11. Eftermonterad kamerasensor på bomspruta för ogräsigenkänning med bildanalys. Återbetalningstiden (pay off) för sensorstyrd eftermonterad utrustning monterat på bomspruta. Antal år avser tiden tills investeringen är betald med inbesparing av preparat.

		250	250	750	750	1 250	1 250
Herbucid kr/ha		250	250	750	750	1 250	1 250
Investering kr	400 000						
Reduktion	Herbucid	30%	50%	30%	50%	30%	50%
Areal (hektar)		Antal år	Antal år	Antal år	Antal år	Antal år	Antal år
200		26,7	16,0	8,9	5,3	5,3	3,2
500		10,7	6,4	3,6	2,1	2,1	1,3
1 000		5,3	3,2	1,8	1,1	1,1	0,6
1 500		3,6	2,1	1,2	0,7	0,7	0,4

Tabell 11 visar återbetalningstiden (pay off) för sensorstyrd eftermonterad utrustning monterat på bomspruta. Siffrorna i gult anger antal år som investeringen är betald med inbesparing av preparat. Beräkningen är gjord i relation till bredsprutning.

I länder såsom Danmark, Tyskland och England erbjuds tjänster där en entreprenör/rådgivare gör en ogrässkanning med drönare alternativt HI Speedkamera på ATV. Nedanstående beräkning avser lönsamhet vid en sådan tjänst beroende på kostnad. I kalkylexemplet är det beräknat 30 % reduktion om bekämpningen sker i gröda. Sker bekämpning i stubb beräknas 50 % totalreduktion i exemplet. I exemplet ingår preparatkostnader avseende ogräsbekämpning på 3 kostnadsnivåer per ha: 250 kr/ha, 750 kr/ha och 1250 kr/ha.

Exemplet visar att det blir lönsamt att köpa tjänsten ogrässkanning först för gårdar med mer än 750 hektar under förutsättningen skanningen kostar mindre än 200 kronor per hektar.

Tabell 12. Köpt tjänst Ogrässkanning. Lönsamhetskalkyl vid olika kostnader för växtskyddsmedel, reduktion av preparatåtgång respektive kostnad för tjänst.

Herbucid kr/ha		250	250	750	750	1 250	1 250
Reduktion	kr/ha	30%	50%	30%	50%	30%	50%
		Lönsamt?	Lönsamt?	Lönsamt?	Lönsamt?	Lönsamt?	Lönsamt?
Kostnad för tjänst	150	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Kostnad för tjänst	200	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja	Ja
Kostnad för tjänst	250	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja
Kostnad för tjänst	300	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja
Kostnad för tjänst	350	Nej	Nej	Nej	Ja	Ja	Ja
Kostnad för tjänst	400	Nej	Nej	Nej	Nej	Nej	Ja

Flera tillverkare av bomsprutor har koncept för realtids spotspraying, dvs direkt punktbehandling i fält. Gemensamt är att de är försedda med ett stort antal kmerasensorer för ogräsidentifiering. Sprutorna kan styra herbiciden på individuell munstycksnivå. De kan arbeta green-brown och green-green. Indikationen vad gäller pris är att de kommer att hamna på dubbla priset för en konventionell spruta i samma storlek. Ännu finns inga sprutor med detta koncept i Sverige.

Beräkningen i [tabell 13](#) är gjord på en 24 m spruta utrustad med ”spot spraying” teknik som styr munstyckenas ”on/off”. I kalkylexemplet är det beräknat tre olika reduktionsnivåer på herbicider, 10 %, 30 % och 50 %. I exemplet ingår preparatkostnader avseende ogräsbekämpning på 3 kostnadsnivåer per ha: 250 kr/ha, 750 kr/ha och 1250 kr/ha.

Tabell 13. Återbetalningstiden (pay off) för den beräknade merkostnaden för en bomspruta utrustad med utrustning för spotspraying. Antal år avser tiden tills investeringen är betald med inbesparing av preparat.

Herbucid kr/ha		250	250	250	750	750	750	1 250	1 250	1 250
Investering kr	1 000 000									
Reduktion	Herbucid	10 %	30 %	50 %	10 %	30 %	50 %	10 %	30 %	50 %
Areal (hektar)		Antal år	Antal år	Antal år	Antal år	Antal år	Antal år	Antal år	Antal år	Antal år
500		80,0	26,7	16,0	26,7	8,9	5,3	16,0	5,3	3,2
1 000		40,0	13,3	8,0	13,3	4,4	2,7	8,0	2,7	1,6
1 500		26,7	8,9	5,3	8,9	3,0	1,8	5,3	1,8	1,1
2 500		16,0	5,3	3,2	5,3	1,8	1,1	3,2	1,1	0,6

[Tabell 13](#) visar återbetalningstiden (pay off) för den beräknade merkostnaden för en bomspruta utrustad med utrustning för spotspraying. Siffrorna i gult anger antal år som investeringen är betald med inbesparing av preparat. Beräkningen är gjord i relation till bredsprutning.

Radhackor med kamerastyrning eller utrustad med möjlighet till GNSS-RTK styrning är en standardlösning hos flera tillverkare. Idag erbjuder tillverkare möjligheten att förse hackan med sprutmunstycken. Herbicider appliceras då i band i själva raden och mellan raden sker en mekanisk bekämpning med hackskär. Spruttanken monteras vanligtvis på traktorns fronthydraulik. Grödor som kan vara aktuella för denna teknik är sockerbetor, majs och raps.

Beräkningen i [tabell 14](#) är gjord på en 6 m radhacka som kompletterats med rad-sprutningsutrustning. I kalkylexemplet är det beräknat 3 olika reduktionsnivåer på herbicider, 25 %, 50 % och 70 %.

Tabell 14. Kombinerad radhacka och bandsprutning. Återbetalningstiden (pay off) för den beräknade merkostnaden för bandsprutningsutrustning på 6 m radhacka. Antal år avser tiden tills investeringen är betald med inbesparing av preparat.

		750	750	1 700	1 700	2 500	2 500
Herbicide kr/ha		750	750	1 700	1 700	2 500	2 500
Investering kr	300 000						
Reduktion	Herbicide	30%	50%	30%	50%	30%	50%
Areal (hektar)		Antal år	Antal år	Antal år	Antal år	Antal år	Antal år
	25	53,3	32,0	23,5	14,1	16,0	9,6
	50	26,7	16,0	11,8	7,1	8,0	4,8
	100	13,3	8,0	5,9	3,5	4,0	2,4

[Tabell 14](#) är en Pay off-kalkyl för merkostnaden för bandsprutningsutrustning på 6 m radhacka. Prisexemplen avser herbicidekostnad i majs (750 kr/ha), Höstraps (1700 kr/ha) och sockerbetor (2500 kr/ha).

