

Samhällsekonomisk analys

Kolinlagring i jordbruksmark: Bilagor

Bilaga 7. Metod för att beräkna intäkter och kostnader för lantbrukare

Vi definierar tre typer av alternativa grödor eller markanvändning för att simulera de alternativa växtföljderna: 1) odling av baljväxter (*Baljväxt*), 2) träda utan växtlighet, dvs. bar mark (*Svart_träda*), och 3) odling av en perenn gröda i form av gräs (*Gräs*). För att skapa plats för en ny gröda i växtföljden, måste arealen av en befintlig gröda minskas. Den andel av den totala åkerarealen som antas täckas av en ny gröda (åtgärd) i varje växtföljd och tillhörande bruttovinsten av den nya grödan redovisas i Tabell A1. Exempelvis om andelen är lika med 0.10 måste arealen höstvet, höstraps eller sockerbetor i referens-växtföljden minskas med 10 procent för att bereda plats för den nya åtgärden i växtföljden. Till exempel, när vi simulerar växtföljd Jämf.10 minskas arealen höstvet med 10 procent som ersätts med en motsvarande areal baljväxt. Enligt AgriWise (2020) som tillhandahåller produktionskalkyler för jordbruket, genererar en hektar baljväxt en bruttovinst av 3 529 kr per ha (Tabell A1). Vidare går lantbrukaren miste om den normala bruttovinsten för höstvet, 5 369 kr per ha (Tabell A1) Följaktligen blir den omedelbara nettokostnaden för lantbrukaren att ändra till växtföljd Jämf.10, 1 840 kr per ha baljväxt. Över tiden minskar denna kostnad om växtföljden leder till högre produktivitet av jordbruksmarken, vilket simuleras nedan.

Tabell A1. Antaganden för implementeringen av alternativa växtföljder

Scenario			Areal för åtgärden	Bruttovinst	Underliggande
ID	Växtföljd	Ny gröda	andel	kr/ha	Kalkyl ^(a)
Jämf.1	Noll_jordbearbetning	Ingen	0%	0	
Jämf.2	Lätt_jordbearbetning	Ingen	0%	0	
Jämf.3	Baljväxt	Baljväxt	5%	3 529	Tabell A6
Jämf.4	Noll_jordbearbetning+Baljväxt	Baljväxt	5%	3 529	Tabell A6
Jämf.5	Med_jordbearbetning	Ingen	0%	0	
Jämf.6	Konv_jordbearbetning+Baljväxt	Baljväxt	5%	3 529	Tabell A6
Jämf.7	Svart_träda	Svart_träda	5%	-455	Tabell A7
Jämf.8	Spannmål	Ingen	0%	0	
Jämf.9	Andra_grödor	Ingen	0%	0	
Jämf.10	Baljväxt	Baljväxt	10%	3 529	Tabell A6
Jämf.11	Gräs	Gräs	15%	-683	Not (b)
Jämf.12	Gräs_kort (< 2 år)	Gräs	10%	-910	Tabell A8
Jämf.13	Gräs_lång (≥ 2 år)	Gräs	20%	-455	Not (c)

Noter: (a) De AgriWise (2020) täckningsbidragskalkyler som ligger till grund för beräkning av bruttovinsten hittas i Bilaga 8 Tabell A4-A8; (b) genomsnittet av Bruttovinsten för Jämf.12 och Jämf.13, och (c) summan av de rörliga kostnaderna för etablering av ett-årig träda sådd med gräs fördelade över två år, dvs. halva kostnaderna för Jämf.12.

När det gäller växtföljd Gräs_kort (Jämf.12 i tabellen ovan), ettårig grästräda, som saknar en intäkt blir kostnaden för lantbrukaren att etablera och sköta gräset 751 kr per ha i form av arbetskraft, gräsfrö och drivmedel till traktorn (Tabell A8). Nettoförlusten för lantbrukaren inklusive den

förlorade bruttovinsten för höstvetete blir därför så stor som 4 618 kr per ha ettårig grästräda. Alltså den största potentiella kostnaden för lantbrukaren att ändra växtföljd är alternativkostnaden för att *inte* odla den grödan som är företagsekonomiskt mest lönsamt (på kort sikt). De potentiella merkostnaderna i form av rörliga insatsmedlen såsom arbetskraft, fröar, drivmedel, etcetera är därför i sammanhanget relativt låga.

Vi har även identifierat tre nivåer av reducerad jordbearbetning (Jordbruksverket 2008) i vissa av de alternativa växtföljderna: *Noll_jordbearbetning* innebär ingen jordbearbetning alls, dvs. direkt sådd i stubben, och *Lätt_jordbearbetning* respektive medelintensiv jordbearbetning (*Med_jordbearbetning*) jämfört med konventionell, intensiv jordbearbetning (*Konv_jordbearbetning*). När det gäller de olika jordbearbetningsalternativen har vi inte förändrat de rörliga kostnaderna för lantbrukaren eftersom det inte finns anledning att tro att dessa skulle bli väsentligt högre. Reducerad jordbearbetning tillämpas i jordbruket eftersom det sparar arbets- och maskinkostnader jämfört med konventionell jordbearbetning (Jordbruksverket 2010). Däremot kan det innebära ökning i användning av bekämpningsmedel, en blygsam kostnad, utan förändring i den förväntade skörden (Laukkanen and Nauges, 2011). Redan idag använder merparten (74 procent) av de skånska lantbrukarna någon form av reducerad jordbearbetning enligt en undersökning utförd av Hydbom et al. (2020). Detta tyder på att det är företagsekonomiskt lönsamt att använda reducerad jordbearbetning i Sverige idag, och därför måste det vara andra faktorer som begränsar en generell övergång, i synnerhet till noll bearbetning, exempelvis ökad risk för den enskilda lantbrukaren som vi inte beaktat i den samhällsekonomiska analysen (Soane et al., 2012), men återkommer till i diskussionen om styrmedel. Syftet med den samhällsekonomiska analysen av de växtföljder som tillämpar reducerad jordbearbetning blir därför att värdera de positiva miljöeffekterna av reducerad jordbearbetning.

Beräkning av produktionseffekter

För att beräkna hur mycket kolinlagring kan höja åkermarkens produktivitet har vi använt C-Bank modellen (Hedlund et al., 2017, Brady et al., 2019) som är en produktionsfunktion för jordbruksmark. Modellen beaktar produktivetsförändringar i jordbruksmark genom förändringar i halten organisk kol (soil organic carbon) i matjorden och har följande form:

$$Y(C, N) = a_1 + a_2N + a_3N^2 + a_4C + a_5C^2 + a_6NC \quad (A1)$$

där Y är skörd (kg ha^{-1}), N mängd gödning (kg N ha^{-1}), och C är halten organisk kol i matjorden i procent (%SOC). En viktig skillnad mellan dessa variabler är att lantbrukare lätt kan ändra N genom inköp av mineralgödsel, medan C påverkas indirekt av valet av växtföljd. Följaktligen, kan inte jordbrukarna påverka C kortsiktigt bara långsiktigt genom valet av växtföljd. Produktionsfunktionen har estimerats för huvudgrödorna som odlas i Götalands södra Slättbygder med långtidsdata från SLU:s bördighetsförsök (ibid.). De estimerade parametervärdena som används i denna studie redovisas även i Tabell A9.

Beräkning av kolinlagring i jordbruksmark

En förändring i procent mark-kol (%SOC) påverkar mängden kol i matjorden, dvs. inlagrad kol. Mängden kol som finns lagret i en viss volym jordbruksmark kan beräknas med hjälp av följande standardformel:

$$C_stock = SOC \times (1 - STENAR) \times soil_bulk_density \times jord_volym, \quad (A2)$$

där C_stock är mängden kol (t/ha), SOC och STENAR är andelen kol respektive stenar/grus som finns i matjorden, $soil_bulk_density$ är vikten av en viss volym jord ($kg\ dm^{-3}$) och jordvolym är volym jord per hektar mätt till ett visst djupt i decimeter (dm^{-3}). Genomsnittliga värden för parametrarna SOC, STENAR och $soil_bulk_density$ för studieområdet anges i Tabell A2. Om vi utgår ifrån att växtföljden påverkar kolinlagringen främst ner till ett djup på 30 cm, dvs. matjorden, innebär det $3 \times 10^6\ dm^{-3}$ matjord per ha. Givet dessa förutsättningar innehåller matjorden i studieområdet cirka 75,4 ton kol per ha.

