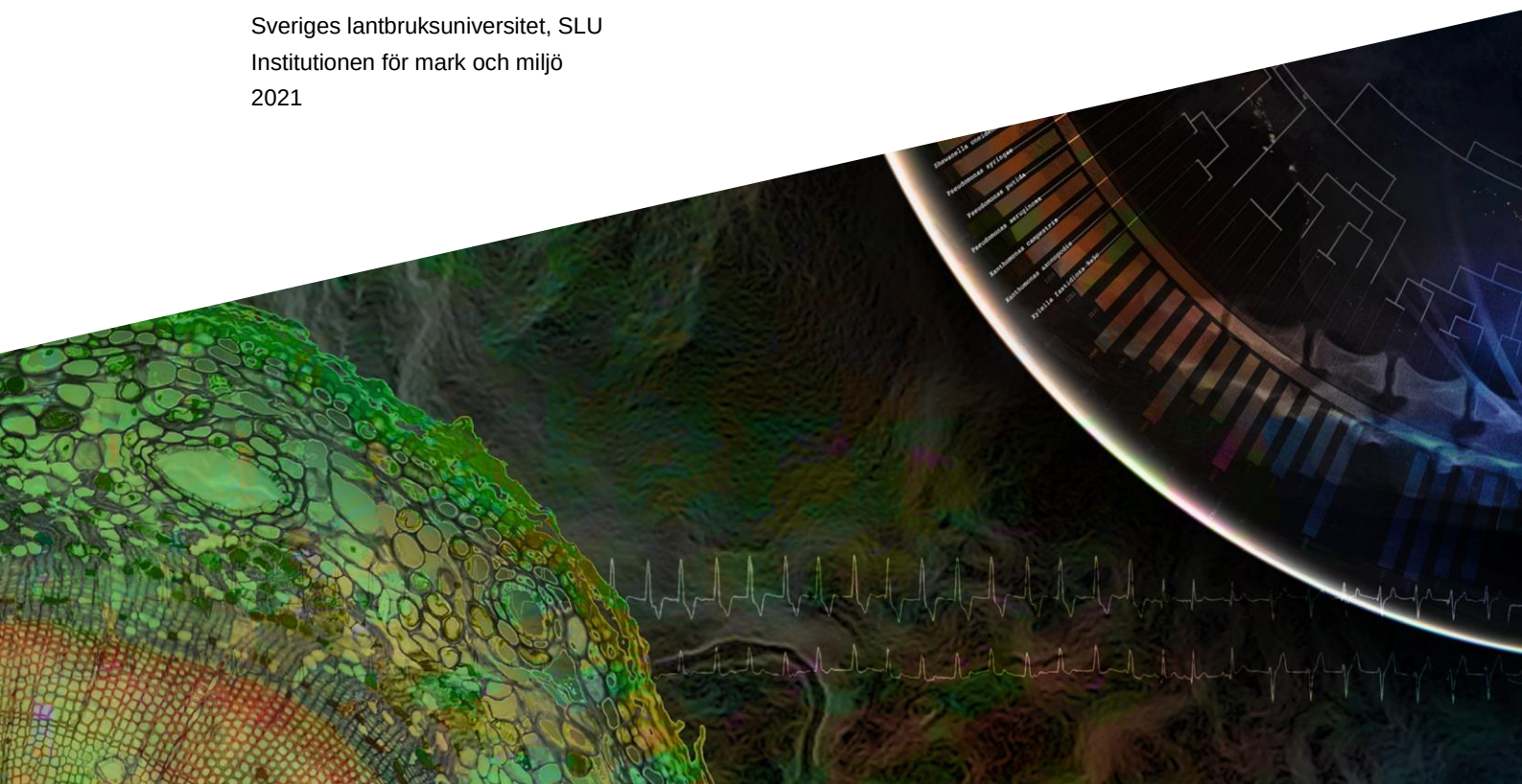




Kolförråd och kolsänka i skog och mark inom Stockholms stad

Anna Lindahl & Mattias Lundblad

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för mark och miljö
2021



Kolförråd och kolsänka i skog och mark inom Stockholms stad

Anna Lindahl

SLU, Institutionen för mark och miljö

Mattias Lundblad

SLU, Institutionen för mark och miljö

Utgivare:

Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för mark och miljö

Utgivningsår:

2021

Utgivningsort:

Uppsala

Nyckelord:

Koldioxidupptag, kolinlagring, markanvändning, skyddsområde

Sammanfattning

Naturmarker innehåller ofta stora mängder organiskt kol i växtbiomassan och i mark. Det sker även en löpande inlagring av kol i de flesta ekosystem idag, d v s de fungerar som en kolsänka som avlägsnar växthusgaser från atmosfären. Ökad kunskap om kolförråd och kolsänkor bidrar till utvecklingen av nya klimatstrategier på olika nivåer i samhället. Framförallt när det gäller hur kolförråd och kolsänkor kan bevaras eller ökas.

Denna studie syftar till att ge kunskap om bidraget från skog och mark till växthusgasbalansen inom Stockholms stads kommun. Resultatet utgör ett underlag som möjliggör större hänsynstagande till kolsänkan i skog och mark inom klimatarbetet i Stockholms stad och som ett kompletterande underlag för den översiktliga planeringen.

Kolförråd och koldioxidupptag för olika typer av marker och markanvändning i Stockholms stad karterades utifrån senast tillgängliga datakällor för markanvändning, jordart och trädslagsfördelning samt statistik över förändringar i kolpooler (levande biomassa, dött organiskt material och markkol).

Kolsänkan i skog och mark inom Stockholms stads kommun beräknades till ca -35 kton CO₂-ekv. år⁻¹, varav 27% finns inom skyddsområden (naturreservat, kulturresevat och Kungliga nationalstadsparken). Huvuddelen av kolsänkan utgörs av trädens upptag av koldioxid. Fyrtio procent (40%, 7 603 ha) av markerna, till största del minerogena marker, fungerar som kolsänkor.

För de marker som är kolsänkor är det sammanlagda koldioxidupptaget -37 kton CO₂-ekv. år⁻¹. Arton procent (18%, 3 331 ha) av markerna fungerar som kolkällor. Dessa har ett sammanlagt årligt nettoutsläpp på 2 kton CO₂-ekv. För kolkällorna avgår majoriteten av växthusgaserna från organogen mark (torvmark), där högst utsläpp per ytenhet sker på odlad mark. Resterande markklasser (42% av arealen) anses vara i balans, d v s de är varken kolsänkor eller kolkällor; detta är framförallt exploaterad mark.

Det totala kolförrådet i Stockholms stads skog och mark beräknades till 1 729 kton kol, varav drygt en tredjedel är lokaliserad inom skyddsområden. Majoriteten av kolförrådet finns inlagrat på trädklädda marker.

Nyckelord: Koldioxidupptag, kolinlagring, markanvändning, skyddsområde

Abstract

Natural ecosystems often contain large amounts of organic carbon in the plant biomass and in the soil. There is also an ongoing sequestration of carbon in most ecosystems today, i.e. they act as a carbon sink that removes greenhouse gases from the atmosphere. Increased knowledge about carbon stocks and carbon sinks contributes to the development of new climate strategies at different parts of the society. Especially when it comes to how carbon stocks and carbon sinks can be preserved or increased.

This study aims to provide knowledge about the contribution from land use to the greenhouse gas balance within Stockholms stad municipality. The results enables the possibilities to include carbon sink in forests and soil in strategic climate work and in the general planning process.

Carbon storage and uptake of greenhouse gases for different types of soil and land use in Stockholms stad municipality were mapped based on the latest available data sources of land use, soil type and tree species distribution as well as statistics on changes in carbon stocks for different types of land use.

The carbon sink in forests and soil within Stockholms stad municipality is estimated to about -35 ktonnes of CO₂-eq yr⁻¹, of which 27% is located within protected areas (nature reserves, a culture reserve and the Royal National City Park). Absorption of carbon dioxide by trees accounts for the majority of the carbon sink. Forty percent (40%, 7,603 ha) of the land, mostly mineral, acts as carbon sinks.

In total, the net absorption of the carbon sink is -37 ktonnes of CO₂-eq yr⁻¹. Eighteen percent (18%, 3,331 ha) of the land serves as carbon sources. These have a total annual net emission of 2 ktonnes of CO₂-eq. For carbon sources, the majority of the greenhouse gases is emitted from organic soil, for which the highest emission per unit area occurs on cultivated soil. The rest of the land (ca 42%) is neither a source nor a sink and is thus assumed to be in balance; this is primarily exploited land.

The total carbon stock in the forests and soil of Stockholms stad municipality is 1,729 ktonnes of carbon, of which just over a third is located within protected areas. The majority of the carbon stock is stored on tree-covered land.

