

# Kolinlagring i jordbruksmark

## Koltrappa 3

Arja Nykänen och Anna Tall, SeAMK

Piia Kekkonen, Savonia

År 2024



**CC BY 4.0 DEED**

Attribution 4.0 International

## Innehåll

1	Studiematerial för planering och utveckling av kolinlagring.....	2
2	Planering, utveckling och uppföljning av utvecklingsåtgärder inom kolinlagring.....	3
3	Bedömning av kolbindningen och beräkningsmetoder .....	4
3.1	Växtlighetsprovtagning .....	4
3.2	Drönare vid observation av växtligheten.....	5
3.3	Observation av markkvaliteten.....	5
3.4	Kalkylator för kolbindning.....	6
4	Studiematerialet och inlärningsuppgifterna inspirerar planeringen och genomförandet av kolinlagringen .....	7
4.1	Jordbrukare som klimatkrigare .....	7
4.2	Växtföljd och val av växter .....	8
4.3	Landets kol som stöd för skördeproduktionen.....	8
5	Svar på frågorna .....	10
	Källor.....	14

# 1 Studiematerial för planering och utveckling av kolinlagring

Detta studiematerial är **den tredje trappan** i helheten Kolinlagring i jordbruksmark. När du har satt dig in i materialet har du kunskap och verktyg för att planera och utveckla kolinlagring till exempel på gårdsnivå. Du vet hur åtgärderna inom kolinlagring kan genomföras i praktiken, vilka fördelar de ger och vilka praktiska utmaningar som kan uppstå. Dessutom förstår du vilka åtgärder som vidtas på åkern som förbättrar dess växtskick, vilket gör att växterna växer bättre och därmed också binder mer kol. Du kan också tillämpa det du lärt dig i praktiken.

På kolinlagringens första trappa har du bekantat dig med grunderna för kolinlagring och kolbindning. På andra trappan presenterades olika metoder för kolinlagring samt metoder för att förbättra markens växtskick för att öka kolbindningen. På den tredje trappan hittar du metoder för att planera och genomföra kolinlagringen som en del av gårdens verksamhet samt hur du kan mäta åtgärdernas effekter.

Materialet lämpar sig i första hand för yrkespersoner inom jordbruket som vill lära sig hur olika metoder inom kolinlagring fungerar i gårdshelheten och vilka utvecklingsmål och mätmetoder som kan utnyttjas för att uppnå målen. Det tar cirka fem timmar att bekanta sig med materialet och svara på inlärningsfrågorna.

Materialet och inlärningsuppgifterna får användas inom ramen för licensvillkoren (CC.BY 4.0). Materialet består av webinarieinspelningar, videor, en podcast och en skriftlig publikation, en excel-baserad räknare samt tillhörande inlärningsfrågor.

## 2 Planering, utveckling och uppföljning av utvecklingsåtgärder inom kolinlagring

Metoderna för kolinlagring är odlingsmetoder som syftar till att binda kol (koldioxid) från atmosfären till växterna och jordmånen på åkern samt å andra sidan förhindra att kol frigörs tillbaka ut i atmosfären. Det finns flera metoder för kolinlagring, såsom att öka växttäcket med hjälp av botten- och fånggrödor samt med höstsådd och fleråriga grödor, mångsidig växtföljd och mångsidigt växtsortiment samt odling av blandade växtbestånd, växter med djupa och rikliga rötter, kvävefixerande växter, ökning av jordförbättringsmedel (bl.a. gödsel, kompost, biokol) samt minskning av bearbetning. Ökat kol i marken förbättrar också markkvaliteten och därigenom ökar skördarna och gör det lättare att anpassa sig till de föränderliga förhållandena som klimatförändringen orsakar även med tanke på växtodlingen.

För att kolinlagringen på gården ska fungera optimalt måste åtgärderna vara lämpliga för förhållandena på gården: klimatförhållandena och markkvaliteten, men också arbetskraften, maskinbeståndet och marknaden för produkterna bestämmer odlingen. Planeringen av kolinlagringen borde vara en del av den normala planeringen av odlingen. När man börjar utveckla odlingen måste man fortfarande beakta ovan nämnda ramvillkor samtidigt som man tänker på att maximera kolbindningen och minimera utsläppen av kol. För dessa ska man ställa upp mål, det vill säga mätare och mätmetoder, och slutligen fastställs en tidtabell för när målet ska uppnås.

Du kan börja planera kolodlingen genom att bekanta dig med sidorna 32–35 i i handboken [Jordmånen i anpassningen till klimatförändringen](#)[1] på finska.