Tabell A2. Genomsnittliga parametervärden för studieområden

Parameter	Värde	Enhet
SOC	0,0171	andel
STENAR	0,08	andel
soil_bulk_density	1,59	kg dm^{-3}

Källa: Brady et al. (2019).

Beräkning av minskat kväveläckage

Enligt Simmelsgaard and Djurhuus (1998) kan förändringen i kväveläckage från jordbruksmark till havet till följd av minskad användning av kvävegödsel beskrivs med följande formell:

$$e_i(N_i) = \bar{e}_i \times \exp\left[\beta \left(\frac{N_i - \bar{N}_i}{\bar{N}_i}\right)\right] \times R \quad (A3)$$

där $e_i(N_i)$ är det förväntade N-läckaget i kg per ha av gröda i till Östersjön då jordbrukarens kvävetillförsel minskat eller ökat enligt $N_i - \bar{N}_i$, då \bar{N}_i är den normala kvävegivan till gröda i (dvs. den optimala kvävetillförsel givet dagens prisförhållanden och SOC halt). Grödans normala kväveläckage vid kvävegivan \bar{N}_i betecknas som \bar{e}_i , konstanten β är en parameter för markens egenskaper och benägenhet för utlakning, och R är retentionskoefficienten som är den genomsnittliga proportionen av det utläkta kvävet som faktiskt når kusten från studieområdet.

Enligt ekvation (A3), om lantbrukaren minskar sin normala kvävegiva till gröda i ($N_i < \bar{N}_i$) kommer kväveutsläppet till havet att minska. Ett lämpligt medelvärde på β för studieområdet är 0,71 (Simmelsgaard and Djurhuus, 1998) och på R är 0,75 (Brandt et al., 2008).

Beräkning av förändring i jordbruksmarkens naturkapitalvärde

Förändringen i värdet på jordbruksmark som naturkapital (markvärdet) i slutet av utvärderingens period beräknas på följande sätt:

$$\Delta NK_T = VINST^*(\mathbf{N}_T^* | \bar{C}_T) - VINST^*(\mathbf{N}_0^* | \bar{C}_0) = VINST_T^* - VINST_0^* \quad (A4)$$

där $VINST_0^*$ och $VINST_T^*$ är den maximala genomsnittliga bruttovinsten per ha över växtföljden för jordbruksproduktion i period 0 (dvs. 2020) respektive i slutperioden T (2040). Alltså beräknar ekvationen (A4) skillnaden mellan två annuiteter i period T . Den första termen beräknar markvärdet givet kolinlagringen i 2040, \bar{C}_T , och den andra givet kolinlagringen i period 0, \bar{C}_0 , givet den optimala kvävegivan för varje gröda i respektive period, \mathbf{N}_T^* och \mathbf{N}_0^* . Skillnaden mellan dessa termer blir därför den absoluta förändringen i markvärdet i år 2040.

Beräkning av nettonuvärdet av välfärdseffekten

Nettoförändringen i den samhällsekonomiska effektiviteten, $\Delta \text{NettoNyttan}$, i samhället av en viss växtföljd jämfört med referensväxtföljden beräknas enligt följande formel:

$$\Delta \text{NettoNyttan} = \sum_{t=0}^T \frac{\Delta VINST_t + \Delta KLIMAT_t + \Delta VATTEN_t}{(1+\delta)^t} + \frac{\Delta NK_T}{(1+\delta)^T} \quad (A5)$$

där $\Delta VINST_t$ är förändringen i bruttovinsten från jordbruket i period t jämfört med referensväxtföljden; $\Delta KLIMAT_t$ är förändringen i värdet på klimatnyttan, $\Delta VATTEN_t$ är förändringen i värdet på vattenkvalitet; och ΔNK_T är förändringen i värdet på naturkapitalet i period T jämfört med referensväxtföljden enligt ekvation (A4). Slutligen är alla värden diskonterade till nutid med diskonteringsränta δ .

Bilaga 8. Ekonomiska kalkyler för olika jordbruksgrödor

Tabell A3. Ekonomisk kalkyl för höstvetete

Intäkter

Baskonto	Benämning	Kvantitet	Enhet	Pris/enhet	Summa
3011	Höstvetete, bröd	7904	kg	1.44	11 382
3081	Miljöersättning, fånggröda	0	ha	1100	
3081	vårbearbetning	0	ha	600	
3184	Kompensationsstöd	0	ha	0	
Summa intäkter					11 382

Rörliga kostnader

Baskonto	Benämning	Kvantitet	Enhet	Pris/enhet	Summa
4011	Utsäde, höstvetete	210	kg	4.00	840
4021	Gödsling kväve (N)	188	kg	10.43	1 961
4024	Gödsling fosfor (P)	24	kg	24.18	580
4025	Gödsling kalium (K)	25	kg	8.21	205
4040	Tillväxtreglering	0.2	ggr	278.00	56
4041	Bekämp. medel, ogräs	1	ggr	215.00	215
4042	Bekämp. medel, brodd	0.1	ggr	185.00	19
4042	Bekämp. medel, svamp	1	ggr	438.00	438
4043	Bekämp. medel, insekt	0.5	ggr	36.00	18
4042	Bekämp. medel stråknäckare	0.1	ggr	380.00	38
4065	Sprutning, lejd	0	ggr	152.00	
4066	Tröskning, lejd	0	ha	1148.00	
4071	Torkning (vh 20%)	8.5	ton	99.00	842
4075	Analys, fodersäd	0.24	st	184.00	44
5360	Drivmedel, traktor	3.5	tim	129.35	453
5360	Drivmedel, tröska	0.6	tim	317.00	190
5521	Underhåll, traktor #	3.5	tim	51.50	
5524	Underhåll, tröska #	0.6	tim	725.00	
5529	Underhåll, spruta #	0.2	tim	345.00	
5700	Transport	8.5	ton	5.00	43
7000	Arbete, verksamhet #	4.5	tim	232.00	
8481	Ränta rörelsekapital	1759	kr	0.04	70
Summa rörliga kostnader					6 011
Bruttovinsten					5 371

Not: # samkostnad för gården som bortses ifrån i valet av växtföljd.

Källa: AgriWise (2020), TB-Kalkyl GMB_Höstvetete, bröd_2020, nedladdat 2020-09-22.

Tabell A4. Ekonomisk kalkyl för höstraps

Intäkter

Baskonto	Benämning	Kvantitet	Enhet	Pris/enhet	Summa
3031	Rapsfrö	3588	kg	3.73	13 383
3081	Miljöersättning, fånggröda	0	ha	1100	
3081	Miljöersättning, vårbearbetning	0	ha	600	
3184	Kompensationsstöd	0	ha	0	
				Summa	13 383

Rörliga kostnader

4013	Utsäde, höstraps	0.4	enhet	2250	900
4021	Gödsling kväve (N)	112	kg	10.43	1 168
4024	Gödsling fosfor (P)	26	kg	24.18	629
4025	Gödsling kalium (K)	26	kg	8.21	213
4041	Bekämp. medel, ogräs	1	ggr	975	975
4042	Bekämp. medel, svamp	0.2	ggr	600	120
4043	Bekämp. medel, rapsbagge	0.3	ggr	175	53
4043	Bekämp. medel rapsbagge, höstraps	1.5	ggr	265	398
4065	Sprutning, lejd	0	ggr	152	
4066	Tröskning, lejd	0	ha	1148	
4070	Odlaravgift	1	st	127	127
4071	Torkning (vh 20%)	3.7	ton	99	366
4075	Analys, raps	0.11	st	263	29
5360	Drivmedel, traktor	3.4	tim	129.35	440
5360	Drivmedel, tröska	0.6	tim	317	190
5521	Underhåll, traktor #	3.4	tim	51.5	
5524	Underhåll, tröska #	0.6	tim	725	
5529	Underhåll, spruta #	0.2	tim	345	
5700	Transport	3.9	ton	5	20
7000	Arbete, verksamhet #	4.2	tim	232	
8481	Ränta rörelsekapital	1962	kr	0.04	78
				Summa rörliga kostnader	5 706

	Bruttovinsten	7 678
--	----------------------	--------------

Not: # samkostnad för gården som bortses ifrån i valet av växtföljd.

Källa: AgriWise (2020), TB-Kalkyl GMB_Höstraps_2020, nedladdat 2020-09-22.