Keywords: Greenhouse gas emission, carbon storage, land use, protected area

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	7
Figurförteckning	9
Ordlista	11
1. Inledning	12
1.1. Bakgrund och syfte	12
1.2. Kolbalans i skog och mark	13
2. Material	16
2.1. Markanvändning	16
2.1.1. Nationella Marktäckedata	16
2.1.2. Stockholms stads biotopdatabas 2019	20
2.1.3. Byggnader, Stockholms stads baskarta	22
2.1.4. Skyddade områden	22
2.2. Markens jordart samt jorddjup	22
2.2.1. SGU:s Jordartsdatabas	22
2.2.2. Torvlagerföljder	23
2.2.3. Jorddjupsmodell	23
2.3. Kolförråd och kolförrådsförändringar	23
2.3.1. Mark- och grödoinventeringen	23
2.3.2. Riksskogstaxeringen	23
2.3.3. Markinventeringen	25
2.3.4. SLU Skogskarta	25
2.3.5. Skogliga grunddata	26
3. Metoder	27
3.1. Markanvändning	27
3.2. Markegenskaper	28
3.3. Beräkning av kolförråd och koldioxidupptag	29
3.3.1. Levande biomassa	36
3.3.2. Död ved och grov förna	38
3.3.3. Årlig förna	39
3.3.4. Organiska humuslager	40

3.3.5.	Markkol i minerogena marker	41
3.3.6.	Markkol i organogena marker	44
4.	Resultat.....	47
4.1.	Skog och mark i Stockholms Stad	47
4.1.1.	Markanvändning	47
4.1.2.	Markklasser.....	48
4.2.	Markegenskaper	51
4.3.	Kolförrådet i skog och mark.....	54
4.4.	Kolsänkan i skog och mark.....	64
4.5.	Skyddade områden	74
5.	Felkällor som påverkar resultaten	77
6.	Diskussion och slutsatser	79
	Referenser.....	81
	Tack	84
	Bilaga 1. Arealfördelning av Stockholms stads markanvändning och dess markegenskaper	85
	Bilaga 2. Antagande om markanvändning på Skog inom Nationella Marktäckedata	99
	Bilaga 3. Medianen för trädbiomassan för olika typer av markanvändning	100
	Bilaga 4. Expansionsfaktorer och stamtillväxt för beräkning av koldioxidupptag från levande biomassa	105
	Bilaga 5. Medianen för koldioxidupptag av levande biomassa på marker av markklass Trädklädd mark, ej hävdad	107
	Bilaga 6. Resultat för Övrig öppen mark med vegetation	110

Tabellförteckning

Tabell 1. Markanvändningskategoriernas hierarkiska struktur inom Nationella Marktäckedata.....	18
Tabell 2. Definitioner av de olika huvudklasserna inom Stockholms stads biotopdatabas 2019..	21
Tabell 3. Biotopklassernas fördelning över markklasser.....	32
Tabell 4. Nationella Marktäckedatas markanvändningskategoriers fördelning över markklasser.	33
Tabell 5. Markklasser och det ägoslag inom Klimatrapporteringen som de antas överensstämma mest med, med avseende på kolförråd och koldioxidupptag, samt beräkningsunderlag för kolförråd i levande biomassa.	35
Tabell 6. Beräkningsunderlag för koldioxidupptag av levande biomassa.	38
Tabell 7. Beräkningsunderlag för kolförråd hos död ved och grov förna.....	39
Tabell 8. Beräkningsunderlag för koldioxidupptag av död ved och grov förna.	39
Tabell 9. Beräkningsunderlag för kolförråd hos årlig förna.	40
Tabell 10. Beräkningsunderlag för koldioxidupptag av årlig förna.....	40
Tabell 11. Beräkningsunderlag för kolförråd hos organiska humuslager.....	41
Tabell 12. Beräkningsunderlag för koldioxidupptag av organiska humuslager.	41
Tabell 13. Beräkningsunderlag för kolförråd i markkol hos minerogen mark	43
Tabell 14. Beräkningsunderlag för koldioxidupptag av markkol hos minerogen mark.	43
Tabell 15. Beräkningsunderlag för kolförråd i markkol hos organogen mark.	44
Tabell 16. Emissionsfaktorer för markkol hos organogen dränerad mark.	46
Tabell 17. Emissionsfaktorer för markkol hos organogen våtmark.....	46
Tabell 18. Arealer av markanvändningskategorier inom Stockholms stad enligt Nationella Marktäckedata.	48
Tabell 19. Arealer av markklasser inom Stockholms stad.....	49
Tabell 20. Arealer av minerogen mark av olika dräneringsstatus.	51
Tabell 21. Arealer av organogen mark av olika djup.	51
Tabell 22. Arealer av organogen mark av olika närings- och dräneringsstatus.....	52
Tabell 23. Kolförråd fördelat på marktyper, markklasser och deras kolpooler.....	55
Tabell 24. Koldioxidupptag fördelat på marktyper och markklasser.	66
Tabell 25. Kolförråd och koldioxidupptag för skog och mark på skyddade områden.	75

Tabell 26. Kolförråd och koldioxidupptag för markklassen Trädklädd mark, ej hävdad på skyddade områden.	76
Tabell B1. Arealfördelning av Stockholms stads markanvändning enligt Hybridkartan fördelat över olika marktyper.	85
Tabell B2. Andel markareal för trädklädda huvudklasser eller biotopklasser i Stockholms stads biotopdatabas 2019 som överlappar skog enligt Nationella Marktäckedata.	99
Tabell B3.1. Medianen för torrsubstans trädbiomassa för biotopklasser, markanvändningsattribut och markanvändningskategorier.	100
Tabell B3.2. Andel av markytan för olika beräkningssätt av kolförråd i den levande biomassan.	104
Tabell B4.1. Olika trädslags expansionsfaktorer vid olika beståndsålder.	105
Tabell B4.2. Olika trädslags stamvedstillväxt vid olika beståndsålder.	106
Tabell B4.3. Olika trädslags koldioxidupptag av levande biomassa vid olika beståndsålder.	106
Tabell B5. Median för koldioxidupptag av levande biomassa för biotopklasser och markanvändningskategorier inom markklassen skogsmark.	107
Tabell B6.1. Arealandelar av huvudklasser enligt Stockholms stads biotopdatabas 2019 för markanvändningskategori Öppen mark med vegetation.	111
Tabell B6.2. Arealer av markklasser och vatten för markanvändningskategori Öppen mark med vegetation.	111
Tabell B6.3. Kolförråd per ytenhet för markanvändningskategorin Öppen mark med vegetation.	112
Tabell B6.4. Koldioxidupptag av markanvändningskategorin Öppen mark med vegetation.	112

Figurförteckning

Figur 1. Kolets kretslopp inom kolpoolerna i skog och mark.	15
Figur 2. Markklassernas fördelning inom Stockholms stad.	50
Figur 3. Fördelninga av våtmarker och torvmarker inom Stockholms stad.	53
Figur 4. Kolförråd i skog och mark i Stockholms stad fördelat på markklasser och kolpooler.	57
Figur 5. Genomsnittligt kolförråd per ytenhet för minerogen mark i Stockholms stad fördelat på markklasser och kolpooler.	58
Figur 6. Genomsnittligt kolförråd per ytenhet för organogen mark i Stockholms stad fördelat på markklasser och kolpooler.	59
Figur 7. Totalt kolförråd i skog och mark inom Stockholms stad.	60
Figur 8. Kolförråd i levande trädbiomassa inom Stockholms stad.	61
Figur 9. Totalt kolförråd i dött organiskt material på marker inom Stockholms stad.	61
Figur 10. Markkolets kolförråd inom Stockholms stad.	63
Figur 11. Genomsnittligt koldioxidupptag per ytenhet för minerogen och mark i Stockholms stad fördelat på markklasser och kolpooler.	68
Figur 12. Genomsnittligt koldioxidupptag per ytenhet för organogen mark i Stockholms stad fördelat på markklasser och kolpooler.	69
Figur 13. Totalt koldioxidupptag av skog och mark inom Stockholms stad.	70
Figur 14. Koldioxidupptag av levande trädbiomassa inom Stockholms stad.	71
Figur 15. Totalt koldioxidupptag av dött organiskt material på marker inom Stockholms stad.	72
Figur 16. Totalt koldioxidupptag av markkol inom Stockholms stad.	73
Figur 17. Områden av olika skyddsområdestyp inom Stockholms stad.	75

Ordlista

Kolbalans	Relationen mellan inlagring av kol och utsläpp genom nedbrytning, bortförsel och förbränning.
Koldioxidupptag	Biosfärens upptag av koldioxid från atmosfären. Se även <i>Kolkälla</i> och <i>Kolsänka</i> nedan.
Kolförråd	Ett markområdes kolförråd omfattas av det organiska kol som där finns inlagrat som markkol, i dött organiskt material och i levande biomassa.
Kolkälla	Markområde för vilket det sker ett nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären. För dessa marker är tecknet för koldioxidupptag positivt.
Kolpool	Kolförråd kan delas upp i olika kolpooler. I denna rapport delas kolförrådet upp i de tre kolpoolerna levande biomassa, dött organiskt material och markkol.
Kolsänka	Markområde för vilket det sker ett nettoupptag av växthusgaser från atmosfären. För dessa marker är tecknet för koldioxidupptag negativt.
Minerogen mark	Mark med ett lågt kolinnehåll då den till största del består av nedkrossade eller vittrade bergarter och olika typer av mineral Korn.
Organogen mark	Torvmarker. Dessa marker har ett högt kolinnehåll då de består av dött organiskt material som är ofullständigt nedbruten på grund av syrebrist. Dessa marker bildas på våtmarker, som myrar och mossar.