## 3 Bedömning av kolbindningen och beräkningsmetoder

När du vill öka kolbindningen genom kolinlagringsåtgärder behöver du lämpliga metoder. I detta studiematerial presenteras biomassaprovtagning med rammetoden, utnyttjande av drönare samt kolkalkylatorn. Ett utvecklingsmål kan också vara att förbättra markkvaliteten och för att följa upp den presenteras metoder som man kan använda för att observera markkvaliteten. Utöver dessa kan man utnyttja eventuella skördekartor om målet är att öka skördemängden.

Om du vill fördjupa dig i mätdata inom jordbruket och hur den kan utnyttjas, sök på webbplatsen aoe.fi Nathaniel Narras material med sökorden 'Nathaniel Narra' och 'CSA: Data-driven decision making'

### 3.1 Växtlighetsprovtagning

Se och lyssna på [videon om växtlighetsprovtagning](#) [2] på finska och svara på frågorna nedan. Svaren finns i slutet av materialet i kapitel 5. Videons längd är 6 min.

Som tilläggsinformation till materialet: om du inte har en ugn där du kan torka odlingsprovet i 60–100 grader kan du också göra det försiktigt i mikrovågsugnen. Du hittar också torrsubstanshalten i [fodertabellerna](#) [3], som innehåller allmänna torrsubstanshalter för olika foderväxter. Det är viktigt att känna till torrsubstanshalten, eftersom jämförbarheten på detta sätt bevaras och växtens vattenhalt inte stör den under olika förhållanden.

Frågor:

1. Hur kort klipper man fånggrödorna? spannmålen? vallen när man tar växtlighetsprover?
2. Hur sorteras proverna före fastställandet av torrsubstansen?
3. Fundera på fördelarna för jordbrukaren med att ta prov på växtligheten.

Lyssna på [podcasten](#)[4] på finska, där jordbrukare Jaakko Kangas berättar om sina egna erfarenheter av kolinlagring. Fundera och svara därefter på frågan: Med vilka åtgärder strävar jordbrukaren efter att öka kolbindningen och på vilka sätt försöker han förhindra att kol frigörs? Svaren finns i slutet av materialet i kapitel 5. Videons längd är 28 min.

## 3.2 Drönare vid observation av växtligheten

Se och lyssna på [videon](#) [5] på finska, som berättar hur drönare kan utnyttjas inom jordbruket och hurdan drönare det lönar sig för lantbruksföretagaren att skaffa och vad man ska tänka på. Dessutom ser man hurdana data man kan samla in med hjälp av drönare. Du kan testa dina kunskaper med frågorna nedan. Svaren på frågorna finns i slutet av materialet i kapitel 5. Videons längd är 6 min.

Frågor:

1. Vilka är de två olika huvudtyperna av drönare och deras uppgifter?
2. För vilka ändamål kan man utnyttja bilderna som drönaren tar?
3. Vad behövs utöver drönare för att utnyttja bilderna?
4. För vilken typ av kontroll under växtperioden är drönarna bra?

Som tilläggsmaterial kan du titta på den finska [webbinarieinspelningen](#) [6] Älymaatalous - Käytännön esimerkkejä kestävään viljelyyn om intelligent jordbruk (längd 53 min).

## 3.3 Observation av markkvaliteten

Se och lyssna på den finska [videon](#) [7] som berättar hur man kan bedöma markens växtskick. När du utför förbättringsåtgärder kan du följa upp deras effekter och framgång genom att göra observationer före och efter och anteckna observationerna. Du kan testa dina kunskaper med frågorna nedan. Svaren på frågorna finns i slutet av materialet i kapitel 5. Videons längd är 15 min.

Frågor:

1. Vad kännetecknar mark med bra växtskick?
2. Vilka tre faktorer bestämmer markens växtskick?
3. Vilken är jordprovets mullhaltsklass?
4. Hur kan du enligt videon kontrollera växtligheten uppifrån?
5. Vilken blankett användes för att observera växtligheten? Vilken var den bästa nivån och vilken var den sämsta?
6. På vilken nivå låg nivån för bottengrödor och insekter?
7. På vilken nivå låg andelen grönt växttäck?
8. På vilken nivå ställdes vattengenomsläppligheten på exempelskiftet?
9. På vilken nivå är rötternas tillväxt enligt silvernivån på exempelskiftet?