Tabell A5. Ekonomisk kalkyl för sockerbetor

Intäkter

Baskonto	Benämning	Kvantitet	Enhet	Pris/enhet	Summa
3056	Sockerbetor, baspris	61.2	ton	299	18 299
3056	Justering , sockerhalt	61.2	ton	5.38	329
3056	Tillägg, tidig leverans	9.2	ton	21	193
3056	Tillägg, sen leverans	21.4	ton	20.6	441
3081	Miljöersättning, vårbearb.	0	ha	600	
3184	Kompensationsstöd	0	ha	0	
				Summa	19 262

Rörliga kostnader

4016	Utsäde, sockerbetor	1.2	enh	2100	2 520
4023	Gödsling Probeta	0	kg	4.43	
4021	Gödsling kväve (N)	120	kg	10.43	1 252
4024	Gödsling fosfor (P)	31	kg	24.18	750
4025	Gödsling kalium (K)	12	kg	8.21	99
4026	Mangannitrat	2	l	24	48
4026	Besal	160	kg	1.77	283
4043	Bekämp. medel, insekter	0	ggr	36	
4046	Bekämp. medel, ogräs	1	ggr	1400	1 400
4046	Bekämp. medel, svamp	1	ggr	258	258
4062	Sådd, sockerbetor	1	ha	658	658
4065	Sprutning, lejd	0	ggr	152	
4068	Betupptagare, lejd	1	ha	2935	2 935
4070	Stuka	23.8	ton	27.27	649
5360	Drivmedel, traktor	14.5	tim	129.35	1 876
5521	Underhåll, traktor #	14.5	tim	47	
5529	Underhåll, spruta #	0.6	tim	345	
5529	Underhåll, radrensare #	0.6	tim	200	
6311	Grödförsäkring #	1	ha	80	80
7000	Arbete, verksamhet #	13.4	tim	232	
7831	Avskrivning, radrensare #	0.6	tim	347	
8414	Ränta, radrensare #	0.6	tim	123	
8481	Ränta rörelsekapital	3456	kr	0.04	138
				Summa rörliga kostnader	12 945
				Bruttovinsten	6 317

Not: # samkostnad för gården som bortses ifrån i valet av växtföljd.

Källa: AgriWise (2020), TB-Kalkyl GMB_Sockerbetor_2020, nedladdat 2020-09-22.

Tabell A6. Ekonomisk kalkyl för baljväxt

Intäkter

Baskonto	Benämning	Kvantitet	Enhet	Pris/enhet	Summa
3042	Åkerböna	3794	kg	1.9	7 209
3081	Miljöersättning, fånggröda	0	ha	1100	
3081	Miljöersättning, vårbearbetning	0	ha	600	
3184	Kompensationsstöd	0	ha	0	
Summa intäkter					7 209

Rörliga kostnader

4014	Utsäde, åkerböna	9.5	enhet	215	2 043
4021	Gödsling kväve (N)	0	kg	10.43	
4024	Gödsling fosfor (P)	11	kg	24.18	266
4025	Gödsling kalium (K)	23	kg	8.21	189
4044	Bekämp. medel, ogräs	1	ggr	330	330
4044	Bekämp. medel, svamp	0	ggr	0	
4043	Bekämp. medel, bladlöss	0	ggr	265	
4065	Sprutning, lejd	0	ggr	152	
4066	Tröskning, lejd	0	ha	1148	
4071	Torkning (vh 20%)	4.1	ton	204.39	838
4075	Analys	0.11	st	126	14
Summa rörliga kostnader					3 679
Bruttovinsten					3 529

Källa: AgriWise (2020), TB-Kalkyl GSS_Åkerböna_2020, nedladdat 2020-09-22.

Tabell A7. Ekonomisk kalkyl för svart träda

Intäkter

Baskonto	Benämning	Kvantitet	Enhet	Pris/enhet	Summa
3062	Inget skörd	3104	kg TS	1	0
				Summa	0

Rörliga kostnader

4012	Utsäde, träda	4	kg	46	
4082	Ensileringsmedel *	0	kg	28	
4083	Plast *	12	bal	50.5	
4041	Bekämp. medel, ogräs §	1	ggr	215.00	215
5360	Drivmedel	1.5	tim	129.35	194
5521	Underhåll, traktor #	1.5	tim	51.5	
5525	Underhåll, slåtterkross #	0.2	tim	225	
5525	Underhåll, rundbalspress m. inplastare *	0.5	tim	440	
5525	Underhåll, storbalsvagn *	0.5	tim	40	
7000	Arbete	1.5	tim	232	348
7831	Slåtterkross, avskrivning #	0.2	tim	300	
7831	Rundbalspress m. inplastare, avskrivning *	0.5	tim	214	
7831	Storbalsvagn, avskrivning *	0.5	tim	36	
8414	Slåtterkross, ränta #	0.2	tim	54	
8414	Rundbalspress m. inplastare, ränta *	0.5	tim	43	
8414	Storbalsvagn, ränta *	0.5	tim	13	
8481	Ränta rörelsekapital	625	kr	0.04	25
				Summa rörliga kostnader	782
				Bruttovinsten	- 782

Noter: * Ej relevant för träda, # samkostnad för gården som bortses ifrån i valet av växtföljd,

§ Antag att svart träda besprutas för ogräs på samma sätt som höstvetete.

Källa: AgriWise (2020), anpassad TB-Kalkyl GSS_Extensiv vall_2020 för träda, nedladdat 2020-09-22.

Tabell A8. Ekonomisk kalkyl för gräs träda

Intäkter

Baskonto	Benämning	Kvantitet	Enhet	Pris/enhet	Summa
3062	Inget skörd *	3104	kg TS	1	0
				Summa	0
Rörliga kostnader					
4012	Utsäde, träda	4	kg	46	184
4082	Ensileringsmedel *	0	kg	28	
4083	Plast *	12	bal	50.5	
5360	Drivmedel	1.5	tim	129.35	194
5521	Underhåll, traktor #	1.5	tim	51.5	
5525	Underhåll, slåtterkross #	0.2	tim	225	
5525	Underhåll, rundbalspress m. inplastare *	0.5	tim	440	
5525	Underhåll, storbalsvagn *	0.5	tim	40	
7000	Arbete	1.5	tim	232	348
7831	Slåtterkross, avskrivning #	0.2	tim	300	
7831	Rundbalspress m. inplastare, avskrivning *	0.5	tim	214	
7831	Storbalsvagn, avskrivning *	0.5	tim	36	
8414	Slåtterkross, ränta #	0.2	tim	54	
8414	Rundbalspress m. inplastare, ränta *	0.5	tim	43	
8414	Storbalsvagn, ränta *	0.5	tim	13	
8481	Ränta rörelsekapital	625	kr	0.04	25
		Summa rörliga kostnader			751
	Gräs-träda ett årig			Bruttovinsten	- 751

Noter: * Ej relevant för träda, # samkostnad för gården som bortses ifrån i valet av växtföljd.

Källa: AgriWise (2020), anpassad TB-Kalkyl GSS_Extensiv vall_2020 för träda , nedladdat 2020-09-22.

Tabell A9. Parametrar värden för produktionsfunktioner

Gröda	a1	a2	a3	a4	a5	a6
Höstvete	-5824.0	40.42	-0.118	6077.9	-951.3	-4.17
Vårkorn	-1350.8	56.98	-0.264	3207.8	-580.4	-5.50
Höstraps	2569.9	10.51	-0.030	6051.0	-954.9	0.00
Socketbetor	-62341.5	161.74	-0.240	58116.5	-8387.7	-25.90

Källa: Brady et al. (2019, Supplementary Materials Table S2)

Eftersom försöksdata sträcker sig över flera decennier måste funktionerna anpassas (dvs. kalibreras) för att motsvara dagens produktivitet i jordbruket. Kalibreringen går till på det sättet att parametrarna a3 och a5 justeras simultant för att justera lutningen på kurvan precis så mycket som krävs för att första ordningsvillkoren för vinstmaximering uppfylls och den optimala kvävegivan matchar den observerade eller normala för området. Justering av parametrarna a1 flyttar kurvan vertikalt för att den optimala skörden motsvarar den observerade eller normala skörden för området.