1. Inledning

1.1. Bakgrund och syfte

Naturmarker innehåller ofta stora mängder organiskt kol i växtbiomassan och i mark. Dessa kolförråd har byggts upp under lång tid vilket bidragit till att koldioxid (CO₂) avlägsnats från atmosfären. Det sker även en löpande inlagring av kol i de flesta ekosystem idag, d v s de är en kolsänka. Kolförrådet och kolsänkans storlek varierar beroende på markslag och i vilket utvecklingsstadium marken befinner sig, något som är särskilt tydligt för brukad skogsmark. En ung skog innehåller normalt mindre kol än en gammal skog men då skogen befinner sig i en tillväxtfas är kolinlagringen stor medan kolförrådet i äldre skogar strävar mot ett stabilt jämviktstillstånd och i dessa skogar är kolsänkan liten eller obefintlig.

Idag ingår inte bidraget från kolsänkor i markanvändningssektorn (LULUCF) i det nationella klimatmålet. Endast bidraget från kompletterande åtgärder som t ex åtgärder för att öka kolsänkan får inkluderas för att nå målsättningen om att uppnå netto-noll växthusgasutsläpp 2045 (Prop. 2016/17:146). Även på kommunal nivå har fokus varit att minska de fossila utsläppen och bidraget från LULUCF ingår normalt inte i kommunala strategier för klimatet.

Även om fokus fortsättningsvis ligger på att minska de fossila utsläppen kan ökad kunskap om kolförråd och kolsänkor bidra till utvecklingen av nya klimatstrategier på olika nivåer i samhället. Framförallt när det gäller hur kolförråd och kolsänkor kan bevaras eller ökas.

Sverige rapporterar årligen statistik över förändringar i olika kolpooler inom markanvändningssektorn till klimatkonventionen och EU. Statistiken bygger främst på data från *Riksskogstaxeringen* och *Markinventeringen* (båda inventeringsprogram som bedrivs vid SLU) som sammanställs i en särskild koldatabas. Databasen innehåller den mest omfattande statistiken över kollagerförändringar, d v s kolsänkor och kolkällor, för olika marktyper i Sverige. Den årliga rapporteringen avser hela Sverige, men för skogsmark och jordbruksmark skulle mer förfinade underlag uppdelade på olika geografiska regioner och skogstyper kunna tas fram.

Målsättningen med detta projekt var att (1) ta fram representativ statistik över kolförråd och kolsänka ovan och under mark för Stockholms stad för olika

marktyper baserat på framförallt *Riksskogstaxeringen*, *Markinventeringen*, *Skogliga grunddata*, *SLU Skogskarta*, *Sveriges Klimatrapportering* till EU och FN och andra identifierade underlag, samt (2) att kartlägga kolförråd och kolsänka för Stockholms stad med hjälp av befintliga geografiska databaser, t ex *Nationella Marktäckedata* och *SLU Skogskarta* och resultaten från (1). Analysen avgränsas på så sätt att inlagring i skogsprodukter (t ex sågat virke och pappersprodukter) inte ingår i (1) och (2) ovan. Sådana beräkningar kan inkluderas för specifika områden som planeras för exploatering.

Resultaten syftar till att öka kunskapen om bidraget till växthusgasbalansen inom Stockholms stad och för att skapa underlag som tar hänsyn till kolsänkan i skog och mark inom översiktlig planering.

1.2. Kolbalans i skog och mark

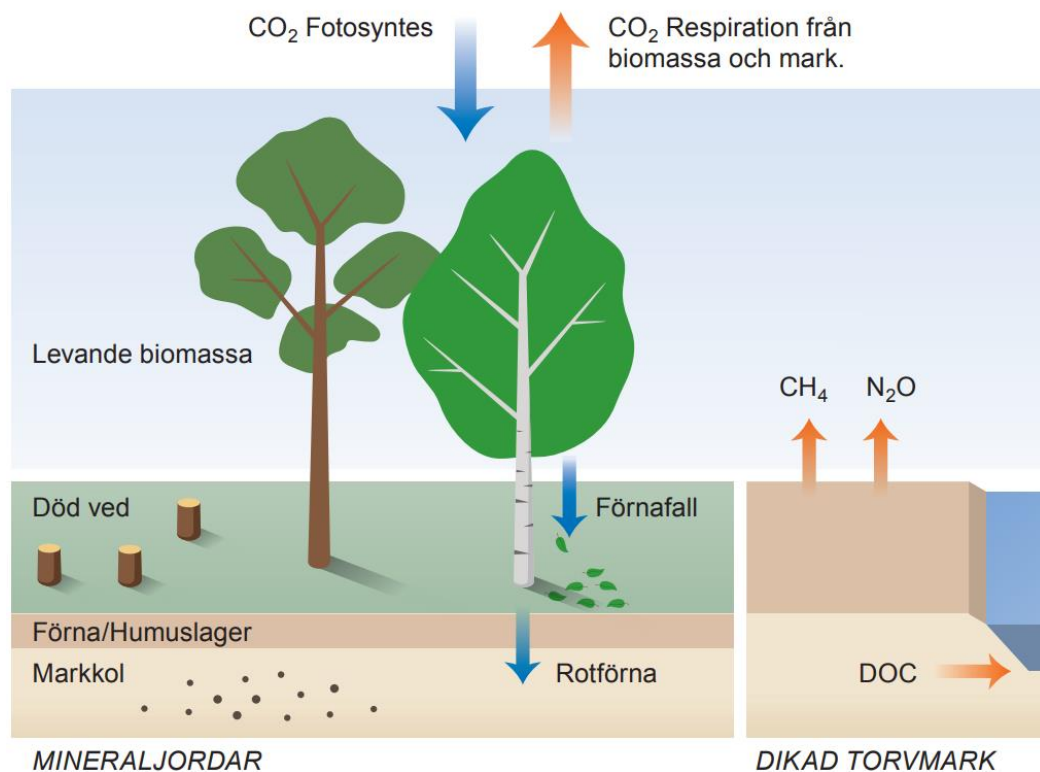
Kolbalansen i skog och mark beror på markanvändningens inverkan på växtsamhällets sammansättning, vegetationens tillväxthastighet, hur mycket biomassa som bortforslas samt brukningsmetodens effekt på nedbrytningsprocesserna. En skog som används för aktivt skogsbruk med avverkning och virkesuttag kommer därmed ha en annan kolinlagring än skogsmark vars huvudsakliga syfte är naturvård. Ju högre tillväxt och ju mer vegetation som växer och får stanna kvar på markerna desto större blir kolförrådet. Till exempel kan tillväxten på gräsmattor stimuleras av att gräsmattorna klipps ofta vilket i sin tur kan leda till ett större kolförråd i marken om gräsklipppet får ligga kvar på markerna (Poeplau m fl, 2016). Bortforsling av biomassa genom skörd eller genom att grenar och löv städas undan ger däremot ett lägre kolförråd i marken.

Olika typer av markanvändning påverkar inte enbart hur mycket kol som lagras på platsen utan också nedbrytningen av det organiska materialet. Markanvändningen kan t ex ha en påverkan på markens vattenmättnadsgrad, temperatur och näringsstatus, vilka samtliga är egenskaper som påverkar nedbrytningshastigheten (Oertel m fl, 2016). Av dessa är vattenmättnadsgraden den enskilt viktigaste faktorn för växthusgasemissionernas storlek eftersom den utgör en stark kontroll på markmikrobernas aktivitet. Mark med mycket hög halt organiskt kol (s k torvmark) bildas under permanent vattendränkta förhållanden. Den syrefattiga miljön förhindrar fullständig nedbrytning av död biomassa varpå organiskt material ackumuleras. Därmed har dessa organogena jordar ett mycket stort kolförråd i jämförelse med andra s k minerogena jordar. Dränering och vissa typer av markbearbetning (som t ex plöjning av åkermark) resulterar i ett ökat syreinhåll i marken varpå det organiska materialet bryts ned i snabbare takt, vilket i sin tur leder till ökande kolförluster via koldioxidavgång. Viss nedbrytning av organiskt material (och därmed emission av växthusgaser) sker även under vattenmättade förhållanden. Metan (CH₄) produceras av en viss typ av bakterier

som kräver en strikt syrefattig miljö, och denitrifierande bakterier producerar växthusgasen lustgas (N_2O) i miljöer där markens porer är till mer än 50% fyllda med vatten. I artificiellt dränerade områden sker metanemissioner från vattenfyllda dräneringsdiken (Peacock m fl, 2021). Marken fungerar dock som en sänka för metan, eftersom gasen konsumeras av metanotrofa bakterier under de syrerika förhållanden som dränering skapat i marken (Oertel m fl, 2016). Lustgas är en stark växthusgas som kompletterar bilden av markens bidrag till atmosfärens innehåll av växthusgaser.

För vissa markanvändningskategorier, såsom t ex skogsmark, naturbetesmark och åkermark, finns god kunskap om markernas kolförråd och koldioxidupptag via inventeringsprogrammen *Riksskogstaxeringen* (SLU, 2021a), *Markinventeringen* (SLU, 2021b) och *Mark- och grödoinventeringen* (SLU, 2021c). Kunskapsläget är lägre vad gäller marker i urban miljö. Inom Sveriges Klimatrapportering till UNFCCC, rapporteras koldioxidemissioner på nationell nivå från sådan mark via en aggregerad markanvändningskategori kallad Bebyggd mark (Naturvårdsverket, 2021a). Denna kategori inkluderar mycket skilda marker som t ex vägar och järnvägar, kraftledningar inom skog, tätort, parker i anslutning till bebyggelse, industriområden, golfbanor, trädgårdar och grustag. Kolförråden på marker för dessa olika typer av markanvändning kan vara av mycket olika storlek. Vid kartläggning av kolförråd t ex i en kommun som Stockholms stad bör man eftersträva att i så stor utsträckning som möjligt bedöma kolförråden i dessa skilda markanvändningstyper separat.