10. Med vilken anordning kan man observera markens packning?
11. Vilka var de tydligaste problemen på exempelskiftet?
12. Vad stör markens biologiska aktivitet?
13. Vilket är det andra objektet som ska utvecklas på skiftet?
14. Hur kan man förbättra markens växtskick?

### 3.4 Kalkylator för kolbindning

Med den här [kolbindningskalkylatorn](#) [8] på finska, kan du beräkna potentialen för olika växters kolbindning och hur mycket koldioxid som har avlägsnats från atmosfären då den här mängden kol bands. Även mängden långsamt kol som samlas i marken, dvs. kol som ökar mullhalten, kan räknas ut. Resten av kolet som växtresterna innehåller är så kallat snabbt kol, som snabbt avdunstar i atmosfären med andningen från nedbrytande organismer.

Mata in till exempel kornskörden från vårvete och höstvete eller fånggrödans biomassa eller två olika skördenivåer från vall i kalkylatorn och se hur mycket kol som blir kvar i marken och hur mycket koldioxid som har bundits bort från atmosfären.

## 4 Studiematerialet och inlärningsuppgifterna inspirerar planeringen och genomförandet av kolinlagringen

### 4.1 Jordbrukare som klimatkrigare

Bekanta dig med dokumentären [Ilmastositurit](#) [9] på finska. I videon presenteras konkreta kolbindningsåtgärder som vidtagits på fem gårdar som deltog i pilottesterna 2019–2021. Vi får en inledning i temat av experter från Pro Agria Södra Österbotten och Seinäjoki yrkeshögskola. I videon berättar fem gårdar i Södra Österbotten vad som motiverar lantbruksföretagare mest att svara på klimatutmaningen och hur de upplever sin roll i den. Gårdarna berättar också om vilka konkreta åtgärder pilotgårdarna har vidtagit och vilka framtidsplaner de har. Hurdant budskap vill dessa pilotgårdsbrukare förmedla till andra jordbruksföretagare och konsumenter? Videons längd: 49 min:

Om du vill kan du fördjupa dina kunskaper genom att svara på frågorna nedan, vars svar finns i slutet av materialet, kapitel 5.

Frågor:

1. Hur binds kolet i marken?
2. Vilka metoder nämner jordbrukarna som lösningar som man kan utföra på gårdsnivå?
3. När frigörs mest koldioxid:
  - a) i samband med att marken bearbetas
  - b) när marken är saknar växttäckning – är "tom"
4. Vad är ett levande växttäckning?
5. Vad innebär biomassamätningar och hur görs de?
6. Vad är markandning?
7. Vilka jordmånsmätningar har gjorts på gårdarna?
8. Varför filmar man åkrar med drönare?

## 4.2 Växtföljd och val av växter

Lyssna på den finska [podcasten: Viljelykierto ja kasvivalinnat](#) [10]. Du kan testa dina kunskaper med frågorna nedan. Svaren på frågorna finns i slutet av materialet i kapitel 5. Podcastens längd är 26 minuter.

Om du vill kan du som tilläggsmaterial bekanta dig med det finska [informationskortet](#) [11], där man presenterar och jämför betydelsen av olika kolodlingsåtgärder (under- och fånggrödor, organiska jordförbättringsmedel, reducerad bearbetning och direktsådd, mångsidig växtföljd, reglerbar dränering och reglerbar bevattning, växttäckte vintertid, precisionsgödsling) och deras inverkan även med tanke på vattendragen. Dessutom kan du bekanta dig med informationskortet om [valet av marktäckningsväxter](#) [12] och om [odlarnas erfarenheter](#) [13] på finska.

Frågor:

1. Hur är det lätt att granska observationer av växtlighet från olika år?
2. Vilka är fördelarna med växtföljden?
3. Vilka är de mest djupt rotade goda växter som "alvplöjer"?
4. Var ska man utgå i planeringen av en god växtföljd?
5. Symtom på en dålig åker?
6. Vilka är alternativen för kemisk bekämpning av ogräs?
7. Vad innebär bearbetningsomgång?

## 4.3 Markens kol som stöd för skördeproduktionen

Se och lyssna på [webbinariet 'Maan hiili sadontuotannon tukena'](#) [14] på finska. Videon berättar om kolbindning och kolet i marken, presenterar också resultaten av olika kolinlagringsåtgärder på 30 gårdar och avslutar med en paneldiskussion.

Videons längd är cirka två timmar. I videon hör vi specialforskare Helena Soinne, Luke 6:50-44:30. Överlärare Arja Nykänen, SeAMK 44:30-1:18:01 Frågor och paneldiskussion 1:30- 2:05.