Tabell A10. Kalibrerad parametrar värden som används i simuleringar

Gröda	a1_kalib	a2	a3_kalib	a4	a5_kalib	a6
Höstvete	-4467.3	40.42	-0.052	6077.9	-841.9	-4.17
Vårkorn	-1296.8	56.98	-0.157	3207.8	-514.9	-5.50
Höstraps	-5046.2	10.51	-0.008	6051.0	-954.9	0.00
Socketbetor	-53999.9	161.74	-0.282	58116.5	-8485.1	-25.90

Bilaga 9. Lantbrukarnas nettokostnader för ökad kolinlagring i jordbruksmark

I den samhällsekonomiska analysen har vi värderat förändringarna i de multipla kollektiva nyttigheterna förknippade med kolinlagring i jordbruksmark och detta har gjort det möjligt att beräkna nettonyttan till samhället av alternativa växtföljder. I Tabell 8 gör vi en avgränsad analys där vi bortse ifrån värdena av de kollektiva nyttigheterna för att belysa kostnaderna för lantbrukarna för att öka kolinlagringen i jordbruksmark. De beräknade kostnaderna i Tabell 8 avser den genomsnittliga kostnad per kg inlagrad CO₂e uppnådd över 20 år då kostnader/intäkter diskonteras med 3,5%. Två olika kostnadsberäkningar görs. I Kostnadsalternativ 1 inkluderas endast förändringar i nuvärdet av de årliga bruttovinsterna (dvs. kolumn Bruttovinst i Tabell 9) som de olika växtföljderna generera och i Kostnadsalternativ 2 inkluderas också nuvärdet av förändringen i markvärdet (kolumn Markvärdet i Tabell 9) som kan betraktas som en privat nytta till lantbrukaren.

Kom ihåg från Avsnitt 3.5.2 att ökad kolinlagring även påverkar jordbruksmarkens produktivitet och följaktligen kan ändrad växtföljd även leda till en nettonytta för lantbrukaren, om värdet av produktivetsförbättringar över tiden överstiger de kortsiktiga alternativkostnaderna av ändrad växtföljd. Enligt Kostnadsalt. 1 uppstår endast en nettokostnad för ökad kolinlagring för lantbrukaren för de växtföljder som innehåller gräs, dvs. Jämf. 11-13 (Obs! Eftersom Jämf. 7 och Jämf. 8 leder till minskad kolinlagring är det inte relevant att beräkna något kostnadsalternativ för dessa växtföljder). Däremot genererar även Jämf. 11 och Jämf. 13 en nettonytta till lantbrukarna enligt Kostnadsalt. 2 som även inkluderar förändringen i markvärdet.

Tabell 8. De privatekonomiska kostnaderna för kolinlagring i jordbruksmark då man bortser från värdet av de kollektiva nyttigheterna förknippade med högre kolhalt i jordbruksmark där *Kostnad alternativ 1* baseras på nettonuvärdet av de årliga förändringarna i jordbrukarnas bruttomarginal och *Kostnad alternativ 2* även beaktar förändringen i jordbruksmarkensvärde.

ID	Växtföljd	Kolinlagring	Kostnad alt. 1 ^a	Kostnad alt. 2 ^a
		kg_CO ₂ e/ha	kg_CO ₂ e/kr	kg_CO ₂ e/kr
Jämf.1	Noll_jordbearbetning	11 164	3,68	1,17
Jämf.2	Lätt_jordbearbetning	1 419	3,61	1,14
Jämf.3	Baljväxt	5 128	71,47	1,65
Jämf.4	Noll_jordbearbetning+Baljväxt	21 757	5,00	1,29
Jämf.5	Med_jordbearbetning	610	3,61	1,14
Jämf.6	Konv_jordbearbetning+Baljväxt	5 895	21,42	1,57
Jämf.7	Svart_träda	-11 198	NA ^b	NA
Jämf.8	Spannmål	-5 170	NA	NA
Jämf.9	Andra_grödor	5 026	3,64	1,15
Jämf.10	Baljväxt	35 065	5,78	1,37
Jämf.11	Gräs	37 721	-10,52	2,18
Jämf.12	Gräs_kort (< 2 år)	8 315	-1,27	-5,11
Jämf.13	Gräs_lång (≥ 2 år)	50 832	-10,76	2,24

Noter: a) Positiva värden betyder en nettonyttä till lantbrukaren per kg inlagrad CO₂e och negativa värden en nettokostnad över 20 års perioden; b) Eftersom växtföljden leder till minskad kolinlagring är det inte relevant att beräkna en kostnad.

Kommentarer:

- 1) Som diskuteras i rapporten är reducerad jordbearbetning (NO_TILL, INT_TILL och MILD_TILL) redan idag företagsekonomiskt lönsamt för många lantbrukare, därför ger dessa växtföljder en nettonyttä snarare en kostnad för kolinlagring (SC1, SC2, SC4, SC5, SC6).
- 2) Växtföljd SC7 och SC8 ökar kolförluster från jordbruksmark och därför är inte aktuella som kolinlagringsåtgärder (NA).
- 3) Vissa växtföljder genererar en nettonyttä för kolinlagring eftersom den ökar jordbrukets produktivitet på längre sikt (SC9 och SC10).
- 4) Gräs i växtföljden är en mycket effektiv kolätgård och ökar jordbrukets produktivitet. Produktivitetsförbättringarna är dock inte tillräckligt stora för att övervinna kostnaderna för kolinlagring, därför har dessa växtföljder en kostnad för kolinlagring (SC11, SC12 och SC13).

Statsfinansiella kostnader för att öka kolinlagring i jordbruksmark

För att överskådliggöra de potentiella statsfinansiella kostnaderna för att öka kolinlagring i jordbruksmark sammanställer vi nedan den minimala compensation som skulle krävas av jordbrukare för att ändra till en viss alternativ växtföljd.

Tabell 1. De årliga statsfinansiella kostnaderna för att öka kolinlagring (miljoner kronor per år)

	Jäm f.1	Jämf .2	Jämf .3	Jämf .4	Jämf .5	Jämf .6	Jämf .7	Jämf .8	Jämf .9	Jämf. 10	Jämf. 11	Jämf. 12	Jämf. 13
2021	3,4	0,4	-12,3	-7,4	0,2	-12,1	NA	NA	1,6	-17,9	-	-90,0	-
2022	6,9	0,9	-10,8	-1,0	0,4	-10,3	NA	NA	3,1	-8,0	-	-87,5	-
2023	10,3	1,3	-9,2	5,4	0,6	-8,5	NA	NA	4,7	1,9	-	-85,1	-
2024	13,8	1,8	-7,6	11,9	0,8	-6,7	NA	NA	6,3	11,8	-	-82,6	-
2025	17,2	2,2	-6,1	18,3	1,0	-4,9	NA	NA	7,8	21,7	-	-80,1	-
2026	20,7	2,7	-4,5	24,7	1,2	-3,1	NA	NA	9,4	31,6	-	-77,7	-
2027	24,1	3,1	-2,9	31,2	1,3	-1,3	NA	NA	11,0	41,4	-	-75,2	-
2028	27,6	3,6	-1,4	37,6	1,5	0,5	NA	NA	12,6	51,3	-	-72,7	-
2029	31,0	4,0	0,2	44,0	1,7	2,3	NA	NA	14,1	61,1	-	-70,3	-
2030	34,5	4,5	1,8	50,4	1,9	4,1	NA	NA	15,7	70,9	-	-67,8	-
2031	37,9	4,9	3,3	56,8	2,1	5,9	NA	NA	17,3	80,7	-	-65,4	-
2032	41,3	5,4	4,9	63,2	2,3	7,7	NA	NA	18,8	90,5	-	-62,9	-
2033	44,8	5,8	6,5	69,6	2,5	9,5	NA	NA	20,4	100,3	-	-60,4	-
2034	48,2	6,2	8,0	76,0	2,7	11,2	NA	NA	22,0	110,1	-	-58,0	-
2035	51,7	6,7	9,6	82,4	2,9	13,0	NA	NA	23,5	119,8	-	-55,5	-
2036	55,1	7,1	11,1	88,8	3,1	14,8	NA	NA	25,1	129,5	-	-53,1	-
2037	58,5	7,6	12,7	95,2	3,3	16,6	NA	NA	26,7	139,2	-	-50,6	-
2038	62,0	8,0	14,3	101, 5	3,5	18,4	NA	NA	28,2	148,9	-	-48,2	-
2039	65,4	8,5	15,8	107, 9	3,6	20,2	NA	NA	29,8	158,6	-	-45,7	-
2040	68,8	8,9	17,4	114, 3	3,8	22,0	NA	NA	31,4	168,2	-	-43,2	-
Sum ma	723	94	51	1 071	40	99	NA	NA	330	1 512	-531	-332	-708

I **Tabell 10** beräknas de totala kostnaderna som redovisas i Tabell 9 om till genomsnittliga kostnader per hektar.