Inom Klimatrapporteringen delas kolförrådet i skog och mark in i tre olika kolpooler för vilka koldioxidupptaget beräknas separat (Naturvårdsverket, 2021a). Dessa kolpooler är levande biomassa, dött organiskt material samt markkol (se figur 1). Den levande biomassan utgörs av trädens levande biomassa ovan och under mark. Ovan mark ingår trädens stamved, grenar och toppar. Till levande biomassa under mark ingår biomassan under trädens stubbnivå (beräknad som 1% av trädens höjd) samt rötter ned till 2 mm i diameter. I kolpoolen dött organiskt material ingår död ved, förna och organiska humuslager. Död ved består av döda trädstammar och stora grenar med en diameter över 10 cm och en längd över 1,3 meter samt stubbar och rötter ned till 2 mm i diameter. Förna består av grov förna som har en diameter mellan 10 och 100 mm, årligt förnafall samt levande fina rötter som är mindre än 2 mm i diameter. För minerogena marker beräknas förrådet markkol ned till 50 cm djup. För organogena marker (torvmarker) beräknas markkolsförrådet för hela den organogena markprofilen.



Figur 1. Kolets kretslopp inom kolpoolerna i skog och mark.

Ett markområde fungerar som en kolkälla vid ett positivt nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären. Vid ett negativt nettoutsläpp av växthusgaser till atmosfären utgör området istället en kolsänka, eftersom det då sker ett nettoupptag av växthusgaser från atmosfären till markområdet. Systemet är i balans om områdets upptag av växthusgaser från atmosfären är lika stor som dess utsläpp av växthusgaser till atmosfären.

2. Material

2.1. Markanvändning

Information om markanvändning inom Stockholms stads kommun inhämtades från fem datakällor. I första hand nyttjades *Nationella Marktäckedata* (Naturvårdsverket, 2021b) vars information om Sveriges marktäcke och natur- och skogstyper har en mycket hög upplösning, däremot är detaljeringsgraden i denna karta relativt låg vad gäller vissa typer av markanvändning som är nödvändiga för en bra skattning av kolförråd. Dels innehåller databasen ingen information om användningsområde för markanvändningskategorin Skog och dels omfattar markanvändningskategorin Övrig öppen mark med vegetation ett flertal vitt skilda typer av markanvändning som bör hanteras separat vid kartering av kolförråd. Kompletterande information om markanvändning för Skogsmark och Övrig öppen mark med vegetation inhämtades därför från *Stockholms stads biotopdatabas 2019 enligt metodiken i BIOTOP Stockholm* (Skånes, 2021), Naturvårdsverkets databaser *Skyddade områden, naturreservat* och *Skyddade områden, kulturreseptat* (Naturvårdsverket, 2021b) samt Länsstyrelsernas databas *LST Riksintresse Nationalstadspark MB4kap7* (Länsstyrelserna, 2021). För att få uppdaterad information om nyare exploatering som skett i Stockholms stad sedan *Nationella Marktäckedata* karterades (år 2017 – 2019) nyttjades även den information om pågående exploatering som ges av *Stockholms stads biotopdatabas 2019 enligt metodiken i BIOTOP Stockholm* (i följande text benämnd *Stockholms stads biotopdatabas 2019*). Vidare användes även *Stockholms stads baskartas byggnadslager* (Stockholms stad, 2021), då *Nationella Marktäckedatas* datatyp inte möjliggör visualisering av vissa typer av byggnader (se avsnitt 2.1.1. *Nationella Marktäckedata*).

2.1.1. Nationella Marktäckedata

Geografisk fördelning av markanvändning erhöles från *Nationella Marktäckedatas* ogeneraliserade basskikt (Naturvårdsverket, 2021b). Karteringen baseras på en kombination av satellitdata (Sentinel-2) och information från Lantmäteriets laserskanning (Laserdata NH) (Naturvårdsverket, 2020). I mindre utsträckning

avgränsas karteringen med stöd av befintliga kartunderlag från andra myndigheter som t ex Jordbruksverkets blockdatabas, SCB:s vägytor, hydrografisk data från Lantmäteriet och Hav- och Vattenmyndighetens kustkartering (ytterligare exempel ges i texten nedan).

Framtagningen av *Nationella Marktäckedata* genomfördes under 2017 – 2019 och planeras upprepas vart 5:e år. För Stockholms stad är aktualiteten för de mest centrala indata 2015 – 2018 för satellitdata och 2012 – 2013 för laserdata.

Nationella Marktäckedata innehåller information om Sveriges marktäckte och natur- och skogstyper indelat i 6 huvudkategorier, bestående av

1. *Skog*,
2. *Våtmark*,
3. *Åkermark*,
4. *Övrig öppen mark*,
5. *Exploaterad mark* samt
6. *Vatten*.

Dessa huvudkategorier delas sedan upp i underkategorier på två nivåer (se tabell 1). Informationen ges i rasterformat med en minsta karteringsenhet på 0,01 hektar, dvs ett raster med 10 X 10 m upplösning. Klassificering som våtmark bygger på ett markfuktighetsindex baserat på två olika höjdmodeller samt jordlagrets genomsläpplighet och jorddjup.

Tabell 1. Markanvändningskategoriernas hierarkiska struktur inom Nationella Marktäckedata (Naturvårdsverket, 2021b).

Huvudkategori	Underkategori 1	Underkategori 2
1 Skog	Skog utanför våtmark	111 Tallskog utanför våtmark
		112 Granskog utanför våtmark
		113 Barrblandskog utanför våtmark
		114 Lövblandad barrskog utanför våtmark
		115 Triviallövskog utanför våtmark
		116 Ädellövskog utanför våtmark
		117 Triviallövskog med ädellövsinslag utanför våtmark
		118 Temporärt ej skog utanför våtmark
	1.2 Skog på våtmark	121 Tallskog på våtmark
		122 Granskog på våtmark
		123 Barrblandskog på våtmark
		124 Lövblandad barrskog på våtmark
		125 Triviallövskog på våtmark
		126 Ädellövskog på våtmark
		127 Triviallövskog med ädellövsinslag på våtmark
		128 Temporärt ej skog på våtmark
2 Öppen våtmark		
3 Åkermark		
4 Övrig öppen mark	41 Övrig öppen mark utan vegetation	
	42 Övrig öppen mark med vegetation	
5 Exploaterad mark	51 Exploaterad mark, byggnad	
	52 Exploaterad mark, ej byggnad eller väg/järnväg	
	53 Exploaterad mark, väg/järnväg	
6 Vatten	61 Sjö och vattendrag	
	62 Hav	

Skog definieras som träd- och buskbeklädda områden med en vegetationshöjd på över 5 meter och en krontäckning på mer än 10%, eller mark som kan nå dessa gränsvärden (Naturvårdsverket, 2020). Måttet krontäckning beskriver hur stor del av en yta som skuggas av trädkronor. Notera att rastrets upplösning är 10 X 10 m. Detta innebär att även dungar och andra mindre samlingar av träd, alléer och enstaka träd som är av typen parkträd, träd inom bostadsområden, träd på betesmark och gatuträd karteras som skog såvida de uppfyller kravet på trädhöjd och sammanlagd krontäckning.

Dominerande trädslag avgör indelningen enligt trädslag (för mer information se Naturvårdsverket (2020)). Kategorin Temporärt ej skog innefattar öppna igenväxande hyggen, stormfällda områden eller brandfält. Även annan igenväxande övrig mark kan ingå.

Skogsområdena avgränsas genom analys av laserdata (vilken ger täckningsgrad och höjd för objekt) i kombination med analys av satellitdata (som fastställer om objekt är vegetation eller inte). Satellitdatabaserad förändringsinformation i kombination med Lantmäteriets fastighetskartas skogsmark och faktisk avverkning från Skogsstyrelsen används för att identifiera skogsmark på < 5 meter trädhöjd, dvs temporärt ej skog. För att förhindra att skog blir överkarterat utförs en kontextuell analys inom vilka enstaka rasterceller med låg krontäckning i öppen mark och nära skogsbryn tas bort. Information om byggnader, vägar och vatten överlagras alltid skog.

Åkermark är jordbruksmark som används för växtodling eller hålls i ett sådant skick att den kan användas för växtodling utan någon särskild förberedande åtgärd. Kategorin inkluderar åkermark i växtföljd, åkermark med permanenta grödor och åkermark med permanent gräsmark.

Öppen våtmark definieras som öppen mark där vattnet under en stor del av året finns nära under, i eller strax över markytan.

Övrig öppen mark utan vegetation är övrig öppen mark som inte är våtmark, åkermark eller exploaterade vegetationsfria ytor och har mindre än 10% vegetationstäckning under vegetationsperioden. Marken kan vara moss- eller lavklädd. Kategorin inkluderar bl a berg i dagen, blockmarker, vegetationsfattiga hedar, dyner och slätter med sand eller grus samt även mänskligt påverkade ytor som t ex vägrenar.