I detta beräkningsexempel räknas på en bogserad 12 m kombinerad radhacka och såmaskin plus en 24 m spruta med 25 cm munstycksavstånd. Sådden görs med 25 cm radavstånd med bandsådd på 8 cm. I sprutan är munstycken monterade för bandsprutning. Radhackning sker mellan banden. Utrustningen är försedd med GNSS-RTK. Radhackning och bandsprutning sker i separata moment vilket innebär en merkostnad jämfört med bredsprutning.

Tabell 15. Radhacka och separat bandsprutning. Återbetalningstiden (pay off) för den beräknade merkostnaden för en 12 m system med radhackning och radsprutning. Antal år avser tiden tills investeringen är betald med inbesparing av preparat.

		250	750	1 250
Herbucid kr/ha		250	750	1 250
Investering kr	2 000 000			
Reduktion	Herbucid	65%	65%	65%
Areal (hektar)		Antal år	Antal år	Antal år
500		24,6	8,2	4,9
1 000		12,3	4,1	2,5
1 500		8,2	2,7	1,6
2 500		4,9	1,6	1,0

Tabell 15 visar återbetalningstiden (pay off) för den beräknade merkostnaden för en 12 m system med radhackning och radsprutning. Siffrorna i gult anger antal år som investeringen är betald med inbesparing av preparat. Beräkningen är gjord i relation till bredsprutning.

En merinvestering i GNSS-styrd sektionsavstängning på munstycksnivå har en kort återbetalningstid på större gårdar. I nyförsäljningar av sprutor kan man se att en stor del av sprutorna är utrustade med den tekniken.

Sensorteknik (ogräskanning) för eftermontering på sprutor med realtids on/off-sprutning av sektion har även den en kort återbetalningstid på större gårdar. Tekniken är dock prövad i Sverige.

En rådgivartjänst med ogräskanning är lönsamt för större företag om kostnaden inte överstiger 200 kr/ha och reduktionen av herbicidkostnaden är minst 30 %.

Merkostnaden för bommonterad spotspraying-utrustning har kort återbetalningstid på större växtodlingsgårdar om reduktionen av herbicidkostnaden är minst 30 %.

Merkostnaden för investering i radsprutningsutrustning på en radhacka har enbart rimlig återbetalningstid för en större areal sockerbetsodling men då finns kapacitetsproblem att hinna med hela arealen i rätt tid.

En merinvestering i teknik för odling i 25 cm radavstånd med sprutning i band och radhackning däremellan har en rimlig återbetalningstid på växtodlingsgårdar över 500 ha om kostnaden för inbesparad herbicid kan reduceras med 65 %.

11 Utblick i omvärlden

11.1 Stöd till precisionsteknik i Danmark

I Danmark finns ett stöd vid investering i miljö- och klimatteknologi som är inriktat på 5 fokusområden (Ministeriet for fødevarer, landbrug og fiskeri, 2022) - svin, mjölk, fjäderfä, växtodling och trädgårdsproduktion. Inom växtodlingen är insatser inom potatisodling extra prioriterat.

Under 2022 satsas totalt 244 miljoner danska kronor varav 60 miljoner Dkr riktas mot minskning av pesticider inom lantbruk och trädgårdsnäringen. Stödet är 40 % av en standardkostnad för respektive teknik. Ansökningsperioden är oktober 2022 – januari 2023 och sedan har lantbrukaren två år på sig att genomföra investeringen. För att prioritera mellan olika investeringar finns en bedömningsmall vars mål är att styra medlen till investeringar som ger högsta miljöförbättringen för lägsta insatsen.

Exempel på tekniker som är aktuella:

- ”spotspraying” och teknik för variabel dos
- system för kartläggning och monitoring av ogräs
- bandsprutning i radodlade grödor
- sensorbaserade system för sprutning
- radrensare med styrsystem
- bomsprutor med lufttillsats

11.2 Minskingspotential för glyfosat – en dansk bedömning

I Danmark gjordes under 2021 en handlingsplan för att minska förbrukningen av glyfosat. Den genomsnittliga förbrukningen av glyfosat i Danmark har under senare år legat på 600-700 gram aktiv substans per hektar. Målet i handlingsplanen har varit att göra scenarier med 10 eller 25 % minskning (SEGES, 2022).

Användningen av glyfosat i Danmark är koncentrerat till tre huvudsakliga tillfällen. Behandling på våren innan sådd (cirka 15 %), nedvissning i juli-augusti innan skörd (cirka 40%) och resterande (cirka 35 %) på hösten för bekämpning mot kvickrot, mellangrödor och före sådd av ny gröda i reducerade bearbetningssystem.

Huvudsakliga punkter där man ser möjligheter till minskning av glyfosatanvändningen är:

1. Ingen behandling före skörd i foderspannmål
2. Minska användningen på hösten i stubb mot roto­gräs
3. Minska användningen i stubb utan roto­gräs och för nedvissning av kors­blommiga mellangrödor i system med plöjning
4. Ökat fokus på effektiv glyfosatbekämpning

Punkten 1 är inte aktuell för Sverige och i Danmark från säsongen 2023 förbjuds all användning av glyfosat vars syfte är att underlätta tröskningsarbetet. Behandling innan skörd i foderspannmål för att bekämpa roto­gräs blir fortsatt godkänt.

Minskning på hösten i stubb mot roto­gräs ska uppnås genom att använda verktyg som till exempel Thistle-tool eller andra drö­narbaserade system. Besparingspotentialen uppskattas till 50-75 % på skiftesnivå. Glyfosat­behandling i stubb utan roto­gräs och för nedvissning av mellangrödor ska till största delen helt tas bort och bara användas i de fall besvärliga gräsogräs förekommer eller jorden hindrar effektiv plöjning. För kraftiga mellangrödor rekommenderas istället putsning eller nedbrukning innan plöjning.

För att öka effektiviteten av glyfosat kommer det att fokuseras på behovs­anpassning av dos efter mål­gräsen men även korrekt sprut­teknik, behandlings­tidpunkt, vattenkvalitet och användande av olika additiver. Detta kommer kräva intensifierad rådgivning och ökad försöks­verksamhet.

En dansk rapport (SEGES, 2021) beskriver både praktiska och ekonomiska konsekvenser av ett förbud mot glyfosat. En stor del av glyfosatanvändningen bedöms ersättas av andra kemiska produkter med effekt mot kvickrot som exempelvis Broadway, Cossack, Maister och selektiva gräsherbicider i tvåhjärt­bladiga grödor. Den mekaniska bearbetningen kommer öka men regler runt fånggrödor och restriktioner för bearbetning på hösten sätter begränsningar för detta som inte fanns innan glyfosat introducerades.

Det konstateras också i rapporten att odlingssystem med plöjningsfri odling och Conservation Agriculture kommer bli svåra att fortsätta med. Fröodlingen i Danmark bedöms också minska kraftigt och koncentreras till arter där det finns möjlighet till kvickrotsbekämpning i frökulturen.

Modellberäkningar visar på en ökad bru­kningskostnad på i genomsnitt 890 Dkr per hektar i danskt lantbruk. Den samlade kostnaderna för primärproduktionen uppskattas till 1,9 miljarder Dkr.