Tabell 2. De genomsnittliga årliga statsfinansiella kostnaderna per hektar (kronor per ha per år)

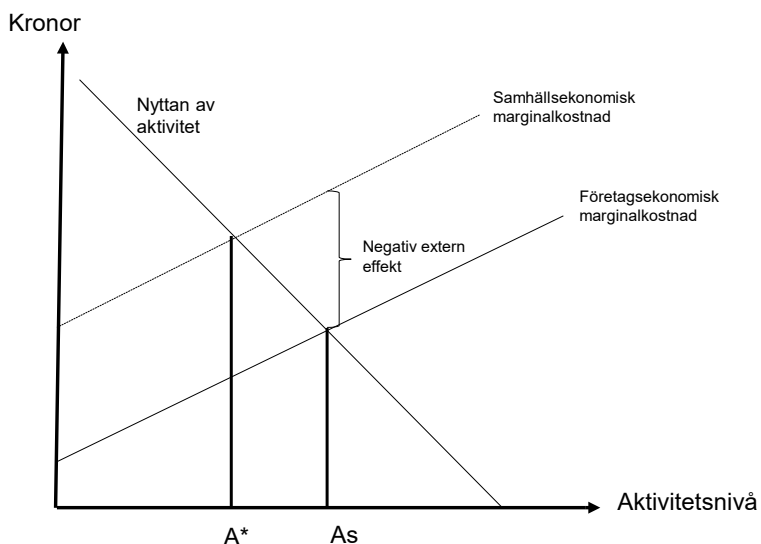
	Jäm f.1	Jäm f.2	Jäm f.3	Jäm f.4	Jäm f.5	Jäm f.6	Jäm f.7	Jäm f.8	Jäm f.9	Jämf .10	Jämf .11	Jämf .12	Jämf .13
2021	23	3	-82	-49	1	-80	NA	NA	10	-118	-821	-596	1061
2022	46	6	-71	-7	3	-68	NA	NA	21	-53	-753	-579	-973
2023	68	9	-61	36	4	-56	NA	NA	31	13	-684	-563	-885
2024	91	12	-51	79	5	-44	NA	NA	42	78	-616	-547	-797
2025	114	15	-40	121	6	-32	NA	NA	52	144	-548	-530	-709
2026	137	18	-30	164	8	-21	NA	NA	62	209	-480	-514	-622
2027	160	21	-19	206	9	-9	NA	NA	73	274	-411	-498	-535
2028	183	24	-9	249	10	3	NA	NA	83	339	-343	-482	-447
2029	205	27	1	291	11	15	NA	NA	93	405	-275	-465	-360
2030	228	30	12	334	13	27	NA	NA	104	470	-208	-449	-274
2031	251	32	22	376	14	39	NA	NA	114	534	-140	-433	-187
2032	274	35	32	419	15	51	NA	NA	125	599	-72	-416	-101
2033	296	38	43	461	17	63	NA	NA	135	664	-5	-400	-15
2034	319	41	53	503	18	74	NA	NA	145	729	63	-384	71
2035	342	44	63	546	19	86	NA	NA	156	793	130	-368	156
2036	365	47	74	588	20	98	NA	NA	166	857	197	-351	241
2037	387	50	84	630	22	110	NA	NA	177	922	264	-335	326
2038	410	53	94	672	23	122	NA	NA	187	986	331	-319	410
2039	433	56	105	714	24	134	NA	NA	197	1050	397	-303	494
2040	456	59	115	756	25	146	NA	NA	208	1113	463	-286	578
Medel kr/år/ha	239	31	17	354	13	33	NA	NA	109	500	-176	-441	-234

Bilaga 10. Marknadsmislyckanden

Aktörer i samhället (t.ex. industri, hushåll och individer) vars handlingar orsakar belastningar på miljön behöver i frånvaron av styrmedel inte beakta den negativa påverkan den försämrade miljön har på andra individer i samhället. Det finns därför inga incitament för dessa aktörer att minska den belastning de orsakar på miljön. Det faktum att en försämrad miljö kan påverka andra människors välmående och hälsa negativt innebär att de olika aktiviteterna (t.ex. produktion, konsumtion, transporter, resursutvinning) genererar en så kallad *negativ extern effekt* (i form av miljötillståndsförsmringens påverkan på människors välfärd). Effekterna är externa eftersom de som påverkar miljön inte behöver beakta dessa förlorade värden (kostnader) i sin beslutsprocess. Exempelvis behöver inte en jordbrukare som använder miljöfarliga pesticider ta hänsyn till hur andra påverkas negativt av de effekter denna användning ger upphov till.

Figur A1 illustrerar att de som orsakar negativa miljöeffekter väljer en aktivitetsnivå där deras marginalkostnad av aktiviteten är lika med deras marginalnytta (A_s i figuren), det vill säga en nivå där de enbart tar hänsyn till de egna kostnaderna och nyttorna av aktiviteten och inte tar i beaktningen de externa kostnader de åsamkar andra. Detta genererar en aktivitetsnivå, och därmed negativ effekt på miljötillståndet, vilken är högre än den samhällsekonomiskt optimala nivån (A^* i figuren), i vilken hänsyn tas till miljöeffektens samhällsekonomiska kostnader.

Det finns därmed, i frånvaron av styrmedel, inga incitament bland de aktörer som orsakar negativa externa effekter att ta hänsyn till hur andras påverkas av en miljö.



Figur A1. Negativa externa effekter på miljön

Kollektiva varor karakteriseras av att det är praktiskt omöjligt att utestänga individer från att konsumera varan (icke-exkluderbarhet) och att en persons konsumtion av varan inte påverkas av att ytterligare en person konsumerar den (icke-rivalitet). Klassiska exempel är fyrbelysning, försvar,

TV och luft- samt vattenkvalitet. Eftersom ingen kan förhindras att ta del av en förbättrad miljö samt att nyttan av denna förbättring inte beror på hur många andra som upplever den kan därför själva miljön betraktas som en kollektiv vara. Förekomsten av negativa externa effekter på en kollektiv vara innebär att det inte är möjligt att uppnå en samhällsekonomiskt optimal nivå av miljökvalitet utan någon form av intervention från statens sida. Med andra ord kommer marknadslösningen leda till en sämre miljö än vad som är samhällsekonomiskt motiverat. Negativa externa effekter samt kollektiva varor utgör därför så kallade marknadsmisslyckanden.

Det kan även förekomma så kallade *informationsmisslyckanden* inom miljöområdet. För att en marknad ska fungera effektivt krävs att alla aktörer har full information om de varor och tjänster som köps och säljs på marknaden. Olika typer av informationsproblem är vanligt förekommande marknadsmisslyckanden.

Goulder och Parry (2008) argumenterar för att det finns informationsmisslyckanden som leder till underinvesteringar i miljöförbättrande åtgärder. Följande tre olika typer av informationsrelaterade marknadsmisslyckanden kan förekomma inom miljöområdet:

- Förekomsten av asymmetrisk (snedfördelad) information.
- Information som en kollektiv nytta (s.k. adoption externalities),
- Beteenderelaterade misslyckanden på grund av t.ex. begränsad rationalitet.

Ofullständig information innebär att all information inte finns tillgänglig för köparen för att kunna ta rätt beslut. Det kan till exempel gälla information om huruvida en produkt man avser köpa orsakar negativa effekter på miljön eller den egna hälsan. Om sådan information är bristfällig kan köparen inte värdera produkten korrekt och betalar kanske därför mer för varan än om hen varit medveten om dess negativa effekter. Asymmetrisk information innebär att de berörda aktörerna har olika information om en varas beskaffenhet. Ett exempel på snedvridet urval är när en myndighet inte har information om olika aktörers kostnader och/eller betalningsvilja för att förbättra miljön i sin omgivning, vilket kan leda till fel nivå på införda styrmedel (t.ex. för låga skatter). Dessa olika marknadsmisslyckanden (och då kanske främst negativa externa effekter) utgör skäl för staten att genomföra egna åtgärder och/eller implementera styrmedel i syfte att uppnå ett samhällsekonomiskt optimalt miljötillstånd.