Övrig öppen mark med vegetation är övrig öppen mark som inte är våtmark, åkermark eller exploaterade vegetationsfria ytor och har mer än 10% vegetationstäckning under vegetationsperioden. Kategorin inkluderar mänskligt skapade ytor som gräsmarker, halv-naturliga ytor som betesmark samt naturliga marker som gräshed, örtäng, hedmark och buskmark. Eventuellt träd- och buskskikt är lägre än 5 meter men spridda träd (över 5 meter men med krontäckning under 10%) kan förekomma.

Exploaterad mark är artificiella och vegetationsfria ytor som i hög grad är hårdgjorda. För att kartbildens vägar (inklusive järnvägar) ska vara sammanhängande har dessa rasterats på så sätt att samtliga rasterceller som berörs av en väg representeras som väg. Detta ger en överskattning av arealen väg och järnväg på bekostnad av omgivande marktypers arealer. För byggnader är en arealriktighet i varje cell prioriterat inom *Nationella Marktäckedata*. En byggnads vinkel och positionering jämfört med en 10 X 10 m cell avgör huruvida byggnaden (som rasteras från Lantmäteriets fastighetskarta) finns representerad i *Nationella Marktäckedata* eller inte. Detta innebär att en byggnad strax under 0,01 ha kan

komma med efter rastrering samtidigt som byggnader strax över 0,01 ha riskerar att inte komma med.

2.1.2. Stockholms stads biotopdatabas 2019

Stockholms stads biotopdatabas 2019 enligt metodiken i BIOTOP Stockholm (Skånes, 2021) är en databas som visar naturens egenskaper och markanvändning i vektorformat. Den minsta karteringsenhet är generellt 0,1 ha, men kan vara betydligt mindre, som t ex ner till 30 m² för åkerholmar.

Databasen ägs och förvaltas av Stockholms stads Miljöförvaltning och Institutionen för Naturgeografi vid Stockholms universitet. Karteringsarbetet utförs av Stockholms universitet sedan 2014 och beräknas vara färdigt för hela kommunen under första kvartalet 2022¹. I ett första steg innefattar karteringen inledande automatiska och semiautomatiska klassificeringar från flygbildsbaserad fjärranalys integrerad med nationella data från t ex lantmäteriets fastighetskarta, jordbruksverkets blockdatabas, SGU:s Jordartsdatabas och Nationella Marktäckedata (Skånes, 2021). Denna del av karteringen kallas i diotopdatabasens metodik för Steg1. I ett andra steg, Steg2, görs visuell flygbildstolkning i infraröda färgflygbilder. Detta steg ger ytterligare information som varken ges av de nationella data som används eller med god säkerhet kan räknas fram via automatiska metoder. I den version av Biotopdatabasen som användes för denna analys har några biotoper ännu inte flygbildstolkats i detta andra steg. Dessa biotopklasser kan därmed ha en lägre tillförlitlighet.

Stockholms stads biotopdatabas 2019 innehåller information om Sveriges marktäcke och natur- och skogstyper indelat i 9 huvudklasser (Se tabell 2) (Skånes, 2021). Dessa huvudklasser delas sedan upp i sammanlagt 174 biotopklasser (varav 99 st används i denna rapport, se bilaga 1). Därtill finns vissa beskrivande attribut som beskriver en biotop med ytterligare detaljer. Attribut som ingår är Markanvändning, Skogsfas, Trädsikt, Halvhög Vegetation, Salinitet, Fuktighet, och Storlek. Av dessa attribut nyttjades markanvändning för att få information om pågående exploatering, som t ex vägbyggen, och för att urskilja urbana gräsmarker vars olika typer av markanvändning kan antas ge upphov till skilda kolförråd och koldioxidupptag.

Inom attributet Skogsfas finns tre klasser som beskriver skogens utvecklingsstadium (Skånes, 2021). Dessa är Hygge och plantskog, Ung-medelålders skog (inklusive röjnings- och gallringsfas) samt Fullväxt till gammal skog. Attributklassen Hygge och plantskog användes i denna analys för att undvika överskattning av levande biomassa på skogsmarker som avverkats på senare tid.

¹ Stockholms universitet beviljade ett utlån av en ej helt färdigställd version av *Stockholms stads biotopdatabas 2019 enligt metodiken i BIOTOP Stockholm* (Skånes, 2021) till detta arbetes analys den 14:e september 2021.

Inom *Stockholms stads biotopdatabas 2019* är fuktighetsklassen våtmark baserad på organogena jordarter inom SGU:s Jordartsdatabas (inkluderande torv men även andra jordarter) samt Fastighetskartans sankmarkskikt (Skånes, 2021). Biotopdatabasens definition av våtmark är därmed inte fullt jämförbar med den definition av våtmark som används inom *Nationella Marktäckedata* (Naturvårdsverket, 2021b).

Tabell 2. Definitioner av de olika huvudklasserna inom *Stockholms stads biotopdatabas 2019* enligt metodiken i *BIOTOP Stockholm* (Skånes, 2021).

Huvudklass	Definition
100 Urban gråstruktur	All mark med avlägsnad vegetation, såväl hårdgjord mark som icke hårdgjord mark inklusive byggnader. All Urban gråstruktur har $\leq 10\%$ inblandning av vegetation.
200 Urban grönstruktur	Grönstruktur i urbant påverkade områden. All urban miljö med $>10\%$ vegetation, d v s tomtmark, gräsytor, parker m m.
300 Odlingsmark	Åkermark och annan odlingsmark samt även före detta odlingsmark.
400 Öppen mark	All öppen terrester-semiakvatisk mark som inte ingår i övriga huvudklasser. I huvudsak semi-naturlig mark, såväl vegetationsklädd som substrat-dominerad.
500 Buskmark	Öppen mark utanför den urbana strukturen som domineras av halvhög vegetation ($>50\%$ busktäckning).
600 Trädklädd mark	Temporär klass för trädklädd mark (med $>10\%$ krontäckning och >5 m höga träd) som ej ännu kategoriserats efter markanvändning till antingen huvudklassen Skogsmark (800), Trädklädd hävdpräglad mark (700), eller någon av biotopklasserna Urban grönstruktur av trädkaraktär (231 – 237) inom huvudklassen Urban grönstruktur (200).
700 Trädklädd hävdpräglad mark	Här ingår endast trädklädd mark ($>10\%$ krontäckning och >5 m höga träd) som är präglad av bete eller slåtter.
800 Skogsmark	All trädklädd mark ($>10\%$ krontäckning och >5 m höga träd) som via visuell bedömning eller andra källor tillskrivs markanvändning som inte tyder på bete eller bedöms ligga inbäddade i den urbana miljön.
900 Vatten	All akvatisk yta.

2.1.3. Byggnader, Stockholms stads baskarta

För att få aktuell och mer komplett information om byggnader än vad som ges av *Nationella Marktäckedata* nyttjades vektorlagret *Byggnader i Stockholms stads baskarta*¹ (Stockholms stad, 2021). Detta lager innehåller byggnadsverk som är sammanhängande och har individuell konstruktion av tak och vanligen även väggar och som är så stora att människor kan uppehålla sig däri eller ger motsvarande visuellt intryck och är avsedd för viss verksamhet.

2.1.4. Skyddade områden

Information om den geografiska fördelningen av skyddade områden i Stockholms stad; Kungliga nationalstadsparken, Igelbäckens kulturresevat och elva stycken naturresevat erhöles från databaserna *LST Riksintresse Nationalstadspark MB4kap7* (Länsstyrelserna, 2021) samt *Skyddade områden, naturresevat* och *Skyddade områden, kulturresevat* (Naturvårdsverket, 2021b). Dessa tre databaser i vektorformat ägs och förvaltas av Länsstyrelserna respektive Naturvårdsverket.

2.2. Markens jordart samt jorddjup

2.2.1. SGU:s Jordartsdatabas

Geografisk fördelning av jordarter i Stockholms stad erhöles från *SGU:s Jordartsdatabas* i skala 1:25 000 (SGU, 2018a). Databasen ger information om jordarten i form av ett grundlager vilken ger den jordartstyp som normalt kan förväntas på karteringsdjup, d v s ca 0,5 meter under markytan, och som bedöms ha en mäktighet väl överstigande 0,5 meter (SGU, 2018a). Vidare redovisas även områden där berggrunden endast täcks av tunna ytlager, vars mäktighet underskrider 0,5 meter, eller osammanhängande ytliga jordlager med en uppskattad medelmäktighet på 0,5 – 1 meter.

För grundlagret redovisas torv (d v s organogena jordar) uppdelat i kategorierna kärrtorv och mossetorv (SGU, 2018a). Kärrtorven är näringsrik då den bildas i kärr som får sitt vatten via grundvattnet från omkringliggande områden. Mossen får sitt vatten uteslutande via nederbörden, och dess mossetorv blir därmed näringsfattig. För ytliga jordlager gör *SGU:s Jordartsdatabas* ingen uppdelning i torvtyp m a p näringsinnehåll (SGU, 2018a).

För Stockholms stads kommun utfördes jordartskarteringen under 1960-talet. Karteringen har ett bedömt medelfel på 25 meter. Lägesfel kan dock vara upp till 50 – 70 meter orsakade framförallt av lägesfelet hos det topografiska underlaget

¹ Denna databas, som revideras kontinuerligt, utlånades från Stockholms stads Miljöförvaltning den 8:e november 2021.

men kan också bero på felaktiga avgränsningar, felklassningar och förbisedda geologiska objekt. Vidare är kartbilderna generaliserade vilket innebär att felaktigheter medvetet ritats in med syfte att öka läsbarheten.