11.3 Dansk bedömning av potentialen i precisionsteknik

Miljöministeriet i Danmark publicerade i januari 2023 en rapport ”Statusrapport for sprøjte- og precisionsteknologi for reduktion af landbrugets forbrug af plantebeskyttelsesmidler”. Rapporten beskriver hur dansk rådgivning bedömer möjligheterna att minska användningen av växtskyddsmedel fram till år 2026 och på längre sikt med avseende på olika precisionstekniker.

Den totala minskningen fram till 2026 bedöms till 5,3 %. De tekniker som förväntas kunna minska användningen är sektionsavstängning för att minska dubbelkörningar, punktbehandling av ogräs, kombinerad radsprutning/mechanisk ogräsbekämpning i olika kulturer och förbättrad teknik vid bredsprutning.

Bedömningen av minskningspotentialen bygger på modellberäkningar för exempelvis autostyrning men innehåller även många antaganden. För att få lantbrukare att investera i dessa tekniker anses det viktigt att synliggöra de ekonomiska vinsterna med precisionsbekämpning. Det är främst inom ogräsområdet som potential finns för att minska mängden växtskyddsmedel. När det gäller fungicider och insekticider anses det i Danmark att möjligheterna är begränsade fram till 2026.

Rapporten innehåller även en genomgång av teknikersystem som är under utveckling och på längre sikt kan minska användningen av växtskyddsmedel. Till dessa räknas till exempel drönarteknologi, satellitsystem, autonoma sprutor, termisk- och elektisk ogräsbekämpning.

En avgörande skillnad mellan Sverige och Danmark är att precisionstekniker inom lantbruket är betydligt vanligare i Danmark redan i dagsläget. Det är därför troligt att ytterligare tekniker snabbare kan implementeras. Danmark har en väl organiserad struktur för rådgivning och utveckling inom hela lantbruksbranschen och sedan tidigare vet vi att lantbrukarna är snabba att anamma de råd som kommuniceras.

I Danmark ser man de återkommande behörighetskurserna för lantbrukare som ett ypperligt tillfälle att förklara vilka precisionstekniker som finns tillgängliga och hur de fungerar. Samtidigt betonas att det fortfarande är mycket ”barnsjukdomar” hos de tekniker som utvecklas och börjar komma ut på marknaden. Detta handlar både om problem med de egentliga teknikerna och den mjukvara som ska hantera informationen och kommunicera med olika fabrikat av exempelvis sprutor.

11.4 Stöd till precisionsteknik i Tyskland

Tyska staten har genom ”Rentenbank” erbjudit bidrag för investeringar i särskilt miljö- och klimatvänliga jordbruksmetoder sedan den 11 januari 2021.

Programmet är begränsat till 4 år (till 31 december 2024). Jordbruksföretag, jordbruksentreprenörer och kommersiella maskinringar är berättigade att söka.

De stöd som går att få när det gäller växtskydd är maskiner och utrustning för precisionsapplicering av bekämpningsmedel samt mekanisk ogräsbekämpning. De investeringar som är berättigade till investeringsstöd måste finnas med en "Positivliste". Produktlistan produceras och uppdateras av BMEL (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft).

Produkter är i allmänhet endast berättigade om de har testats av Julius Kühn Institute (JKI) (testet får inte vara äldre än 5 år) och produkten finns på listan i 5 år varefter produkten tas bort. Tillverkare kan då göra ny ansökan om att finnas på listan.

Exempel på produkter som finns på positivlistan.

- Bomspruta med GNSS - styrd sektionsavstängning och automatisk bomhöjdsreglering
- Bomspruta med möjlighet till radsprutning
- Bomspruta med preparatdosering
- Radhacka med kamerastyrning
- Ogräsharv med hydraulisk pinnstyrning

Investeringsbidraget uppgår till 40 % av det totala investerade beloppet. En ansökan behöver minst omfatta 10 000 euro och får maximalt uppgå till 250 000 euro per företag och investeringsprojekt. En bidragsmottagare kan under perioden år 2021 till 2024 som mest beviljas en miljon euro i investeringsstöd.

12 Beskrivning av styrmedel och deras samhällsekonomiska aspekter

I följande avsnitt finns en beskrivning av olika styrmedel och deras effekter på användning av växtskyddsmedel. Som tidigare beskrivits är ju syftet med denna rapport att titta närmare på vilka möjligheter precisionsbekämpning eller annan teknik i växtskyddsarbetet har för att minska användningen av växtskyddsmedel till år 2030. Det är stora kostnader förknippade med en kraftig teknisk utveckling och det är inte givet att denna kan bäras av de enskilda svenska lantbruksföretagen.

I rapporten föreslås inga styrmedel utan en bedömning görs av hur ekonomisk stöttning skulle påverka användandet av mer precisionsteknik vid användning av växtskyddsmedel i svensk växtodling.

12.1 Styrmedel

För att åstadkomma ett förändrat beteende hos företagen kan staten införa olika former av styrmedel. Styrmedel kan antingen vara regler som tvingar företagen att göra en förändring eller så kan de skapa förutsättningar för att företagen självmant ska välja att ändra sitt beteende. Styrmedel kan indelas i följande huvudkategorier:

- Tvingande lagstiftning (regler)
- Skatter
- Subventioner (stöd)
- Kunskapsuppbyggnad och kunskapsspridning

Styrmedel kan antingen införas enskilt eller kan de ingå i ett styrmedelspaket där olika former av styrmedel kombineras. Ett antal olika faktorer kan vägas in vid valet av styrmedel:

- Hur verkningsfullt är styrmedlet för att uppnå den önskade förändringen?
- Riskerar styrmedlet att leda till oönskade sidoeffekter?
- Finns det acceptans i företagen och i övriga samhället för ett införande av det aktuella styrmedlet?
- Kan effekten av det aktuella styrmedlet förbättras genom att samtidigt införa andra, kompletterande styrmedel?
- Är det staten eller företagen som bör stå för de kostnader som uppkommer i företagen när de ska ändra sitt beteende?
- Vilka administrativa svårigheter och kostnader innebär styrmedlet för företagen och för staten?

- Är det aktuella styrmedlet kostnadseffektivt, dvs. är kostnaderna per enhet uppnådd förbättring i nivå med eller lägre än för andra styrmedel som är aktuella att införa?
- Är styrmedlet samhällsekonomiskt lönsamt att införa; det vill säga är nyttan av den förbättring som styrmedlet leder till större än de kostnader som uppkommer?

De styrmedel som tas upp som alternativ i föreliggande rapport är investeringsstöd och åtgärder inom kunskapsuppbyggnad och informationspridning, inte skatt eller tvingande regler i form av lagstiftning. Investeringsstöd och kunskapsuppbyggnad förväntas bidra till det eventuellt kommande målet att minska kvantiteten och riskerna med växtskyddsmedel som används i Sverige. Inget av styrmedlen verkar direkt mot detta mål, utan de verkar i stället mot att lantbrukare eller maskinstationer ska välja att köpa viss teknisk utrustning, välja att praktisera vissa odlingsmetoder eller få ökad kunskap om de aktuella teknikerna och metoderna. Utformningen av styrmedlen får därför stor betydelse för deras förmåga att bidra till ett mål om minskad använd kvantitet och risker med växtskyddsmedel.