Bilaga 11. Styrmedelskategorier

Administrativa styrmedel

Det finns en mängd olika typer av administrativa styrmedel riktade mot åtgärder. Det kan röra sig om att aktiviteten eller belastningsfaktorn regleras genom ett gränsvärde som inte får överskridas eller helt enkelt förbud mot en viss aktivitet/belastning vid vissa platser och/eller vissa tider. Förutom dessa går det att styra genom att kräva av ägaren till den verksamhet som ger upphov till belastningen att använda en specifik teknologi (t.ex. BAT krav). Det kan även röra sig om regleringar av de insatsfaktorer som används i aktiviteten som orsakar belastningsfaktorn, till exempel förbud att använda vissa pesticider i odlingssektorn eller krav på inblandning av biodrivmedel i bensen och diesel.

Administrativa styrmedel har stor potential för att garantera måluppfyllelse under förutsättningen att efterlevnaden är 100 procentig. Om marginalkostnaderna för åtgärderna skiljer sig mellan olika källor är det dock svårt att uppnå kostnadseffektivitet med administrativa styrmedel eftersom det kräver att de som utformar regleringen har fullständig information om de olika källornas åtgärds-kostnader. Ju större skillnaderna i marginalkostnaderna av åtgärderna är desto större är effektivitetsförlusterna av att använda ett administrativt styrmedel.

Vid administrativa styrmedel behöver inte den reglerande verksamhetsutövaren betala för eventuella utsläppsskador som återstår efter att till exempel ett visst gränsvärde uppnåtts. Därmed skapar dessa styrmedel inga ekonomiska incitament till att minska belastningen på miljötillståndet utöver vad som krävs. Detta begränsar incitamenten till teknologisk utveckling för att minska utsläppen.

Ekonomiska styrmedel

Ekonomiska styrmedel utgörs av olika former av prissättning i form skatter, utsläpps-rättspriser, avgifter eller ersättningar. Huruvida användandet av prissättning i form av exempelvis skatter innebär att miljömålen uppfylls är osäkert då det kan finnas andra faktorer än skatten som påverkar aktivitetsnivån. Exempelvis konjunktursvängningar kan påverka produktionsnivån i industrin, vilket kan innebära att de under högkonjunktur orsakar större belastning på miljön än vad som är optimalt. Uniforma skatter är enbart kostnadseffektiva inom det kollektiv de åläggs, under förutsättning att aktivitetens lokalisering inte har betydelse för hur människor påverkas (vilket det i vissa fall har). I sådana fall krävs det att skatten är differentierad alternativt kompletterande styrmedel.

Om prissättningen utformas så att utsläppskällan betalar i proportion till utsläppens storlek, finns starka ekonomiska incitament att minska utsläppen vilket i sin tur stimulerar forskning och innovation på området. Därför skapar ekonomiska styrmedel starka incitament för teknologisk utveckling, det vill säga, dynamisk effektivitet. I den mån priset på utsläpp utformas så att den överensstämmer med marginalskadan av utsläppen, leder den även till en samhällsekonomiskt effektiv utsläppsnivå. Prissättning i form av skatter uppfyller även principen att förorenaren betalar i och med att förorenaren måste betala för den belastning på miljötillståndet som påverkar

människor negativt. Dessutom genererar skatten intäkter till staten vilka kan användas för att minska andra, snedvridande skatter.

Subventioner kan betraktas som en negativ skatt som i första hand bör användas gentemot sådana aktiviteter som kännetecknas av positiva externa effekter, såsom ändrade växtföljder i syfte att öka kolinlagringen. Att subventionera minskning av en negativ extern effekt såsom utsläpp, ska i största möjlig mån undvikas eftersom subventionen på lång sikt skapar felaktiga signaler till marknaden.¹

Information

I vissa fall då kostnaderna är låga eller det finns privatekonomiska vinster av att genomföra vissa åtgärder kan information vara tillräckligt för att generera önskade åtgärder (t.ex. vad gäller jordbrukarens egennyta av ökad kolinlagring). Information lämpar sig bäst för miljöproblem som kan härledas till olika typer av informationsproblem. Det är dock svårt att på förhand skatta potentialen informationen har vad gäller att skapa incitament till åtgärder vilka minskar miljöpåverkan. Måluppfyllelsen är därför osäker när man enbart förlitar sig på informativa styrmedel för att nå målen.

Det är överlag svårt att utvärdera effekterna av informativa styrmedel eftersom det utgör en utmaning att med säkerhet isolera deras effekt på beteende. Det vill säga i vilken grad har information påverkat beteendet och vilken del av informationen det är som haft påverkan. Som ett isolerat styrmedel (dvs utan koppling till antingen administrativa eller ekonomiska styrmedel) anses dock effekten av informativa styrmedel vara begränsad (se exempelvis Vedung & Van der Doelen 1998; Mont et al. 2013).

Information utgör dock ofta ett viktigt kompletterande styrmedel till andra typer av styrmedel, såsom subventioner, reglering eller skatter. När nya föreskrifter, gränsvärden för utsläpp, skatter eller subventioner införs kan det behöva en informationskampanj för att sprida detta till berörda aktörer, samt för att informera om vilka regler som gäller och vem som har ansvar för att de uppfylls. Information som styrmedel kan även handla om utbildning riktad mot de som ska genomföra utsläppsminskade åtgärder (t.ex. industrier, hushåll, jordbrukare) när ny teknik har tagits fram. Information till slutkonsumenter, exempelvis information om olika varors miljöpåverkan, kan nyttjas i syfte att få till stånd beteendeförändringar med positiva effekter på miljömålen.

¹ Detta eftersom genomsnittskostnaderna sänks vilket genererar en vinst och därmed incitament till nyetablering och ökad produktion i den subventionerade sektorn, vilket motverkar målet (se Brännlund och Kriström, 2012).

Bilaga 12. Utmaningar i hanteringen av miljöproblemet

För den nationella miljöpolitiken förekommer följande 5 utmaningar för att uppnå sina mål; (i) osäkerheter och risker, (ii) målkonflikter, (iii) brist på nationell rådighet, (iv) vertikal och horisontell integration, (v) trovärdighet och acceptans (Scharin 2018). Dessa utmaningar är till stor del kopplade till det system som ska förvaltas men kan även förekomma i själva förvaltningssystemet. Detta innebär de kan ha direkt bäring på klimatproblemet som sådant, det vill säga de incitament samt beteenden som ger upphov till klimatförändringar. De kan i andra fall vara mer kopplade till själva symptomen (växthusgasutsläpp och klimatet) och dess påverkan på den mänskliga välfärden. Dessutom kan de förekomma i det befintliga förvaltningssystemet (t.ex. kring de mål, styrmedel och åtgärder som adresserar klimatfrågan). Oavsett vilket, har förekomsten av olika utmaningar betydelse för utformningen av styrmedlen.

En identifiering och beskrivning av befintliga utmaningar inom den för översikten aktuella frågeställningen ger värdefull input för utförandet av de olika samhällsekonomiska analyserna.

Osäkerheter

För interventionen ändrade växtföljder i jordbruksmark förekommer det vissa osäkerheter kring vilken effekt denna åtgärd har på kolinlagringen. Den genomförda översikten minskat denna osäkerhet. Det förekommer även osäkerheter kopplade till hur stora kostnaderna är av denna åtgärd samt även storleken på de privata nyttorna som markägaren kan erhålla av en ökad kolinlagring.

Det kan röra sig om olika typer av kunskapsbrister vilka kan kategoriseras enligt fyra olika kategorier av osäkerheter (Stirling 2010), vilka beskrivs nedan.

Enkel risk

Ifall risker är enkla i det att det att såväl sannolikheter som utfall är kända kan dessa hanteras genom en enkel riskbedömning. Detta innebär att man beräknar det förväntade utfallet utifrån kunskaperna om sannolikheter och utfall (Kinzing et al. 2003). För de andra tre kategorierna (osäkerhet, tvetydighet och okunskap) är en sådan ansats dock inte möjlig. Vid enkel risk bidrar en systematisk översikt marginellt till beslutsunderlaget.