Om du vill kan du fördjupa dina kunskaper genom att svara på frågorna nedan, vars svar finns i slutet av materialet, kapitel 5.

## Frågor:

1. Vad är organiskt material?
2. Vad är organiskt kol?
3. Hur mycket organiskt kol finns det t.ex. i jord?
4. Hur mycket organiskt material finns det i genomsnitt i markens volym?
5. Vilken betydelse har organiskt material i marken?
6. Var kommer kolet ifrån?
7. Hur avlägsnas kol från marken?
8. Ökar eller minskar den genomsnittliga kolmängden i Finlands åkermarker för närvarande?
9. Förbättrar eller försämrar organiskt kol jordens klumpstruktur?
10. Vilken relation fungerar för indikatorn för avkastningsförmågan i lerjordar?
11. Hur ser mineraljordarnas växtskick ut i Finland för närvarande?
12. Vad innebär kolinsamlingspotentialen /hiilenkierrätyspotentialiaali?
13. Vilken betydelse har organiskt kol för markens vattenhållningsförmåga?
14. I vilket av våra markskikt ryms det mycket lagrat kol hos oss?
15. Vilka kolinlagringsåtgärder har man testat på gårdarna under två år?
16. Hur mycket kol är torrsubstansen av biomassan?
17. Med vilka åtgärder som använts i dessa gårdsförsök skulle man binda mest kol i förhållande till Finlands nuvarande odlingsarealer?
18. Vilka problem kan rajgräset orsaka som bottengröda?

## 5 Svar på frågorna

### 3.1 Provtagning av växtlighet

1. fånggrödor från markytan, spannmål på tröskningshöjd och vallar på slåtterhöjd
2. olika växter separat
3. Får en uppskattning av mängden biomassa eller skörd ovan jord. Det är viktigt att observera att det lönar sig att ta prover på flera ställen för att få ett representativt prov. För att resultaten ska vara jämförbara i förhållande till olika år, växter och åkrar är det viktigt att fastställa eller bedöma torrsubstanshalten med hjälp av tabellvärden.

### 3.2 Drönare vid observation av växtligheten

1. Drönare med sensorer flygfotograferar åkrar och operativa drönare gödslar eller sprider växtskyddsmedel på åkrarna
2. För växtlighetsindexkontroll, dvs. man får reda på hur mycket assimilerande areal de odlade växterna har.
3. Molntjänstanslutning
4. Kontroll av jämnheten i växtligheten på åkerskiften och t.ex. lokalisering av platser där grödan lagt sig

### 3.3 Observation av markkvaliteten

1. Svaret är en god jordmån som tål torra perioder samt regnmängder som kommer på kort tid
2. Kemiska, fysikaliska och biologiska faktorer i marken
3. Mullhaltig
4. Med Sentinel-material och drönare
5. Bullseye-blankett, guldnivå bäst och brons sämst
6. På silvernivå
7. På silvernivå
8. På bronsnivå
9. Rötter främst i ytjord och djupare i sprickor
10. Med penetrometer
11. Förtätningar och markens svaga sammansättning
12. markpackning
13. Mullhalt
14. Med mångsidig blandning

#### 4.1 Klimatkrigare

1. växternas
2. fånggrödor, rotationsbete, mångsidiga betesblandningar, bottengrödor: klöver och rajgräs
3. i samband med markberedningen, "under den tid marken saknar täckning"
4. Grönt växttäck, som växttäck räknas även stubb av spannmål
5. biomassan saxas på en yta på 1/4 kvadratmeter, detta multipliceras med ytan, massans torrsubstans bestäms i %
6. utbyte av gaser i marken
7. spaddiagnoser, bördighetsanalyser, näringsanalyser, skanning
8. fås en bredare helhetsbild av åkern för att komplettera biomassamätningarna och andra enskilda mätresultat

#### 4.2 Växtföljd och växtval

1. fotografering
2. för bättre skördar, beredskap för extrema fenomen, påverkan på klimatförändringen -/+, binda näringsämnen i marken, förebygga biologisk förlust, hitta nya produktionsväxter
3. blålusern, sötväpplingar, andra lusern, växter i mångfaldsblandningar
4. besök på åkern, markstruktur, mikroklimat, utan vattenhushållning
5. Att vatten bubblar upp när man sticker ner spaden, spaden sjunker inte alls in i åkern
6. växtföljd, odling av höstsäd, bottengrödor, fånggrödor, ökad vall, markberedning