12.2 Ekonomiska incitament ger mer flexibilitet för företagen

Jämfört med tvingande regler har ekonomiska incitament (subventioner eller skatter) fördelen att de företag där en åtgärd är mest kostsam och/eller gör minst nytta inte tvingas att införa en åtgärd. De företag som har låga kostnader för att införa en åtgärd får samtidigt möjlighet att välja att tillämpa åtgärden i stor utsträckning, vilket de kompenseras för genom mer stöd eller mindre skatt. Härigenom kommer åtgärden främst tillämpas i företag med låg kostnad per enhet införd åtgärd. Med en tvingande regel skulle däremot alla ha infört åtgärden i ungefär lika stor omfattning.

Ett sätt att göra en regel mer flexibel är dock att ha olika regler för olika typer av företag eller i olika regioner. Det sistnämnda kan i viss mån bidra till att lokalisera åtgärderna till företag där kostnaden för att inför en åtgärd är lägre, även om det inte går att nå samma precision som när företagen själva anpassar sina beslut efter egna gårdens förutsättningar. En fördel med tvingande regler är dock att det blir enklare för myndigheterna att förutse omfattningen av en åtgärd än när en skatt eller ett stöd införs.

12.3 Kunskap förstärker effekten

Kunskapsuppbyggnad och kunskapsspridning kan både vara ett styrmedel i sig själv och vara ett styrmedel som förstärker effekten av andra styrmedel. När samhällsintressen, som exempelvis minskad växtskyddsanvändning, är involverade finns det ett grundläggande motiv för att staten stödjer framtagande

och spridning av kunskap. Staten har dock även en roll mer generellt när det gäller att ta fram och sprida kunskap i samhället. Kunskap är en kollektiv nytthet som inte kostar mer att producera oavsett hur många som använder den, eftersom kunskap inte förbrukas när den används. Ekonomisk teori har visat att företagen ofta producerar för lite av kollektiva nyttheter såsom kunskap, eftersom de fattar beslut utifrån den nytta som uppstår i det enskilda företaget – inte att många andra företag också kan ha nytta av ny kunskap tas fram eller att befintlig kunskap sprids.

Genom att öka kunskapen hos lantbrukare, utrustningsleverantörer, insatsvareleverantörer, maskinstationer, rådgivare med flera går det att skapa förståelse för de möjligheter som nya tekniska lösningar och ändrade odlingsmetoder skapar. Dessutom skapar ökad kunskap förutsättningar för att varje företag ska kunna införa de lösningar som är bäst i det enskilda fallet samt att teknikerna och metoderna används på bästa sätt.

12.4 Bekämpningsmedelsskatt som styrmedel för att minska mängden växtskyddsmedel som används

För att nå hög måluppfyllelse till låg samhällsekonomisk kostnad är det önskvärt att ett styrmedel så direkt som möjligt bidrar till det övergripande målet, samtidigt som företagen ges största möjliga frihet att själva välja vilka och hur mycket av olika åtgärder de vill införa. För företagen största möjliga frihet att välja åtgärder kan de välja den åtgärds kombination som kostar minst för dem.

Nuvarande skatt på kemiska bekämpningsmedel är ett styrmedel med direkt koppling till mängden använt växtskyddsmedel. Denna skatt tas ut på kilo verksamt substans i bekämpningsmedel.

EU-kommissionens mål, i Farm to Fork-strategin, om att halvera användningen av växtskyddsmedel handlar inte enbart om att minska använd mängd, utan målet handlar dels om att halvera riskerna med användning av växtskyddsmedel, dels om att halvera använd mängd av mer farliga ämnen. När det gäller att minska riskerna med användning av växtskyddsmedel har nuvarande bekämpningsmedelsskatt inte en utformning som tar hänsyn till hur hög dos som används per hektar eller hur stora risker för hälsa och miljö som ett visst växtskyddsmedel kan ge upphov till. En bekämpningsmedelsskatt går dock att riskdifferentiera, så att skattesatsen per enhet är viktad i förhållande till de hälso- och miljörisker som respektive medel bedöms ge upphov till vid praktiskt tillämpade doser. Så ser skatten exempelvis ut i Danmark. Genom riskdifferentiering av skatten får lantbrukarna störst incitament att minska användningen av medel med stora hälso- och miljörisker. Mindre riskfyllda ämnen beläggs däremot med en lägre eller ingen skatt. Effekterna av en riskdifferentierad skatt för svenskt lantbruk är så vitt känt inte utredda. Det är inte klarlagt huruvida det skulle finnas tillräcklig valfrihet bland olika växtskyddsmedel och metoder i alla bekämpningssituationer. I fall då endast enstaka växtskyddsmedel finns

att tillgå uppnås inte önskad riskdifferentierad effekt genom substitution eller minskad användning. Då riskerar enbart kostnadsbördan för användaren att öka. En riskdifferentierad skatt skulle dock ändå kunna bidra indirekt till minskade risker och ökat skydd för miljön, om intäkterna öronmärktes för andra åtgärder som leder till sådana effekter.

En bekämpningsmedelsskatt ger lantbrukarna frihet att välja om och hur mycket av olika tänkbara åtgärder de vill genomföra. Företagen kan välja den åtgärdskombination som minimerar skattens negativa inverkan på företagets ekonomiska resultat. För en del företag kan det exempelvis vara lönsammast att ändra grödval och odlingsmetoder och eventuellt gå över till ekologisk odling, medan det för andra företag kan vara lönsammast att investera i teknik för precisionsodling.

12.5 Kostnadsbördan för lantbrukarna

En nackdel för jordbruket med en bekämpningsmedelsskatt, jämfört med att införa exempelvis investeringsstöd, är att kostnadsbördan hamnar på lantbrukarna. Denna kostnadsbörda kan få till följd att odlingen minskar i områden med sämre odlingsförutsättningar eller att odlingen i dessa områden blir mer extensiv, vilket kan inverka på möjligheterna att nå målet i den svenska livsmedelsstrategin om ökad livsmedelsproduktion.

Erfarenhetsmässigt behöver skatter vara förhållandevis höga om de ska leda till att användningen av de beskattade produkterna minskar med flera 10-tals procentenheter. Således kan en bekämpningsmedelsskatt få en högst märkbar inverkan på jordbruksföretagens ekonomi.

Kostnadsbördan av en skatt mildras dock genom lantbrukarnas frihet att fritt välja åtgärder för att mildra konsekvenserna av skatten och att kunna avstå från att införa någon åtgärd ifall åtgärder skulle bli alltför kostsamma. Friheten att välja finns även när det gäller areal- och investeringsstöd men däremot inte för styrmedel i form av tvingande regler.