Osäkerhet

Vid osäkerhet är det möjligt att beskriva de möjliga utfallen men det finns inte tillräckligt med information eller data för att bedöma sannolikheterna för de olika utfallen. För sådana (osäkra) miljöfrågor konstaterar Stirling (2007) att "det vetenskapligt stränga tillvägagångssättet är att

erkänna olika möjliga tolkningar".² För att hantera stora osäkerheter bör man utgå från försiktighetsprincipen (Scharin 2018). Som vägledning kan man även använda sig av olika scenarier (Vetenskapliga rådet för hållbar utveckling, 2018) samt metaanalyser (se t.ex. Meier et al. 2012).

Tvetydighet

Tvetydigheten avser fånga det faktum att systematiska risker, förutom att vara komplexa och osäkra, även kan kännetecknas av tvetydighet i det att sannolikheten för att de inträffar är känd medan utfallet är okänt. Tvetydighet innebär att det kan finnas flera berättigade perspektiv från vilka man kan bedöma ifall det finns eller kan finnas skadliga utfall samt huruvida dessa risker kan tolereras eller ens accepteras. Samhällsaktörer såsom myndigheter, företag, forskare, frivilligorganisationer, privatpersoner berörs alla av miljöpolitiken och innehar ofta olika uppfattningar om ett specifikt miljöproblems karaktär, orsak, och lösning. Detta inkluderar även olika ståndpunkter vad gäller bedömningen av eventuella risker förknippade med miljöproblem. (Renn et al. 2011).

Närvaron av tvetydigheten kräver dialog och överläggningar mellan de grupper som har olika legitima uppfattningar om problemets utfall i fråga samt hur det ska lösas.

Okunskap

Det finns dock alltid även en sannolikhet för att det inom vissa miljöproblemområden inte finns tillräcklig kunskap för att till fullo förklara förändringar i miljötillståndet utifrån olika belastningar. Det vill säga, varken sannolikheter eller utfall kan med säkerhet bedömas utifrån befintlig kunskap.³ Dessa faller under kategorin okunskap i kategoriseringen av osäkerheter. Närvaron av okunskap kräver att förvaltningssystemet är anpassningsbart allteftersom ny kunskap erhålls.

Närvaron av tröskeleffekter och återkopplingsmekanismer

Det är av stor vikt att identifiera den eventuella närvaron av tröskeleffekter och återkopplingsmekanismer kopplat till ändrade växtföljders påverkan på kolinlagringen i jordbruksmark. Närvaron av dessa kan vara av avgörande betydelse för valet av styrmedel.

Att kategorisera de olika typerna av osäkerheter kopplade till ett visst miljöproblem, är ingen enkel uppgift. För det första kan det finnas fler typer av brister inom samma miljöproblem men i olika delar av systemet. För det andra kan vissa kunskapsbrister som ter sig enkla vid en första anblick visa sig vara mer osäkra och tvetydiga än vad som förväntats. Att identifiera enbart en kategori av kunskapsbrist med ett visst miljöproblem är därför sällan möjligt. Det kan dock vara av stor betydelse att identifiera vilken typ som uppstår var i händelsekedjan (se t.ex. Maxim et al., 2009).

² Vetenskaplig osäkerhet kan hanteras genom att kombinera olika metoder (såsom beslutsteori, scenarioplanering, samt analys av möjliga tröskeleffekter utifrån resiliensteori) i syfte att beskriva de möjliga utfallen, deras sannolikhet, och möjliga konsekvenser under olika beslutssituationer (Polasky et al. 2011).

³ Därmed kan man säga att okunskap motsvarar Knight's (1921) begrepp djup osäkerhet.

Ett primärt syfte med att utföra en systematisk översikt är att bedöma hur stora osäkerheterna är inom en viss forskningsfråga. I denna rapport rör det sig om att minska osäkerheten av olika växtföljders effekt på kolinlagringen i jordbruksmark. Genom att erhålla en tydlig bild vad gäller olika vetenskapliga artiklars resultat i denna frågeställning är det möjligt att implementera kostnadseffektiva åtgärder och styrmedel.

Den systematiska översikten om ändrade växtföljders påverkan på kolinlagring visar att det råder en viss grad av osäkerhet vad gäller vissa växtföljdernas effekt på jordbruksmarkens kolinlagring. För de mest relevanta växtföljdsalternativen kan vi dock betrakta osäkerheterna som små.

Målkonflikter

Målkonflikter uppstår inom miljöpolitiken då uppfyllandet av ett miljömål innebär försämrade förutsättningar att uppnå andra miljö- eller samhällsmål.

Målkonflikter kan uppstå på grund av någon av de följande orsakerna:

- Åtgärderna som genomförs för att nå målet genererar negativa synergieffekter på andra mål. Till exempel skulle ändrade växtföljder kunna leda till en minskad jordbruksproduktion vilket i sin tur kan innebära svårigheter att nå miljömålet *En levande landsbygd*, eller eventuella framtida mål om självförsörjningsgrad.
- Styrmedlen som implementeras leder till produktions-/beteendeförändringar vilka har negativa synergieffekter på andra samhällsmål. Till exempel skulle lagkrav på ändrade växtföljder innebära att åtgärdskostnaderna läggs på jordbrukarna vilket kan leda till att produktionen minskar eller omlokaliseras till utlandet och en målkonflikt gentemot sysselsättningsmålet uppstår. Eftersom klimatproblematiken är av global karaktär kan det i värsta fall även leda till en försämring av miljötillståndet, vilket strider mot Generationsmålet.
- Även vissa typer av ersättningar kan vara administrativt tunga för de ansökande vilket kan stå i konflikt med målet om regelförenkling.

Ifall ändrade växtföljder för att öka kolinlagringen leder till minskade skördar (främst på kort sikt) kan det föreligga en målkonflikt mellan miljömålet *Begränsad klimatpåverkan* och lantbrukarnas inkomster (och därigenom målet *En levande landsbygd*). Däremot kan ändrade växtföljder gynna andra mål som biologisk mångfald, samt minskad övergödning och spridning av gifter (ex. bättre växtföljd kan minska behovet av bekämpningsmedel).

Närvaron av målkonflikter måste beaktas i valet av styrmedel eftersom olika typer av styrmedel har olika förmåga att hantera dessa.

Nationell rådighet

Med nationell rådighet menas att man inom svensk förvaltning kan besluta om styrmedel och åtgärder samt avsätta resurser för att undanröja de hinder som finns för att miljö kvalitetsmålet ska kunna nås (Naturvårdsverket 2012). Rådigheten beror på såväl det system som ska förvaltas (t.ex.

klimatet, haven, skogen) som på själva förvaltningssystemet (t.ex. Svenska miljömålssystemet, EU:s jordbrukspolitik, UNFCCC).

Den nationella rådigheten beror till viss del på miljöproblemets karaktär. För miljömål av global karaktär som *Begränsad klimatpåverkan* är den nationella rådigheten svag vad gäller att på egen hand bekämpa klimatförändringar vilket innebär att klimatpolitiken till stor del behöver drivas på global nivå, till exempel inom ramen för FN:s Klimatkonvention (UNFCCC). Men det är även viktigt att driva en nationell klimatpolitik i syfte att minska de inhemska växthugsutsläppen. Främst för att Sverige måste uppfylla sina internationella åtagande i Parisöverenskommelsen från 2015, men även för att man avser vara ett föregångsland och visa andra att det är möjligt att till exempel minska utsläppen av växthusgaser samtidigt som man bevarar eller stärker välfärden (s.k. signalpolitik).

Även om vi inte har stor nationell rådighet över klimatförändringarna och dess orsaker är rådigheten stor vad gäller att påverka de svenska jordbrukarnas odlingsmetoder och därmed kolinlagring. Det vill säga, för det svenska förvaltningssystemet råder nationell rådighet över att påverka aktiviteten jordbruk och dess potential för kolinlagring. Nationella styrmedel har därför stor potential att skapa tillräckliga incitament för svenska jordbrukare att ändra sina växtföljder i syfte att öka kolinlagringen. Detta förutsätter dock att man implementerar det för åtgärden optimala styrmedlet vad gäller kriterier såsom kostnadseffektivitet, måluppfyllelse, fördelningseffekter, genomförbarhet.