Att karteringen utfördes för flera decennier sedan medför en osäkerhet vad gäller tillförlitligheten i p ytlig torv eftersom dränering och bruk av torvjord resulterar i ett ökat syrenehåll i marken vilket medför att torven succesivt bryts ned och markytan därmed sänks.

2.2.2. Torvlagerföljder

Information om torvlagers mäktighet erhöles från SGU:s databas *Torvlagerföljder* (SGU, 2021a).

2.2.3. Jorddjupsmodell

SGU:s *Jorddjupsmodell* nyttjades för att få information om djupet till vilket berg ev begränsar torvlagrens mäktighet (SGU, 2021b). Jorddjupsmodellen är ett raster med en upplösning på 10 X 10 m för vilken jordtäcket mäktighet beräknats genom interpolering av kända jorddjupsdata (SGU, 2020). Jorddjupen anges i antalet meter i heltalsform.

2.3. Kolförråd och kolförrådsförändringar

2.3.1. Mark- och grödoinventeringen

Information om kolförråd i åkermark erhöles från *Mark- och grödoinventeringen* som är ett program för yttäckande miljöövervakning på svensk åkermark vilken administreras av Sveriges lantbruksuniversitet och finansieras av Naturvårdsverket (SLU, 2021c). Markanvändningen på åkermarken inkluderar såväl odling av ettåriga grödor som vall i rotation, gräsmark, bete och permanenta grödor (t ex energiskog). Inventeringen påbörjades 1988 och har utförts under tre omgångar, det senaste sk omdrevet skedde under åren 2011 – 2017.

2.3.2. Riksskogstaxeringen

Från *Riksskogstaxeringen* (SLU, 2021a) erhöles information om kolförråd och kolförrådsförändringar i kolpoolerna död ved och grov förna samt årlig stamvedstillväxt och förhållanden mellan biomassainnehåll ovan och under mark.

Riksskogstaxeringen är ett inventeringsprogram över skog och markanvändning i Sverige. Programmet administreras av Sveriges lantbruksuniversitet och är en del av Sveriges officiella statistik. Inventeringen genomförs som en sticksprovsinventering inom cirkulära provytor av en radie på 10 meter (RIS, 2021).

Provytorna är rektangulärt grupperade i sk inventerings-trakter. Hela Sveriges areal täcks av ett systematiskt nät av dessa trakter. Eftersom landskapet är mer varierat i södra Sverige är provytetäthet samt täthet mellan trakter högre i södra och glesare i norra Sverige. Stickprovet består av en kombination av ca 30 500 permanenta och ca 23 500 tillfälliga provytor (SLU, 2021a). De permanenta provytorna återinventeras vart femte år. Inventeringen genomfördes första gången i sitt nuvarande format under perioden 1983 – 1987, d v s en femtedel av provytorna inventeras varje år och alla provytor inventeras en gång under perioden. De flesta av provytorna inventeras vid fysiska fältbesök. Provytor inom t ex produktiv skogsmark och naturbete beskrivs särskilt ingående (RIS, 2021). För andra markanvändningskategorier som t ex bebyggd mark och åkermark görs dock endast en översiktlig beskrivning genom sk karttaxering (d v s data tas från t ex kartor och flygbilder). Parallellt med dessa markanvändningskategorier rapporteras även tre internationella markanvändningskategorier sedan 1998. Av intresse för denna studie är främst de traditionella markanvändningskategorierna bebyggd mark, naturbete, åkermark och den internationella markanvändningskategorin skogsmark. En kortfattad definition av dessa ges nedan. För mer utförliga definitioner samt definitioner av övriga markanvändningskategorier hänvisas till *Fältinstruktion 2021 – RIS – Riksinventeringen av skog* (RIS, 2021).

Bebyggd mark – Till bebyggd mark förs tätort, hävdade parker i anslutning till bebyggelse, industriområde, mark i anslutning till militära anläggningar, skjutbanor, golfbanor, idrottsanläggningar, (elljusspår med en bredd av minst 5 meter definieras dock som väg), anläggning för friluftsbad, flygfält, tomt, trädgårdsanläggningar, fröplantager och plantskolor. Områden intill bebyggelse där åtgärder vidtagits för att förhindra uppkomst av trädvegetation förs också till bebyggd mark. Ohävdad tomtmark kan klassas som bebyggd mark på ett avstånd upp till 15 meter från hus.

Skogsmark – Sedan 1998 klassificerar *Riksskogstaxeringen* skogsmark enligt FAO:s definition (FAO, 2004). Den svenska inventeringen beaktar dock inte permanenta skogsvägar med en bredd över 5 meter som skogsmark och anger inte heller någon minsta bredd för att området ska utgöra skogsmark (Naturvårdsverket, 2021a). Skogsmark definieras som markområden med en minsta area på 0,50 ha vars träd vid mognad uppnår en minsta höjd på 5 meter och en krontäckning på mer än 10%. Dessutom måste markområdets huvudsakliga markanvändning vara skogsbruk, vilket även omfattar skyddade arealer som t ex reservat. Skogsmark är en bredare markanvändningskategori än produktiv skogsmark och inkluderar förutom denna även delar av de traditionella markanvändningskategorierna myrimpediment, berg och vissa andra impediment, fjällbarrskog och fjäll.

Naturbete – Mark som inte plöjs regelmässigt och vars huvudsakliga användningsområde är bete (RIS, 2021).

Åkermark – Mark som används till växtodling eller bete och som regelmässigt plöjs eller hävdas genom slätter, samt mark som används för yrkesmässig odling av köksväxter, frukt, bär, gräsmattor, pyntegrönt, energiskog samt tydliga fall av julgransodlingar på tidigare åkermark (RIS, 2021). Träddungar på en areal som underskrider 0,25 ha inom åker förs till åkermark.

2.3.3. Markinventeringen

Från *Markinventeringen* (SLU, 2021b) erhölls information om kolförråd och kolförrådsförändringar i kolpoolerna organiskt humuslager, årlig förna och markkol i minerogena marker.

Markinventeringen är ett utökat provtagningsprogram för ca 20 000 av *Riksskogstaxeringens* permanenta provytor och är en del av Sveriges nationella miljöövervakning som utförs vid SLU på uppdrag av Naturvårdsverket. Markerna i dessa provytor inventeras och provtas en gång var tionde år och klassificeras bl a efter jordmånstyp, jordart och humusform. Provtagningen av marken sker både i övre delen av jordmånen, d v s i humuslagret, samt på olika djup i mineraljorden. Det utförs dessutom analyser av markkemi för jordproverna, bl a kol- och kväveinnehåll i jordprofilens horisonter, inklusive organogena horisonter.

2.3.4. SLU Skogskarta

Från *SLU Skogskarta* (SLU, 2021d) erhölls geografisk information om levande trädbiomassa ovan mark, olika trädslags stamvolym och beståndsålder (d v s medelåldern på träden inom ett skogsområde).

SLU Skogskarta är producerad genom sambearbetning av provytedata från *Riksskogstaxeringen*, normaliserade ytmodeller från Lantmäteriets stereomatchade flygbilder samt satellitbilder från Sentinel 2 (SLU, 2021d). Kartan är i rasterformat. I den senaste versionen från 2015 är rastercellerna av storleken 12,5 X 12,5 m. I produkten ingår ett flertal kartsikt, bl a för stamvolym uppdelat i olika trädslag och biomassa ovan mark (d v s stamved plus grenar och toppar) som uttrycks i enheten ton torrsubstans per hektar (ton ts ha^{-1}). Dessa båda kartprodukter är satta till noll för rasterceller för vilken den grundtevägda medelhöjden är lägre än 3 meter. Medelfelet i volymkattningarna är på ca 24 procent vilket är i nivå med traditionella mätningar med relaskop och höjdmätare (SLU, 2021e). Medelfelet i biomassa är 26%. I första hand nyttjades information som ges av *SLU Skogskarta 2015*. Denna saknar dock information om beståndsålder, varför *SLU Skogskarta 2010* (med en upplösning på 25 X 25 m) användes för denna parameter.

2.3.5. Skogliga grunddata

Karttjänsten *Skogliga grunddata*, som tillhandahålls av Skogsstyrelsen (2021), ger information om yttre gränser för utförda avverkningar och avverkningsanmälda områden.

3. Metoder

Samtliga analyser (om inte annat anges i metodavsnitten nedan) utfördes med GIS-programvaran ArcGIS Pro 2.8.0 (Environmental Systems Research Institute, 2021).

3.1. Markanvändning

För att erhålla en så detaljerad och uppdaterad karta över skog och mark som möjligt för beräkning av kolförråd och koldioxidupptag skapades en hybridkarta utifrån *Nationella Marktäckedata* (Naturvårdsverket, 2021b), *Stockholms stads biotopdatabas 2019* (Skånes, 2021) samt byggnadslagret *Byggnader i Stockholms stads baskarta* (Stockholms stad, 2021).