#### 4.3 Jordens kol som stöd för skördeproduktionen

1. Organiskt material, inkl. kol, syre, väte, kväve
2. ca hälften av den organiska massan
3. mullhaltig jord 3–6 % organiskt material, av vilket 1,8-3,5 % är organiskt kol
4. 5 %
5. ger näring åt mikrobverksamheten i marken för nedbrytningsarbetet, varvid näringsämnen frigörs från växtavfallet för växternas bruk, organiska ämnen håller kvar näringskätjonerna, håller kvar vatten, främjar klumparnas struktur
6. I samband med assimilation, med organiska gödselmedel och jordförbättringsmedel
7. I och med nedbrytningen av mikrober och med avrinningsvattnet
8. minskar
9. förbättrar
10. lera kol förhållandet
11. Största delen dåligt

12. teoretiskt värde, hur mycket kol som ryms i marken
13. saken kräver ytterligare undersökningar
14. i de djupare jordlagren
15. grüngödsling, mångsidiga vallblandningar, höjning av vallens slåtterhöjd, odling av baljväxter, biomassaväxter, effektivisering av gödslingen, odling av fånggrödor, kompletteringsådd av vall, flyttning av bearbetningen från hösten till våren
16. 45 %
17. Effektiverad gödsling av vårsäd, höjning av slåtterhöjden, fånggrödor på spannmål och effektiverad gödsling av höstsäd
18. Växer för högt och försvårar tröskningen, övervintrar och är följande år ogräs

*Materialet har producerats inom ramen för KOMIO-projektet, där man sammanställer studiematerial om resultaten från projekt som finansieras av naturresursområdets FUI-verksamhet, särskilt av helheten Fånga kolet. Projektet finansieras genom jord- och skogsbruksministeriets klimatåtgärdshelhet för markanvändningssektorn Fånga kolet, och genomförs i samarbete med Seinäjoki yrkeshögskola SeAMK (projektansvarig), Tavastlands yrkeshögskola HAMK, Jyväskylän yrkeshögskola Jamk, Sydöstra Finlands yrkeshögskola Xamk, yrkeshögskolan Karelia, Yrkeshögskolan i Lapland Lapin AMK, Yrkeshögskolan Novia, Uleåborgs yrkeshögskola Oamk och Yrkeshögskolan Savonia.*

# Källor

[1] Nykänen, I. och Ritvanen, F. 2023. Maaperä ilmastonmuutokseen sitoutumisessa. Savonia-ammattikorkeakoulu publikationsserie 18/2023. 37 s.

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/818365/Savonian\\_julkaisusarja\\_2023\\_18.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/818365/Savonian_julkaisusarja_2023_18.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[2] <https://www.youtube.com/watch?v=g2agAaEig5w>

[3] [https://px.luke.fi/PxWeb/pxweb/sv/maatalous/maatalous\\_rehutaulukot/marehtijat.px/?rxid=956d14f7-6dd7-442d-afda-65778fa7ac56](https://px.luke.fi/PxWeb/pxweb/sv/maatalous/maatalous_rehutaulukot/marehtijat.px/?rxid=956d14f7-6dd7-442d-afda-65778fa7ac56)

[4] <https://shows.acast.com/seamk-podcast/episodes/seamk-tutkii-ja-kehittaa-time-hanke-hiiliviljely-kaytannossa>

[5] <https://www.youtube.com/watch?v=nUpOWLoaCdA>

[6] <https://www.youtube.com/watch?v=eV12Kpp9Z34>

[7] <https://www.youtube.com/watch?v=u74t4MltAnw>

[8] <https://aoe.fi/#/materiaali/3872>

[9] <https://www.youtube.com/watch?v=TD9ld7Dre50>

[10] <https://shows.acast.com/seamk-podcast/episodes/seamk-tutkii-ja-kehittaa-time-hanke-hiilitieto-jakso-2-vilje>

[11] <https://vesi.fi/aineistopankki/tietokortit-kestavan-maa-ja-metsatalouden-toimenpiteista-vesien-suojeliseksi/>

[12]

[https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/553646/Tietokortti\\_IKIVIHREA\\_21062023\\_fin.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/553646/Tietokortti_IKIVIHREA_21062023_fin.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[13]

[https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/553950/Maanpeitekasvien\\_valinta\\_Tietokortti\\_IKIVIH\\_REA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/553950/Maanpeitekasvien_valinta_Tietokortti_IKIVIH_REA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[14] <https://www.youtube.com/watch?v=jDetOnv46EM>