

# Protokoll för mätning v1.1

# Innehållsförteckning

<b>Protokoll för baslinje och uppföljning av extensiv provtagningsplats</b>	<b>1</b>
Bakgrund	1
Data	1
Stratifiering av fält	2
Antal prover	2
Provtagningsdjup	3
Vad mäts genom jordprover?	3
Vad mäts genom en okulär bedömning?	4
Vem betalar?	4
<b>Protokoll för baslinje och uppföljning av intensiv provtagningsplats</b>	<b>5</b>
Bakgrund	5
Syfte	5
Data	5
Stratifiering av fält	6
Antal prover	6
Provtagningsdjup	6
Vad mäts genom jordprover?	6
Vem betalar?	7
Vad mäts genom en okulär bedömning?	7
Hur få hektar kan bli en intensiv provtagningsplats?	7
Modellering	7
Annan data som kommer att behövas	8
<b>Källförteckning</b>	<b>8</b>

# Protokoll för baslinje och uppföljning av extensiv provtagningsplats

Följande protokoll för baslinje är utformat av Svensk Kolinlagring AB, ett samarbete mellan jordbrukare, utvecklingspartners och forskare i innovationsprojektet Svensk Kolinlagring. Initiativet drivs av Miljömatematik Malmö AB och Albaeco gemensamt. Detta protokoll är utformat för att passa nordisk och svensk kontext, men baseras på de rekommendationer som FAO, FN:s livsmedels- och jordbruksorganisation, har tagit fram<sup>1</sup>. Protokollet är fritt att använda för alla initiativ och organisationer som vill starta ett kolinlagringsprogram. Syftet med protokollet är att skapa en enhetlig metodik för alla nordiska kolinlagringsprogram så att de kan jämföras med varandra och att köpare av kolinlagring ska känna sig trygga med att programmet är trovärdigt.

## Bakgrund

En baslinje är ett utgångsläge varifrån man kan mäta förändring över tid. Det fanns tidigare inget protokoll för baslinjemätning i jordbruksmark för kolinlagringsprogram utformad för svensk kontext. Liknande program globalt är anpassade för ett mer storskaligt, homogent jordbruk som inte finns i Norden. Vi fann det därför nödvändigt att ta fram ett eget protokoll och en metodik för nordisk kontext som både ska vara trovärdig och samtidigt kostnadseffektiv för att vara praktiskt genomförbar i verkligheten. För att kunna lösa det har vi kommit fram till att vi behöver kombinera flera olika typer av mätmetoder. I liknande program tidigare har man antingen 1) gjort jordprover, vilket är dyrt och därför görs väldigt gles där representationen kan ifrågasättas, 2) använt fjärranalysdata av biomassatillväxt över tid, eller 3) använt sig enbart av modellering.

## Data

För att öka kunskapen om kolinlagrande jordbruksmetoder, implementerade på kommersiellt brukade fält i Sverige, behöver data genereras. Därför är all data som genereras från intensiva och extensiva provtagningsplatser genom Svensk Kolinlagringsprogram öppen, och skyddad enligt Creative Commons licens CC BY-SA 4.0. Det innebär att datan är fri att dela och bearbeta, även för kommersiella syften, under förutsättning att följande uppfylls:

- Erkännande: Korrekt erkännande ges, genom att exempelvis ange en hyperlänk till licensen och ange om bearbetningar är gjorda. Detta i enlighet med god sed och inte på ett sätt som ger en bild av att licensgivaren stödjer användaren eller användarens bearbetning.

---

<sup>1</sup> FAO (2020).

- Lika delning: Om du mixar, transformerar eller bygger vidare på materialet måste du distribuera ditt bidrag till materialet under samma licens som originalet.
- Inga ytterligare begränsningar: Användaren får inte tillämpa lagliga begränsningar eller teknologiska metoder som juridiskt begränsar andra från att göra något som licensen tillåter.

## Stratifiering av fält

För att välja var man ska ta jordprover på en gård eller ett fält behöver man stratifiera det enligt till exempel jordart, höjddata och biomassaindex. Man bör använda samma underlag för stratifiering för samtliga provtagningsområden. Syftet är att få en representativ fördelning av jordproverna, så att de blir mer träffsäkra jämfört med att fördela dem som ett rutnät.