I ett första steg skapades ett biotopraster och ett markanvändningsattributraster utifrån *Stockholms stads biotopdatabas 2019* samt ett byggnadsraster utifrån byggnadslagret i *Stockholms stads baskarta*, samtliga raster med celler om 10 X 10 m. Därefter överlades biotoprastret med markanvändningsattributrastret. Biotopklassificeringskoden för de celler som var klassificerade som biotop 201 eller 210 Urban grönstruktur av öppen (gräs)karaktär ersattes med markanvändningsattributrastrets attributkod om dessa överlades av antingen markanvändningsattributen Urban grönstruktur av gräskaraktär golf (504), Urban grönstruktur av gräskaraktär flygfält (509), Urban grönstruktur av gräskaraktär konstgräs (516) eller Fotbollsplan, tennisbana och ospecificerad idrottsplan (519). För dessa fyra typer av markanvändningsattribut antas kolförråd och kolinlagring för vissa kolpooler avvika från det av övriga urbana gräsmarker (se avsnitt 3.3. Beräkning av kolförråd och koldioxidupptag). Ett fel som uppdagades i den versionen av Stockholms biotopdatabas som används i analysen är att marker inom Huvudklassen Urban grönstruktur (200) registrerats som Urban grönstruktur av gräskaraktär konstgräs (516) (sammanlagt 1,3 ha inom markanvändningskategorin Öppen mark med vegetation (42)) trots att dessa marker egentligen tillhör markanvändningsattributet Fotbollsplan, tennisbana och ospecificerad idrottsplan (519). Dessa två biotopklasser är i följande text sammanslagna och benämns gemensamt som markanvändningsattribut Fotbollsplan, tennisbana och ospecificerad idrottsplan (516 & 519).

Markanvändningskategorin Övrig öppen mark med vegetation (42) i *Nationella Marktäckedata* ersattes helt med det kombinerade biotop- och

markanvändningsrastret. Dessutom överlagrades markanvändningskategorin Skog med biotoprastret. Skogskoder inom *Nationella Marktäckedata* ersattes med biotoprastrets biotopkod för de celler som överlagrades av antingen biotopklasserna Urban grönstruktur av trädkaraktär inom huvudklassen Urban grönstruktur (231 – 237) eller huvudklasserna Trädklädd mark (600), Trädklädd hävdpräglad mark (700) och Skogsmark (800). Celler med skogsmark som inte överlagrades med någon av dessa huvud- eller biotopklasser ersattes med den huvudklass inom *Stockholms stads biotopdatabas 2019* som till störst del ersatte Skogskoderna inom *Nationella Marktäckedata* (se bilaga 2).

Hela kartan överlagrades därefter med markanvändningsattributrastret. Markanvändningsattributet Pågående exploatering (401) ersatte samtliga typer av markkoder (biotopkoder och markanvändningsattributkoder enligt *Stockholms stads biotopdatabas 2019* och markanvändningskategorier enligt *Nationella Marktäckedata*) för de celler som överlagrades, i syfte att få med eventuell ny exploatering sedan *Nationella Marktäckedata* skapades.

I ett sista steg överlagrades hela kartan med byggnadsrastret för att få med eventuella nybyggnationer. Celler med byggnader i byggnadsrastret ersatte samtliga typer av markkoder (biotopkoder och markanvändningsattributkoder enligt *Stockholms stads biotopdatabas 2019* och markanvändningskategorier enligt *Nationella Marktäckedata*) för de celler som överlagrades och kategoriserades som Exploaterad mark, byggnad (51). Den nya kartan, kallad *Hybridkartan* i följande text, användes som underlag för kartering av kolförråd och koldioxidupptag.

I samband med att skogskoder inom *Nationella Marktäckedata* ersattes med biotopkoder förlorades information om huruvida dessa är våtmarker, d v s marker som under en stor del av året finns nära under, i eller strax över markytan. Därför skapades ett separat våtmarksraster, med celler om 10 X 10 m, för dessa marker utifrån *Nationella Marktäckedata*.

3.2. Markegenskaper

SGU:s Jordartsdatabas rasterades till ett jordartsraster med celler om 10 X 10 m. Organogen mark definierades som torvjordar enligt *SGU:s Jordartsdatabas*. Övrig mark klassades som minerogen mark. Ytlig torv antas ha ett djup på 50 cm och vara av den näringstyp som den torvtyp (d v s antingen kärrtorv eller mossetorv) som dominerar grundlagret inom Stockholms stad.

Grundtorv antas ha ett medeldjup motsvarande det som beräknas utifrån de mätningar i Stockholms län som finns noterade i *SGU:s Torvlagerföljder*, med två undantag. Om *SGU:s Jorddjupsmodell* begränsar jorddjupet till 1 meter antas istället detta motsvara torvdjupet. Vidare antas all torvjord ha schaktats bort vid exploatering. Torvdjupet antas därmed vara noll för celler med huvudklass Urban gråstruktur (100), biotopklass Grönt tak: sedum, torv, gräs, örter, buskar mm (212),

markanvändningsattributet Pågående exploatering (401) samt de tre markanvändningskategorierna Exploaterad mark, byggnad (51), Exploaterad mark, ej byggnad eller väg/järnväg (52) och Exploaterad mark, väg/järnväg (53). Även för biotopklasserna Urban grönstruktur av grå karaktär (240 och Steg1-kod 204) samt Urban grönstruktur vägren/slänt (211) antas torven ha forslats bort under exploateringen för byggnation av bostadsområde respektive väg.

Vid beräkning av koldioxidupptag antas marken vara odränerad om den vid överlagring med våtmarksrastret sammanfaller med våtmarksceller. I annat fall antas marken vara dränerad. Torvmarker som är under pågående exploatering antas dock alltid ha dränerats och schaktats bort. Förutom markanvändningskategorin Öppen våtmark (2) kan även marker av biotopklasserna Urban grönstruktur av trädkaraktär (231 – 237) inom huvudklassen Urban grönstruktur (200) eller huvudklasserna Trädklädd mark (600), Trädklädd hävdpräglad mark (700) och Skogsmark (800) vara våtmark.

3.3. Beräkning av kolförråd och koldioxidupptag

Kolförråd samt koldioxidupptag för vardera rastercell i hybridkartan beräknas separat, presenteras för vardera kolpool och adderas sedan samman till ett totalt kolförråd respektive koldioxidupptag. Naturvårdsverkets databaser över natur- och kulturreseervat (Naturvårdsverket, 2021b) samt Länsstyrelsernas databas över riksintresseområde för nationalstadspark (Länsstyrelserna, 2021) nyttjades för att beräkna hur stora delar av kolförrådet och koldioxidupptaget som är skyddat.

Rapporteringskonventionen för kolpoolernas koldioxidupptag är att ett positivt värde innebär en nettoförlust av kol, medan ett negativ värde indikerar ett nettotillskott av kol. För ett markområdes totala koldioxidupptag innebär därmed ett positivt värde ett nettoutsläpp av växthusgaser från markområdet till atmosfären, medan ett negativ värde innebär ett nettoupptag av växthusgaser från atmosfären. I det första fallet utgör markområdet en kolkälla, i det senare en kolsänka.

De olika markerna (uttryckta i koder bestående av *Nationella Marktäckedatas* markanvändningskategorier (Naturvårdsverket, 2021b), *Stockholms stads biotopdatabas 2019:s* huvudklasser, biotopklasser eller markanvändningsattribut (Skånes, 2021)) delades in i elva s k Markklasser (se tabell 3 och 4, för respektive databas). Tre av dessa, *Byggnader*, *Vägar*, och *Övrig grå urban mark*, antas sakna kolförråd helt.

Markklassen *Övrig mark med lågt markkolinnehåll* består av marker som kan ha ett kolförråd i levande trädbiomassa men för vilka kolförrådet antas vara försumbart för övriga kolpooler. Marker som faller in i denna kategori är blockmarker, vägrenar samt mark som domineras av hållmark, grus och sand.

Markklassen *Odlad mark* inkluderar huvudklassen Odlingsmark (300) samt markanvändningskategorin Åkermark (3).

Markklassen *Öppen våtmark* inkluderar endast markanvändningskategorin Öppen våtmark (2).

Markklassen *Urban gräsmark, utan trädpåverkan* omfattar urbana gräsmarker som antas skötas på sådant sätt att organiskt material från omkringliggande markers eventuella träd i mycket hög grad städas undan från markerna. Gruppen inkluderar markanvändningsattributen Urban grönstruktur av gräskaraktär golf (504), Urban grönstruktur av gräskaraktär flygfält (509) och Fotbollsplan, tennisbana och especificerad idrottsplan (516 & 519).

Markklassen *Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan* inkluderar övriga urbana gräsmarker som domineras av öppna gräsytor i urban miljö (210 och Steg1-kod 201) samt marker av biotopklassen Åkerren mot väg (431). De urbana gräsyterna antas skötas på sådant sätt att organiskt material från träd städas undan, dock inte till lika hög grad som för markerna i klassen Urban gräsmark, utan trädpåverkan. För åkerrenar antas bidrag av organiskt material från omkringliggande markers eventuella träd vara lågt.