12.6 Befintlig tvingande lagstiftning

I Sverige och EU tillämpas även olika former av tvingande regler inriktade mot användning av växtskyddsmedel. Exempelvis handlar detta om att verksamma ämnen eller växtskyddsmedel förbjuds, att det finns villkor för när och hur ett växtskyddsmedel får användas, krav på utbildning för att få använda växtskyddsmedel, krav på den tekniska utrustning som används och krav på att teknisk utrustning måste testas med jämna mellanrum. Dessa regler syftar dock inte primärt till att minska använd mängd växtskyddsmedel, utan snarare till att minska hälso- och miljörisker förknippande med användning av växtskyddsmedel. Reglerna bidrar dock i varierande grad till minskad användning, genom att möjligheterna att använda växtskyddsmedel begränsas och/eller att kostnaderna för att använda växtskyddsmedel ökar.

12.7 Administrativa kostnader och negativa sidoeffekter ska beaktas

I den samhällsekonomiska kostnaden för en åtgärd ingår, utöver de kostnader och/eller minskade intäkter som uppkommer i företagen när de inför åtgärden, även administrativa kostnader hos myndigheter. Därtill kan styrmedel eller åtgärder ibland ge upphov till oönskade sidoeffekter för andra än det företag som inför åtgärden. Sådana sidoeffekter är också en del av den samhällsekonomiska kostnaden. Administrationskostnader och sidoeffekter kan ibland göra att den företagsekonomiskt billigaste åtgärden inte nödvändigtvis är den samhällsekonomiskt billigaste. Detta är något som behöver beaktas vid val av och utformning av styrmedel.

Exempel på negativa sidoeffekter som kan uppstå är att företagen ändrar sina odlingsmetoder så att växtnäringsutlakning ökar, att växthusgasutsläppen ökar eller att inbindningen av kol i marken minskar.

Av de styrmedel som diskuterats ovan kan bekämpningsmedelsskatten förväntas ha en låg administrationskostnad, eftersom skatten bara behöver tas ut från det fåtal företag som saluför växtskyddsmedel samtidigt som det inte behövs någon kontroll av regeluppfyllnad i de enskilda jordbruksföretagen. Stöd som ges till enskilda jordbruksföretag kräver manuell handläggning och har omfattande villkor som behöver kontrolleras i fält ger däremot upphov till högre administrationskostnader.

13 Bedömning av framtida potential för precisionsteknik

13.1 Tänkbar implementering av olika tekniker på sikt

I Sverige finns inga användarundersökningar som med säkerhet kan fastställa vilken precisionsteknik som används på gårdsnivå. Våra bedömningar utgår erfarenhet, antaganden och efter diskussioner med säljande företag.

Vi har också utgått från en bedömd användning av olika tekniker i Sverige 2023. Från detta har vi uppskattat hur stor ökningen av dessa tekniker borde bli om inga styrmedel används. Detta får ses som en normal teknikspridning som sker via försäljning och nyinvestering i sprutor.

Vi har även bedömt hur stor användningen av olika tekniker skulle kunna bli med ekonomiska styrmedel i form av ett investeringsstöd likt det som finns i Danmark. Denna bedömning redovisas i [tabell 16](#) och avser situationen år 2030.

Det är viktigt att vara tydlig med siffrorna i exemplet bygger på antaganden och uppskattningar som i sin tur påverkas av många olika faktorer. Exempel på sådana faktorer är att teknikutvecklingen är extremt snabb, prisutveckling på insatsvaror och avsalugrödor kan ändras mycket månad för månad, tillgång och leveranstider på teknisk utrustning är svår att bedöma, lantbrukarnas intresse och incitament att ta åt sig ny teknik är oförutsägbar och inte minst allmän påverkan av oro i världen.

Exemplen på investeringsstöd i [tabell 16](#) bygger på en stödnivå liknande den danska, det vill säga där staten ersätter 40 procent av investeringen (merkostnaden jämfört med konventionell teknik). [Tabell 16](#) redovisar en bedömning av hur stora investeringsbelopp det kan handla om totalt för hela landet och hur mycket av detta som i så fall ersätts av offentliga medel. Tabellen visar också en grov bedömning av hur stor areal de olika teknikerna kan förväntas tillämpas på.

Om alla de tänkta investeringarna skulle genomföras och, enligt dansk modell, till 40 procent subventioneras med offentliga medel, skulle statens utgifter för detta att uppgå till knappt 1 miljard kronor ([tabell 16](#)). Detta motsvarar knappt 16 procent av jordbrukets årliga investeringar i traktorer och redskap enligt Jordbruksverkets statistik (Jordbruksverket, 2020). Jordbrukarna kommer dock inte att genomföra alla investeringar under ett enda år utan det är mer rimligt att räkna med att investeringarna sprids ut under åtminstone en femårsperiod. Utslaget på en femårsperiod motsvarar statliga utgifter om 1 miljard drygt 3 procent av jordbrukets investeringar i traktorer och redskap, exklusive inomgårdsutrustning. För år 2021 visar den preliminära statistiken för jordbrukets ekonomi att jordbrukssektorn totala produktionsvärdet var 68 miljarder kronor (Jordbruksverket, 2022b).

I [tabell 16](#) finns ett antal exempel (1 – 7) på hur olika tekniker kan reducera insatser av växtskyddsmedel, i första hand för herbicider:

1. Uppgradering av befintliga sprutor med sektionsavstängning och GNSS-teknik
2. Investering i bättre teknik på nya bomsprutor med högre precision än standard
- 3a. Investering i radsprutning i radodlade grödor med kombinerad radhacka/radspruta
- 3b. Investering i radhackningsteknik för spannmål och oljeväxter för 25/50 cm radavstånd
4. Investering i bättre möjligheter till punkt/sektionssprutning med ogrässpäckning
5. Investering i smartspraying med realtids ogrässensorer på bomsprutan
6. Investering i ogräsrobotar i radodlade grödor.
7. Investering i utrustning för bättre beslutsunderlag

Teknik som har störst påverkan på reduktionspotentialen är 3b, investering i radhackningsteknik i spannmål/oljeväxter för 25 cm/50 cm radavstånd. Denna tekniska lösning innebär ett odlingsystem med 25 cm radavstånd i spannmål och 50 cm i oljeväxter där användning av herbicider enbart används i själva såraden och radhackning sker emellan. Den tekniska lösning som har näst störst påverkan är alternativ 4, punktbekämpning. Här skannas grödan i förväg (RoboWeedmaps alt. drönare) eller genom realtids sensorteknik på bomsprutan. Sprutning sker här enbart där ogräs finns eller uppnår en bekämpningsströskel.

Tabell 16. Beräkning av möjliga dosreduktioner med teknisk utrustning med och utan styrmedel och beräkning av total utgift för staten för investeringsstöd under perioden 2024 till 2030.