Provpunkternas antal är 1 per 3 hektar avrundat uppåt där positioneringen av proverna görs med hjälp av stratifiering. För stratifieringen tillämpas en bufferzon om 15 meter från fältgränser vilket innebär att i undantagsfall (hög andel gräns per yta) kan 1 per 3 hektar avrundas nedåt.



Bild 1. Exempel på hur det kan se ut när man stratifierat ett provtagningsområde.

## Antal prover

Ett prov består av 10 stick som är tagna inom en 10 meters radie från provpunkten. Dessa stick slås samman till ett sammansatt prov för analys. För Norden rekommenderar vi att ta minst 1 sammansatt prov per 3 hektar och djup på extensiva provtagningsplatser.

FAO kräver att man har minst 3 så kallade strata i varje provtagningsområde. Inom Svensk Kolinlagrings program kommer undantag göras där provtagningsområdet är mindre än 9 hektar; 1-3 hektar = 1 strata, 3-6 hektar = 2 strata, > 6 hektar = 3 strata.

Exempel:

Storlek på provtagningsområde (hektar)	Antal strata	Antal sammansatta prover/djup
≤ 3	1	1
> 3 - ≤ 6	2	2
> 6 - ≤ 9	3	3
> 9 - ≤ 12	3	4
15	3	5

De provtagningspunkter som etableras kommer att bestå under hela kontraktstiden. Varje provtagningspunkt får en GPS-koordinat för att man ska kunna hitta tillbaka till platsen över tid.

## Provtagningsdjup

Minimiprovtagning är 0-30 cm. Även provtagning 30-60 cm samt 60-90 cm kan genomföras och, om det blir aktuellt i framtiden, i så fall ligga till grund för kreditering i de djupare lagren.

## Vad mäts genom jordprover?

Det finns en mängd olika analyser man kan göra när man skickar iväg ett jordprov på analys. Det finns dock en miniminivå för vilka analyser som behöver utföras för att göra en baslinjemätning enligt FAO. Vilket labb som helst kan användas för att göra analyserna så länge analysen görs enligt samma ISO-standard. Vår rekommendation för att få säkrast resultat är att välja ett labb som man sedan fortsätter samarbeta med över tid, så att risken för variationer i resultat beroende på olika rutiner i olika labb blir så liten som möjligt.

Typ av analys	Obligatorisk eller valfri	Enhet	Vad mäts?	Varför?	Hur tas provet?	Hur ofta?
Lerhalt	Obligatorisk	%	Procenten lera i jorden	Viktigt för att kunna prediktera en jords potential för inlagring av kol. Krävs som input i många modeller.	Jordprov till labb	Bara 1 gång vid baslinjemätning
SOC	Obligatorisk	%	Mängden organiskt kol i ett gram jord	Nödvändigt för att mäta kollagret över tid. Signifikanta och meningsfulla förändringar av kolhalten är svårt att detektera på kort tid <5 år.	Jordprov till labb	(Vart 5:e år) År 1 samt år 5
Mullhalt	Valfri	%	Mängden organiskt material i ett gram jord	Mängden kol i mulden används för att göra en analys av hur stabilt kolet i marken är.	Jordprov till labb	(Vart 5:e år) År 1 samt år 5
Densitet*	Obligatorisk	g/cm <sup>3</sup>	Jordens kompaktering	Både ett mått på jordstruktur (kompakterade jordar har högre densitet) och ett mått för att mäta kollagret över tid. Generellt så minskar densiteten när jordhälsan ökar.	Jordprov till labb	År 1 samt år 5 (Vart 5:e år)**
POC	Frivillig enligt FAO	ppm	Proportionen organiskt material som är labil och tillgänglig för mikrober.	Likt respiration fungerar den som ett mått på jordhälsa. Fungerar som bränsle till mikrolivet. Ökar med tillförsel av färskt organiskt material som gödsel, baljväxter, växtröter, rötter.	Jordprov till labb	År 1 och 5 (Vartannat år)

\* Eurofins metodik enligt Hollis et al. (2011).

\*\* Vid uppföljning tas hänsyn till ESM (equivalent soil mass) enligt Smith et al. (2020) Wendt, J. W., & Hauser, S. (2013).