Oavsett rådigheten över själva jordbruket kan det finnas aspekter av förvaltningssystemet som påverkar den nationella rådigheten över valet av styrmedel. Till exempel kan EU:s gemensamma jordbrukspolitik samt olika EU-direktiv vilka är av direkt eller indirekt betydelse för jordbruket påverka möjligheten av att på nationell nivå välja vilka styrmedel vi vill införa för att få till stånd ändrade växtföljder. Införandet av finansiella ersättningar till jordbruket kan, till exempel, strida mot EU:s Statsstödsregler.

Även om den nationella rådigheten över jordbruket är stor kan en viss utformad miljöpolitik innebära oönskade effekter. Styrmedel vilka innebär en stor finansiell börda för jordbruket kan leda till att den inhemska produktionen ersätts av importerade varor. Detta leder i sin tur till att den nationella rådigheten över jordbrukets klimatpåverkan begränsas samt i värsta fall även att klimatproblemet förvärras (om de importerade produkterna innebär större utsläpp av växthusgaser än de inhemska de ersätter). Det är utifrån bland annat detta perspektiv som generationsmålet formulerats.

Horisontell och vertikal integration

Mycket förklaring nedan som kan tas bort i slutändan. Osäker på ifall detta behövs i slutändan, men det kan ju i fallet ändrade växtföljder för kolinlagring finnas ett behov av att bättre integrera (vertikalt) åtgärden och styrmedlet med EU:s jordbrukspolitik (Gårdsstödet kan t.ex. ha en motverkande effekt på incitamenten) samt integrera åtgärden och styrmedlet horisontellt genom att ta hänsyn till de positiva synergieffekterna på andra miljömål.

För att hantera målkonflikter samt en begränsad nationell rådighet är det viktigt att klimatpolitiken är horisontellt och vertikalt integrerad (se t.ex. Armitage et al. 2010; Scharin et al. 2016). Hur väl miljöpolitiken riktade mot olika miljöproblem samverkar, i stället för att exempelvis motverka

varandra (målkonflikter), indikeras av graden av horisontell integrering. En horisontell integration av förvaltningssystemet är därför nödvändig då systemet i sig uppvisar beroendesamband och målkonflikter, vilket i högsta grad är fallet för klimatproblemet. Hur väl klimatpolitiken och dess styrmedel ligger i linje med varandra över de olika geografiska förvaltningsinstitutionerna indikeras av vertikal integrering. Vertikal integrering av lokal, nationell, regional och internationell miljöpolitik är av stor betydelse för att kunna få till stånd ett effektivt förvaltningssystem. Exempelvis måste lokala åtgärder för att minska växthusgasutsläppen förhålla sig till den inom problemområdet förda miljöpolitiken på nationell (miljömålet *Begränsad klimatpåverkan*), regional (EU- direktiv och mål) och internationell nivå (Parisöverenskommelsen).

Vertikal integration av förvaltningssystemet är av vikt då den nationella rådigheten (pga. systemet som ska förvaltas) är begränsad men styrs även av hur förvaltningssystemet är uppbyggt nationellt, regionalt och globalt.

Behovet av integration skiljer mellan olika miljöproblem samt i vilken omfattning den befintliga miljöpolitiken är integrerad. Medan behovet av horisontell integrering är starkt kopplad till huruvida miljöproblemet i fråga kan kopplas till andra miljöproblem så förklaras behovet av vertikal integrering oftare av graden av lokal och nationell rådigheten över miljöproblemet.

En vertikal och horisontell integration är även nödvändig för att i största möjliga mån minska de osäkerheter och risker som diskuterades ovan. Detta kan förklaras av att ökad integration förbättrar möjligheterna att dela med sig av kunskaper mellan olika aktörer och därmed utforma en mer holistisk ansats för att hantera miljömålen.

Ökad integrering av klimatpolitiken, horisontell såväl som vertikal innebär ökade kostnader vilket måste vägas mot nyttan av själva integreringen. Det är därför viktigt att identifiera, kvantifiera och om möjligt värdera den nytta som integreringen uppnår samt att försöka minimera dess kostnader genom att till exempel utveckla effektiva institutioner.

Miljöpolitikens trovärdighet och acceptans

En miljöpolitik som upplevs trovärdig innebär överlag att acceptansen för olika typer av interventioner, såsom åtgärder och styrmedel, är stor. Detta, i sin tur, underlättar genomförandet av de åtgärder och styrmedel som krävs för att uppnå de satta miljömålen. Acceptansen för interventioner är dock med all sannolikhet lägre om miljöpolitiken inte uppfattas som trovärdig. En låg acceptans kan leda till att efterlevnaden av de tillämpade styrmedlen brister vilket kan innebära att målen blir svåra att uppnå.

Trovärdighet och politisk enighet kring klimatmålen är av stor betydelse för hur väl åtgärder och styrmedel riktade mot dessa mål accepteras av berörda samhällsgrupper. Om individer, hushåll och företag tror på det klimatpolitiska målet om att ha ett fossilfritt samhälle till 2045 kommer det bli lättare att implementera de nödvändiga åtgärderna och styrmedlen för att nå dit. Den politiskt breda överenskommelse vad gäller klimatmålen ökar trovärdigheten. Denna överenskommelse innebär även att de implementerade styrmedlen kan antas gälla över en längre tidsperiod oavsett sittande regering, vilket leder till förutsägbarhet och anpassningsmöjligheter för de aktörer som styrmedlet riktar sig mot. Detta ökar i sin tur också acceptansen.

Förvaltningssystemets organisation spelar en betydande roll för klimatpolitikens trovärdighet. Exempelvis att för klimatpolitiken berörda myndigheter (vilka tar fram beslutsunderlag för miljöpolitiska beslut) är oberoende bör rimligtvis bidra med att stärka förtroendet. Trovärdigheten kan även variera mellan olika skalor. Till exempel kan den nationella klimatpolitiken upplevas som mer trovärdig än EU:s, och vice versa.

Huruvida klimatpolitiken upplevs som trovärdig kan troligtvis variera mellan olika samhällsgrupper, t.ex. företag, hushåll, individer, intresseorganisationer, akademien, m.fl.⁴ Dessutom kan det ju vara så att även om klimatmålen i sig bedöms som trovärdiga kanske medlen för att uppnå dessa, i form av åtgärder och styrmedel bedöms som mindre trovärdiga.

Även om klimatpolitiken har som syfte att åstadkomma en mer effektiv användning av samhällets resurser kommer den sannolikt ha en påverkan på fördelningseffekter, vilka i sin tur kan påverka acceptansen. Målbeskrivningen, åtgärderna samt de styrmedel som tillämpas för att uppnå de satta klimatmålen innebär att nyttor och kostnader av att nå miljömålen fördelas olika mellan olika samhällsgrupper.⁵ Dessa fördelningseffekter kommer i den här rapporten att identifieras och diskuteras i styrmedelsanalysen.

I vilken grad olika intressegrupper kan påverka klimatpolitikens inriktning samt i vilken grad deras möjlighet att påverka står i proportion till betydelsen av dem de representerar har även det betydelse för trovärdigheten. Ifall vissa aktörer i samhället besitter större möjligheter att påverka klimatpolitiken utifrån egenintresse kan detta få oönskade effekter på klimatmålen och underminera förtroendet för klimatpolitiken från den stora allmänheten (se bl.a. Boonstra, 2016). Vad gäller klimatpolitik är troligtvis den allmänna enigheten i Sverige större vad gäller de klimatmål som ska uppnås än för vilka åtgärder och styrmedel som ska tillämpas för att nå dessa. Det finns med andra ord ett starkt stöd för att minska klimatpåverkan medan det ofta råder oenighet kring vilka åtgärder och styrmedel som lämpar sig bäst för att uppnå dessa mål.

Transparanta systematiska översikter och samhällsekonomiska analyser baserade på vetenskaplig grund kan i förlängningen bidra med att öka trovärdigheten och därmed acceptansen för den bedrivna klimatpolitiken.

⁴ Näringslivssektorn samt miljöorganisationer kanske båda upplever att miljöpolitiken inte är trovärdig men av helt olika anledningar.

⁵ Speciellt hur kostnaderna av att nå målet fördelas mellan olika samhällsgrupper kan ha stor betydelse för acceptansen. Exempelvis upplever ofta landsbygdsbor att styrmedel riktade mot transportsektorn (i form av t.ex. koldioxidskatter och fordonsskatter) slår extra hårt mot dem eftersom deras beroende av bilen som transportmedel är större än för de som lever i storstäderna (vilka har tillgång till välutvecklad kollektivtrafik).