		Uppskattad användning 2023 på tillämpbar åkerareal, A	Möjlig användning 2030 på tillämpbar åkerareal, B	Möjlig användning 2030 med styrmedel på tillämpbar åkerareal, C	Tillämpbar åkerareal, D	Uppskattad dosreduktion på fältnivå, E	Möjlig dosreduktion utan styrmedel totalt, F	Möjlig dosreduktion med styrmedel totalt, G	Styrmedel total investering	Utgift för staten under hela perioden (40 % statligt stöd)
		%	%	%	ha	%	%	%	tkr	tkr
1	Bättre möjligheter till precisionsbekämpning på befintliga sprutor med GNSS-teknik	25%	40%	75%	1 200 000	5%	0,4%	1,2%	100 000	40 000
	Autostyrning									
	Sektionsavstängning									
2	Merinvestering i bättre teknik på nya bomsprutor	5%	15%	75%	1 200 000	5%	0,2%	1,7%	270 000	108 000
	PWM									
	Autoväxling munstycke									
	Radsprutningsmöjlighet									
	Dubbelramp									
	Bandsprutning med bomspruta									
3A	Investering i rad-sprutning i radodlade grödor	0%	15%	80%	150 000	50%	0,4%	2,4%	1 200 000	480 000
	Kombinerat kem-mek									
3B	Investering i radhackning i spannmål	0%	1%	25%	1 200 000	50%	0,2%	5,9%	840 000	336 000
	25 cm radavstånd, separat radhackning									
4	Investering i bättre möjligheter till punkt/sektions-sprutning	1%	15%	30%	1 200 000	30%	2,0%	4,1%	10 250	4 100
	RoboWeedMaps									
	Eftermontering DAT									
	Eco Pach sektionsstyrning on/off									
	Preparatdosering									
5	Investering i "Smartsprayning"	0%	1%	10%	1 200 000	40%	0,2%	1,9%	3 000	1 200
	Realtidsprutning med bommonterad kamerastyrning									
6	Investering i "Autonom teknik"	0%	5%	15%	20 000	50%	0,0%	0,1%	30 000	12 000
	Robot									
7	Investering i "Bättre beslutsunderlag"	5%	15%	55%	1 200 000	10%	0,5%	2,4%	0	0
	Lokala väderstationer									
	Sensorer för insektsförekomst									
	Prognosmodeller									
	Summa						3,9%	19,5%	2 453 250	981 300

I [tabell 16](#) har dosreduktionen i exemplen beräknas på följande sätt:

1. Möjlig dosreduktion utan styrmedel:
 - Möjlig användning på tillämpbar åkermark år 2030 (B)
 - Uppskattad användning 2023 (A)
 - Tillämpbar åkerareal (D)
 - Uppskattad dosreduktion på fältnivå (E)
 - Åkerareal i Sverige (F), 2 545 000 hektar

- Beräkning: $(B-A)*D*E/F$

2. Möjlig dosreduktion utan styrmedel:
 - Möjlig användning på tillämpbar åkermark år 2030 (C)
 - Uppskattad användning 2023 (A)
 - Tillämpbar åkerareal (D)
 - Uppskattad dosreduktion på fältnivå (E)
 - Åkerareal i Sverige (F), 2 545 000 hektar

- Beräkning: $(C-A)*D*E)/F$

Under åtgärd 7 ”Bättre beslutsunderlag” i [tabell 16](#) har inga styrmedel tagits upp då det finns andra möjligheter att finansiera som ej berör den enskilda lantbrukaren till exempel utan företag så som rådgivningsorganisationer med flera.

Utan styrmedel förväntas användningen av herbicider minska med knappt 4 % fram till 2030 och bedömningen är att med hjälp av ekonomisk stöttning skulle en minskning uppåt 20 % kunna åstadkommas.

13.2 Förslag och kostnad för kunskapshöjande åtgärder

Utöver investeringar i teknik behövs också satsningar på kunskap om en förändring ska åstadkommas. För att den här utvecklingen ska kunna ske optimalt och värdet fördelas på ett bra sätt kommer det att krävas ny kompetens och kunskap hos odlare men även hos de myndigheter och organisationer som arbetar med att stödja odlingen på olika sätt (Jordbruksverket, 2021). Det finns alltså ett tydligt behov av olika insatser för att öka kunskapen kring precisionsbekämpning och dessa är:

- Utökade behörighetskurser
- Fältförsök, validering av modeller och demonstrationsodlingar

- Fältdagar och utbildningsdagar
- Nationell samordningsgrupp för precisionsfrågor
- Arbete med att sammanställa och tillgängliggöra kunskap
- Underhåll av webbsidor för informationsspridning
- Utbildning av rådgivare

Precis som för exemplet investeringsstöd har en bedömning gjorts av vilka kostnader dessa åtgärder medför.

Vår bedömning är att dessa satsningar handlar om cirka 12 miljoner kronor årligen. Andra insatser med kunskapshöjande åtgärder är till exempel Greppa näringen. Greppa Näringens omsättning under år 2022 var runt 50 miljoner kronor. I verksamhetsberättelsen (Jordbruksverket, 2022c) finns olika kostnadsposter beskrivna under Året i siffror. En annan satsning som handlar om kunskapshöjande åtgärder och strategier är ”Kompetenscentrum för hållbar hantering av vatten i jordbruket”. Denna insats omfattar 3,5 miljoner kronor årligen under perioden år 2021 till år 2025 (Regeringen, 2019).

14 Potential att nå reduktionsmålen med hjälp av precisionsteknik

Precisionsbekämpning anges ofta som ett realistiskt koncept för att nå målen om minskad användning och risk med kemiska växtskyddsmedel inom EU. Utvecklingen inom precisionsbekämpning har hittills varit störst inom ogräsbekämpning och framför allt bidragit till möjligheter att minska användningen av herbicider. Precisionsteknik för att minska användningen av fungicider, insekticider och andra växtskyddsmedel har hittills inte haft samma utveckling.