## Vad mäts genom en okulär bedömning?

Utöver jordprover gör vi också en okulär bedömning av jordhälsa i fält. På varje gårdsenhet följer vi två platser som ligger i anslutning till två olika jordprovtagningsplatser. Platserna väljs ut för att representera så olika förutsättningar som möjligt på gården. Den okulära bedömningen består av ett spadtest, vatteninfiltrationstest, samt mini-EOV (Ecological Outcomes Verification). Den okulära bedömningen görs av personal från Svensk Kolinlagring tillsammans med jordbrukaren år 1 och 5, år 2-4 är jordbrukaren själv ansvarig för bedömningen och uppladdning av data. Mer information om detta finns i *Protokoll för rapportering*.

## Vem betalar?

Baslinjemätning utförs och bekostas av Svensk Kolinlagring. Finns önskemål om provtagning i djupare jordlager än det som ingår så är detta möjligt till självkostnadspris.

# Protokoll för baslinje och uppföljning av intensiv provtagningsplats

Följande protokoll är utformat av Svensk Kolinlagring AB, ett samarbete mellan jordbrukare, utvecklingspartners och forskare i innovationsprojektet Svensk Kolinlagring. Initiativet drivs av Miljömatematik Malmö AB och Albaeco gemensamt. Nedan följer en beskrivning av vad en intensiv provtagningsplats innebär.

## Bakgrund

Inom det kolinlagringsprogram som Svensk Kolinlagring driver etableras såväl extensiva och intensiva provtagningsplatser. De extensiva fungerar som en baslinje och uppföljning för medverkande gårdar. En baslinje är ett utgångsläge varifrån man kan mäta förändring över tid. Utöver de extensiva provtagningsområdena där prover kommer samlas in vart femte år på var tredje hektar på medverkande fält, finns ett stort behov av mer intensiv provtagning för att kunna kalibrerade kolinlagringsmodeller som är under framtagande i samarbete med finska FMI (Finska Meteorologiska Institutet) samt att kunna dela data och kunskap med övriga forskningsprojekt.

## Syfte

Syftet med en intensiv provtagningsplats är att samla underlag för forskning och utveckling av mätmetodik, kolinlagrande metoder på fält, samt modellering. Resultaten från intensiva provtagningsplatser ska vara öppna för olika forskarteam och andra partners. På längre sikt är målet att bygga en kunskapsbank och dataset för att i framtiden kunna kvantifiera och prediktera kolinlagring. Den intensiva provtagningsplatsen ska också användas som en tillgång och styrka till framtida forskningsansökningar inom området.

## Data

För att öka kunskapen om kolinlagrande jordbruksmetoder, implementerade på kommersiellt brukade fält i Sverige, behöver data genereras. Därför är all data som genereras från intensiva och extensiva provtagningsplatser genom Svensk Kolinlagrings program öppen, och skyddad enligt Creative Commons licens CC BY-SA 4.0. Det innebär att datan är fri att dela och bearbeta, även för kommersiella syften, under förutsättning att följande uppfylls:

- Erkännande: Korrekt erkännande ges, genom att exempelvis ange en hyperlänk till licensen och ange om bearbetningar är gjorda. Detta i enlighet med god sed och inte på ett sätt som ger en bild av att licensgivaren stödjer användaren eller användarens bearbetning.

- Lika delning: Om du mixar, transformerar eller bygger vidare på materialet måste du distribuera ditt bidrag till materialet under samma licens som originalet.
- Inga ytterligare begränsningar: Användaren får inte tillämpa lagliga begränsningar eller teknologiska metoder som juridiskt begränsar andra från att göra något som licensen tillåter.

## Stratifiering av fält

För att välja ut vart man ska ta jordprover på en gård eller ett fält behöver man stratifiera det. Det innebär att man analyserar provtagningsområdet utifrån till exempel jordart och höjddata och därefter väljer ut de platser som bör provtas för att få en representativ fördelning av olikheter inom provtagningsområdet. Man bör använda samma underlag för stratifiering för samtliga provtagningsområden. Syftet är att få en representativ fördelning av jordproverna, så att de blir mer träffsäkra jämfört med att lägga ut ett rutnät.

## Antal prover

För Norden rekommenderar vi att ta minst ett sammansatt prov per hektar och djup för intensiva provtagningsplatser. Samma provpunkter kommer att användas till uppföljning varje år.

## Provtagningsdjup

På intensiva provtagningsplatser tas prover på 0-30 cm, 30-60 cm samt 60-90 cm där det är praktiskt genomförbart.

## Vad mäts genom jordprover?

Det finns en mängd olika analyser man kan göra när man skickar iväg ett jordprov på analys. Vilket labb som helst kan användas för att göra analyserna så länge analysen görs enligt samma ISO-standard. Nedan är ett baspaket för intensiva provtagningsplatser, som kan komma att utökas över tid utifrån de forskningsprojekt som platsen deltar i.

Typ av analys	Obligatorisk eller valfri	Enhet	Vad mäts?	Varför?	Hur tas provet?	Hur ofta?
Lerhalt	Obligatorisk	%	Procenten lera i jorden	Viktigt för att kunna prediktera en jords potential för inlagring av kol. Krävs som input i många modeller.	Jordprov till labb	Årligen.
SOC	Obligatorisk	%	Mängden organiskt kol i ett gram jord	Nödändigt för att mäta kollagret över tid. Signifikanta och meningsfulla förändringar av kolhalten är svårt att detektera på kort tid <5 år.	Jordprov till labb	Årligen



Mullhalt	Obligatorisk	%	Mängden organiskt material i ett gram jord	Mängden kol i mulden används för att göra en analys av hur stabilt kolet i marken är	Jordprov till labb	Årligen
Densitet*	Obligatorisk	g/cm <sup>3</sup>	Jordens kompaktering	Både ett mått på jordstruktur (kompakterade jordar har högre densitet) och ett mått för att mäta kollagret över tid. Generellt så minskar densiteten när jordhälsan ökar.	Cylinder med känd mängd jord skickas till labb eller jordprov till labb..	Årligen **
POC	Obligatorisk	ppm	Proportionen organiskt material som är labil och tillgänglig för mikrober.	Likt respiration fungerar den som ett mått på jordhälsa. Fungerar som bränsle till mikrolivet. Ökar med tillförsel av färskt organiskt material som gödsel, baljväxter, växtrester, rötter.	Jordprov till labb	Årligen

\* Eurofins metodik enligt Hollis et al. (2011).

\*\* Vid uppföljning tas hänsyn till ESM (equivalent soil mass) enligt Smith et al. (2020) Wendt, J. W., & Hauser, S. (2013).

## Vem betalar?

Provtagning, analys och sammanställning av resultat utförs av Svensk Kolinlagring. Kostnaden för detta är finansierad av investerare.

## Vad mäts genom en okulär bedömning?

Utöver jordprover gör vi också en okulär bedömning av jordhälsa i fält varje år. På varje provtagningspunkt utförs följande: spadtest, vatteninfiltrationstest, samt mini-EOV. Den okulära bedömningen görs av personal från Svensk Kolinlagring. Mer information om detta finns i *Protokoll för rapportering*.

## Hur få hektar kan bli en intensiv provtagningsplats?

Vi rekommenderar att en intensiv provtagningsplats utgör minst fem hektar och att den följs under minst fem år.

## Modellering

Utöver mätning av faktiskt kol i mark genom jordprovtagning kan modellering användas som metod för att följa utvecklingen av kol över tid på fälten. Detta område kommer utvecklas framöver när modellerna mognat. Vi har ett nära samarbete med FMI som utvecklar en sådan modell för att beräkna markens kolhalt. I denna modell integreras även fjärranalysdata i analysen. De intensiva provtagningsplatserna kommer bidra till att möjliggöra att denna tjänst blir tillgänglig på sikt.

## **Annan data som kommer att behövas**

Utöver mätningar kommer vi också samla in data om tidigare och nuvarande management, skördemängder, bränsleförbrukning, kemikalieanvändning samt andra relevanta hållbarhetsparametrar för analyser på gårdsnivå.

## **Källförteckning**

FAO. 2020. A protocol for measurement, monitoring, reporting and verification of soil organic carbon in agricultural landscapes – GSOC-MRV Protocol. Rome.

Hollis, J.M., Hannam, J. and Bellamy P.H. 2011. Empirically-derived pedotransfer functions for predicting bulk density in European soil. *European Journal of Soil Science*

Smith, P., Soussana, J. F., Angers, D., Schipper, L., Chenu, C., Rasse, D. P., ... & Klumpp, K. (2020). How to measure, report and verify soil carbon change to realize the potential of soil carbon sequestration for atmospheric greenhouse gas removal. *Global Change Biology*, 26(1), 219-241.

Wendt, J. W., & Hauser, S. (2013). An equivalent soil mass procedure for monitoring soil organic carbon in multiple soil layers. *European Journal of Soil Science*, 64(1), 58-65.