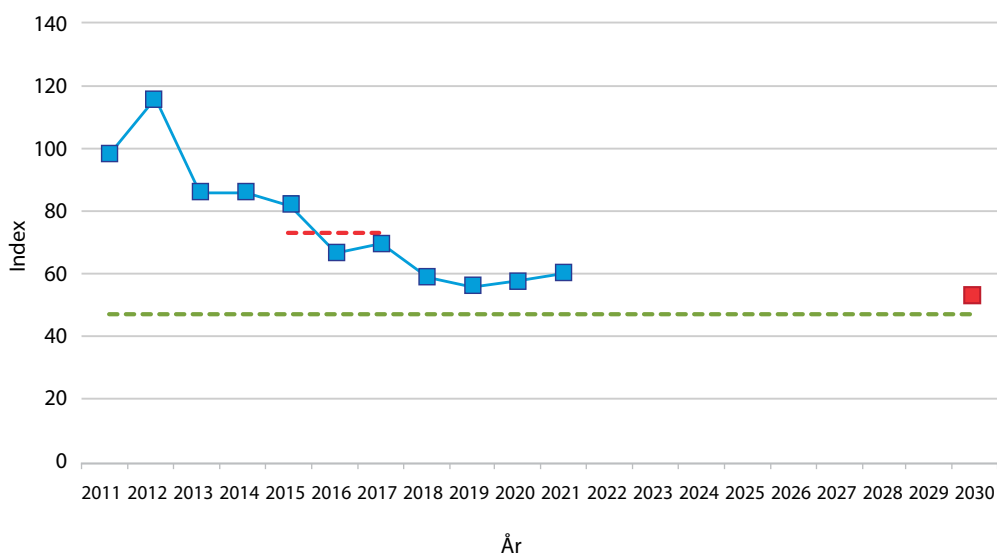
Den precisionsteknik som lyfts fram i denna rapport bedöms ge störst möjlighet att minska användningen av de i Sverige tre mängdmässigt dominerade herbiciderna glyfosat, prosulfokarb och MCPA. Dessa utgjorde år 2021 sammanlagt 54 % av Sveriges HRI1 (glyfosat: 36 %, prosulfokarb: 12 %, MCPA: 5,7 %). Även fyra andra vanliga herbicider: met amitron, fluroxipyr, klopyralid och diflufenikan bedöms kunna minska med samma teknik. Dessa ämnen utgjorde dock endast 6 % av Sveriges HRI1 år 2021 (met amitron: 2,5 %, fluroxipyr: 1,8 %, diflufenikan: 1,4 % och klopyralid: 0,7 %). Av de uppräknade ämnena är endast diflufenikan ett kandidatämne för substitution. År 2021 var den försålda mängden diflufenikan 15,7 ton, eller ca 14 % av den totala försålda mängden kandidatämnen för substitution i Sverige (113 ton).

Utifrån de bedömningar av potentiell minskad användning av växtskyddsmedel med precisionsteknik som presenteras i denna rapport kan man grovt anta att användningen av ovanstående herbicider kan minska med cirka 4 respektive 20 % till och med år 2030, beroende på om teknikimplementeringen sker utan eller med ekonomisk stöttning.

Målen om att minska den totala användningen av och risken med kemiska växtskyddsmedel i Sverige med 36 %, (reduktionsmål 1) och att minska användningen av växtskyddsmedel med särskilt farliga egenskaper med 35 % (reduktionsmål 2) ska ske utifrån ett medelvärde för referensperioden 2015–2017, och beräkningarna baseras på försäljningsstatistik för verksamma ämnen.

HRI1 har sedan referensperioden 2015–2017 fram till 2021 redan minskat med 17 %. Om man utgår från 2021 års försäljningsstatistik och applicerar antagandet om 4 eller 20% minskning av glyfosat, prosulfokarb, MCPA, met amitron, fluroxipyr, klopyralid och diflufenikan kommer HRI1 att minska ytterligare till en nivå som motsvarar totalt 19 respektive 27 % reduktion sedan referensperioden. Trots 20 % minskning av de ämnen som totalt utgör 60 % av nuvarande nivå på HRI1 kommer reduktionsmålet om 36 % minskning alltså inte att nås ([figur 35](#)). För att nå målet skulle användningen av vart och ett av de sju ämnena behöva minska med 38 % från 2021 års nivå.

SE HRI1, 2011-2021



Figur 35. Utvecklingen av Sveriges harmoniserade riskindex, HRI1, från och med år 2011 fram till 2021 (blå fyrkanter med heldragen linje). Röd streckad linje utgör medelvärdet för referensperioden år 2015–2017. Grön streckad linje utgör nivån för reduktionsmålet om 36 % minskning av HRI1 jämfört med referensperioden 2015–2017. Den röda fyrkanten till höger i diagrammet motsvarar nivån på HRI1 efter 20 % reduktion av herbiciderna glyfosat, prosulfokarb, MCPA, metamitron, fluroxipyr, klopuralid och diflufenikan jämfört med 2021 års försäljningsstatistik.

Den totala försålda mängden kandidatämnen för substitution hade år 2021 minskat med 17 % till 113 ton jämfört med referensperioden 2015–2017, då försäljningen i genomsnitt var 136 ton. Om man utgår från 2021 års försäljningsstatistik för diflufenikan skulle en minskning med 4 %, från 15,7 till 15,1 ton, leda till en knappt märkbar effekt på den totala försäljningen av kandidatämnen för substitution. En minskning med 20 %, från 15,7 till 12,6 ton diflufenikan, skulle leda till en minskning av den totala försäljningen av kandidatämnen som motsvarar 19 % jämfört med referensperioden. Bidraget till att nå Sveriges reduktionsmål 2, med hjälp av den teknik som i denna rapport identifierats medföra störst potential till minskad användning av växtskyddsmedel, är således ganska litet.

År 2021 var ungefär hälften av den totala försålda mängden av kandidatämnen för substitution i Sverige herbicider (55 ton) och den andra hälften fungicider (58 ton), medan insekticider stod för mindre än ett ton. För att nå reduktionsmål 2 skulle den totala försäljningen av kandidatämnen för substitution behöva minska till 88,5 ton. Baserat på utvecklingen av precisionsteknik inom olika områden hittills är det dock inte troligt att den kommer att leda till någon större minskning av fungicid- eller insekticidanvändningen inom de närmaste åren.

15 Utmaningar och förslag på åtgärder

15.1 Utmaningar för införande av precisionsteknik

När användningen av ny teknik är ekonomiskt motiverad eller har andra uppenbara fördelar implementeras den snabbt i praktiken. Ett bra exempel är autostyrning via GNSS. Här finns både ekonomiska och arbetsmiljöfördelar.

Går det inte att hitta tydliga fördelar i användandet eller att tekniken inte bedöms vara tillräckligt användarvänlig och mogen är intresset svalt. Det finns dock alltid ett antal pionjärer som vill testa och de är viktiga.

Ett viktigt incitament är vilken support som finns tillgänglig. Det går dock att skönja en satsning i återförsäljarled för bättre precisionsodlingssupport. På den fristående rådgivarsidan är det dåligt utbud i Sverige. I Danmark och Norge har det satsats mer på den typen av rådgivning vilket givit positiva effekter för lantbrukarna.

Exempel på hinder för utveckling, inköp och användande av precisionsteknik:

- Kunskap saknas – användare vågar inte ta steget
- Fältförsök saknas som visar att tekniken ger god effekt och är ekonomiskt motiverad och därmed saknas också motivation att ta steget att köpa och använda precisionsteknik
- Standardisering har inte kommit tillräckligt långt vilket innebär att till exempel att flytta data mellan maskiner och terminaler upplevs krångligt
- Investering av ny teknik och uppläsning av funktioner upplevs för hög

15.2 Förslag på åtgärder för att underlätta införandet av precisionsteknik

Precisionsteknik är ett viktigt verktyg för att på sikt minska användningen av och riskerna med växtskyddsmedel. Satsningar på kunskap genom utbildning och fältförsök, men också ekonomiskt stöd, kommer att påskynda användandet av precisionsteknik.

Exempel på sådana satsningar:

- Obligatoriska inslag på behörighetskurser om precisionsteknik
- En satsning på demo/försök på IPM-demogårdar och fältdagar
- Tillsätta en nationell samordningsgrupp för precisionsfrågor
- Utbildningsdagar ”Hur kommer jag i gång med precisionsodling”
- Undersöka möjligheter för investeringsstöd till precisionsteknik
- Stöd för rådgivningsorganisationer att investera i tekniska hjälpmedel

Referenser

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2023. Positivliste Investitionsprogramm Landwirtschaft. <https://cms.rentenbank.de/export/sites/rentenbank/dokumente/Positivliste-Investitionsprogramm-Landwirtschaft.pdf>

Cropmanager, 2023. <https://cropmanager.dk>

Danish Environmental Protection Agency (Danish EPA), 2021. *Analysis of potential herbicide savings using experience and data from the RoboWeedMaPS project.* <https://agrinavia.com/wp-content/uploads/2021/04/Analysis-potential-herbicide-savings.pdf>

Europaparlamentets och rådets förordning (EG) nr 1107/2009 om utsläppande av växtskyddsmedel på marknaden och om upphävande av rådets direktiv 79/117/EEG och 91/414/EG

Europaparlamentets och rådets direktiv 2009/128/EG om upprättande av en ram för gemenskapens åtgärder för att uppnå en hållbar användning av bekämpningsmedel

Europaparlamentet 2022, *Proposal for a Regulation of the European parliament and of the council on the sustainable use of plant protection products and amending Regulation (EU) 2021/2115*

EU-kommissionen 2020, COM (2020) 381 final, *Meddelande från kommissionen till europaparlamentet, rådet, europeiska ekonomiska och sociala kommittén samt regionkommittén: Från jord till bord-strategin för ett rättvisare, hälsosammare och miljövänligare livsmedelssystem*

Hushållningssällskapet, 2021. *Sverigeförsöken Försöksrapport.* Glyphosatfritt vallbrott, L2-6500, sid 30-34. <https://sverigeforsoken.se/>

Jordbruksverket, 2019. *Vilka effekter kan ett glyphosatförbud medföra? Rapport 2019:8.* Tillgänglig: <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ra198.html>

Jordbruksverket, 2020. *Jordbrukets investeringar i maskiner och redskap år 2020. Jordbruksverkets officiella statistik.* <https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2021-03-01-jordbrukets-investeringar-i-maskiner-och-redskap-ar-2020>

Jordbruksverket, 2021. *Precisionsbekämpning i växtskyddsarbetet - Nuläge, möjligheter och hinder för framtida utveckling.* Rapport OVR603. Tillgänglig: <https://webbutiken.jordbruksverket.se/sv/artiklar/ovr603.html>

Jordbruksverket 2022a. *EU-kommissionens förslag till Europaparlamentets och rådets förordning om hållbar användning av växtskyddsmedel och om ändring av förordning (EU) 2021/2115. (4.4.17-14219/2022).* https://jordbruksverket.se/download/18.21f254fa1841746110e82889/1666961849963/4.4.17-14219_2022-2-yttre-ande-forslag-forordning-om-hallbar-anv%C3%A4ndning-tga.pdf

- Jordbruksverket, 2022b. Jordbruksverkets officiella statistik. *Jordbruksstatistik sammanställning 2022*. <https://jordbruksverket.se/om-jordbruksverket/jordbruksverkets-officiella-statistik/jordbruksverkets-statistikrapporter/statistik/2022-07-05-jordbruksstatistik--sammanstallning-2022>
- Jordbruksverket, 2022c. *Verksamhetsberättelse 2022. Greppa näringen*. https://greppa.nu/download/18.7cf5ca82188006ce38edd43a/1684136426800/Verksamhetsberattelse_2022_Webb.pdf
- Lundkvist, A, et. al, 2015. *Integrerad bekämpning av annuella ogräs genom radhackning och radsprutning i ettåriga grödor*. Slutrapport. Sveriges lantbruksuniversitet, SLU, Uppsala. <https://fou.jordbruksverket.se/fou/sok/detalj/3592/redovisning/7407>
- Maskinkostnader från Maskinkalkylgruppen, 2023. Maskinkostnader 2023. <http://maskinkostnader.se>
- Miljøstyrelsen, 2023. *Statusrapport for sprøjte- og precisionsteknologi for reduktion af lantbrugets forbrug af plantebeskyttelsesmidler*.
- Ministeriet for fødevarer, landbrug og fiskeri, 2022. *Miljø- og klimateknologi 2022*. <https://lbst.dk/tilskud-selvbetjening/tilskudsguide/miljoe-og-klimateknologi-2022>
- Regeringen, 2019. *Regeringsbeslut om Uppdrag att genomföra åtgärder under 2020–2025 inom ramen för livsmedelsstrategin*. N2019/03241/JL.
- Ringselle, B., De Cauwer, B., Salonen, J., Soukup, J. 2020. *A Review of Non-Chemical Management of Couch Grass (Elymus repens)*. *Agronomy*. 10, 1178.
- Regeringen, 2021. Regeringsbeslut 2021-01-28 M2021/00195 *Etappmål om användning av växtskyddsmedel*.
- Regeringen 2023. Bilaga till Protokoll vid regeringssammanträde den 16 mars 2023 I3, LI2023/02045. *Nationell handlingsplan för hållbar användning av växtskyddsmedel för perioden 2023–2027*
- SCB, 2022a. Växtskyddsmedel i jordbruket 2021. *Beräknat antal hektardoser. Statistiska meddelanden*. MI 31 SM 2201.
- SCB, 2022b. *Växtskyddsmedel i jord- och trädgårdsbruket 2021. Användning i grödor*. Statistiska meddelanden MI 31 SM2202.
- SEGES, 2021. *Omkostningar ved udfasning av glyphosat i dansk landbrug*. Planteog Miljøinnovation.
- SEGES, 2022 *Glyphosathandlingsplan - lad os sammen sænke glyphosatforbruget* https://www.landbrugsinfo.dk/public/3/4/8/afgroder_glyphosathandlingsplan_sanke_glyphosatforbrug

PERSONLIGA MEDDELANDEN

Andersson, Rikard. Nordic Beet Research

Hammarström, Lena. Sveriges lantbruksuniversitet

Hartmann, Birger. Datalogisk

Jensen, Rasmus Emil. Seges Innovation

Kaurstad Morthen, Kristian. Dimensions Agritechnologies

Ladegaard Jensen, Kristian. Patriotisk Selskap

<https://patriotisk.dk/>

Nilars, Mikkel. Nordic Beet Research

Peterson, Ellinor. Bjälbo Gård

Redner, Anna. Statistiska Centralbyrån

Ringselle, Björn. RISE

Publikationer inom samma område

Precisionsbekämpning i växtskyddsarbetet – Nuläge, möjligheter och hinder för framtida utveckling. Rapport OVR603



Jordbruksverket
551 82 Jönköping
Tfn 036-15 50 00 (vx)
E-post: jordbruksverket@jordbruksverket.se
www.jordbruksverket.se