Biotopklasserna Urban grönstruktur av trädkaraktär (231 – 237) inom huvudklassen Urban grönstruktur (200) har en krontäckning på mer än 50%. I gruppen ingår såväl trädklädda villatomter och större parker som dungar inbäddade i den urbana miljön där bedömningen är att de utsätts för omfattande urban påverkan (Skånes, 2021). Med utgångspunkt från den höga krontäckningen tillhör dessa marker markklassen *Trädklädd mark, ej hävdad* tillsammans med marker tillhörande markanvändningskategorin Skog (1) i *Nationella Marktäckedata* och huvudklasserna Skogsmark (800) och Trädklädd mark (600) i *Stockholms stads biotopdatabas 2019*. För den sistnämnda, temporära huvudklassen Trädklädd mark (600) som antingen kan tillhöra huvudklassen Trädklädd hävdpräglad mark (700) eller huvudklassen Skogsmark (800), gjordes ett antagande om att dessa till allra största del tillhör huvudklassen Skogsmark (800). Detta antagande baseras på att tidigare flygbildstolkade ytor av huvudklass Trädklädd mark (600) främst överförts till huvudklass Skogsmark (800) (Hjorth, 2021).

Andelen marker inom markklassen Trädklädd mark, ej hävdad som inte är skogsmark kan grovt skattas som de marker av denna markklass vars sammanhållande areal är mindre än 0,5 ha (vilket motsvarar *Riksskogstaxeringens* minsta areal för skogsmark). Skattningen blir grov då beräkningen av sammanhållande arealer görs utifrån en karta (Hybridkartan) vars arealer av olika markanvändning generaliserats i tidigare produktionssteg (inom *Nationella Marktäckedata* och *Stockholms stads biotopdatabas 2019*). Trädklädd mark, ej hävdad som inte är skogsmark utgörs av mindre samlingar av träd och enstaka träd, inkluderande bl a alléer, parkträd, träd inom bostadsområden och gatuträd.

Markklassen *Hävdad mark* omfattar huvudklassen Trädklädd hävdpräglad mark (700) som utgörs av trädklädd mark som är präglad av bete eller slåtter, samt de i regel hävdpräglade gräsmarkerna (biotopklasserna 421 och 432 – 434).

Markklassen *Buskmark och intensivt skött urban eller öppen mark* inkluderar marker för vilken organiskt material från träd antas lämnas kvar på markerna i större omfattning än för de urbana gräsmarkerna. Gruppen inkluderar urbana marker av lummig karaktär som karakteriseras av låga fruktträd och blommande/bärande buskar (Biotopklass 220 och Steg1-kod 202), de urbana marker av naturtomtskaraktär som präglas av hållmarksmiljö och låga tallar (biotopklass 250 och Steg1-kod 250), huvudklassen Buskmark (500), Tät vassvegetation (biotopklass 470) och Övrig öppen våtmark (inkl. kärr och mosse) (biotopklass 460). Den sistnämnda biotopklassen (på sammanlagt 0,13 ha) är en felmatchning mellan de två underlagen *Nationella Marktäckedata* och *Stockholms stads biotopdatabas 2019*, ev orsakad av deras olika upplösning.

Tabell 3. Stockholms stads biotopdatabas 2019 enligt metodiken i BIOTOP Stockholms (Skånes, 2021) biotopklassers fördelning över markklasser.

Huvudklass	Markklass samt tillhörande biotopklass eller markanvändningsattribut ^{1, 2}
100 Urban gråstruktur	Byggnader: 110 Vägar: 141, 142, 150 Övrig grå urban mark: 101, 102, 120, 130
200 Urban grönstruktur	Trädklädd mark, ej hävdad: 231 – 237 Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan: 201 ² , 210 ² Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark: 202, 220, 205, 250 Urban gräsmark, utan trädpåverkan: 504 ² , 509 ² , 516 & 519 ² Övrig mark med lågt markkolinnehåll: 204, 240, 211 Byggnader: 212
300 Odlingsmark	Odlad mark: Samtliga biotopklasser inom huvudklassen 300 Odlingsmark.
400 Öppen mark	Hävdad mark: 421, 432 – 434 Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan: 431 Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark: 460, 470 Övrig mark med lågt markkolinnehåll: 411 – 413
500 Buskmark	Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark: Samtliga biotopklasser inom huvudklassen 500 Buskmark.
600 Trädklädd mark	Trädklädd mark, ej hävdad: Samtliga biotopklasser inom huvudklassen 600 Trädklädd mark.
700 Trädklädd hävdpräglad mark	Hävdad mark: Samtliga biotopklasser inom huvudklassen 700 Trädklädd hävdpräglad mark.
800 Skogsmark	Trädklädd mark, ej hävdad: Samtliga biotopklasser inom huvudklassen 800 Skogsmark.
Huvudklassöverskridande biotop	Övrig grå urban mark: 401 ¹

¹ De marker med biotopklasser som sammanfaller med markanvändningsattribut Pågående exploatering (401) räknas endast som marker av detta överlappande markanvändningsattribut tillhörande markklassen Övrig grå urban mark.

² De marker med biotopklasserna Urban grönstruktur av föreslagen öppen (gräs)karaktär (Steg1-kod) (201) eller Urban grönstruktur av öppen (gräs)karaktär (210) som sammanfaller med markanvändningsattribut Urban grönstruktur av gräskaraktär golf (504), Urban grönstruktur av gräskaraktär flygfält (509) eller Fotbollsplan, tennisplan eller ospecificerad idrottsplan (516 & 519) räknas endast som mark tillhörande det överlappande markanvändningsattributet.

Tabell 4. Nationella Marktäckedatas (Naturvårdsverket, 2021b) markanvändningskategoriers fördelning över markklasser.

Huvud-kategori	Underkategori 2	Markklass ¹
1 Skog	111 Tallskog utanför våtmark	<i>Hävdad mark:</i> De marker som ersätts av biotopklasser inom huvudklassen 700 Trädklädd hävdpräglad mark i Stockholms stads biotopdatabas 2019 ² <i>Trädklädd mark, ej hävdad:</i> Övriga marker
	112 Granskog utanför våtmark	
	113 Barrblandskog utanför våtmark	
	114 Lövblandade barrskog utanför våtmark	
	115 Triviallövskog utanför våtmark	
	116 Ädellövskog utanför våtmark	
	117 Triviallövskog med ädellövsinslag utanför våtmark	
	118 Temporärt ej skog utanför våtmark	
	121 Tallskog på våtmark	
	122 Granskog på våtmark	
	123 Barrblandskog på våtmark	
	124 Lövblandade barrskog på våtmark	
	125 Triviallövskog på våtmark	
	126 Ädellövskog på våtmark	
	127 Triviallövskog med ädellövsinslag på våtmark	
	128 Temporärt ej skog på våtmark	
2 Öppen våtmark		<i>Öppen våtmark</i>
3 Åkermark		<i>Odlad mark</i>
4 Övrig öppen mark	41 Övrig öppen mark utan vegetation	<i>Övrig mark med lågt markkolinnehåll</i>
	42 Övrig öppen mark med vegetation	Ingår ej utan ersätts med markanvändning enligt Stockholms stads biotopdatabas 2019 ²
5 Exploaterad mark	51 Exploaterad mark, byggnad	<i>Byggnader</i>
	52 Exploaterad mark, ej byggnad eller väg/järnväg	<i>Övrig grå urban mark</i>
	53 Exploaterad mark, väg/järnväg	<i>Vägar</i>

¹ De marker med markanvändningskategorier inom *Nationella Marktäckedata* (Naturvårdsverket, 2021b) som sammanfaller med markanvändningsattribut Pågående exploatering (401) räknas endast som detta överlappande markanvändningsattribut tillhörande markklassen Övrig grå urban mark, se tabell 3.

² Stockholms stads biotopdatabas 2019 enligt metodiken i BIOTOP Stockholm (Skånes, 2021).

Kolförråd i levande trädbiomassa beräknas utifrån *SLU Skogskarta*, med undantag för Byggnader, Vägar och Övrig grå urban mark som antas sakna trädvegetation helt. All mark ned till berggrunden antas ha schaktats bort under exploateringsfasen och ersatts med material med försumbart kolinnehåll. Därmed saknar dessa markklasser även kolpoolerna död ved, grov förna, årlig förna, organiskt humuslager och markkol.

För övriga markklasser beräknas kolförråd och koldioxidupptag för dött organiskt material och markkol enligt det ägoslag inom Växthusrapporteringen som markerna inom markklassen antas överensstämma mest med (se tabell 5). Dessa ägoslag är Skogsmark, Gräsmark (motsvarande *Riksskogstaxeringens* naturbetesmark), Odlingsmark (motsvarande *Riksskogstaxeringens* Åkermark), Våtmark och Bebyggd mark. Fyra av markklasserna överensstämmer väl med vart och ett ägoslag för samtliga kolpooler av typen dött organiskt material och markkol. Dessa markklasser är Trädklädd mark, ej hävdad, Hävdad mark, Odlad mark och Öppen våtmark som beräknas enligt Klimatrapporteringens respektive ägoslag Skogsmark, Gräsmark, Odlingsmark och Våtmark. För de marker på våtmark som tillhör markklasserna Trädklädd mark, ej hävdad eller Hävdad mark beräknas dock markkolets kolförråd och koldioxidupptag enligt ägoslaget Våtmark.

Markklassen Övriga marker med lågt markkolinnehåll antas ha ett försumbart kolförråd vad gäller dött organiskt material och markkol för minerogen mark. För organogen mark (såvida denna inte antas ha schaktats bort, se avsnitt 3.3.6. Markkol i organogena marker) beräknas markkolpoolen som för ägoslaget Gräsmark. Eventuell levande trädbiomassa beräknas utifrån *SLU Skogskarta*.

Kunskapsläget är lågt vad gäller markklassen Buskmark och extensivt skött urban buskmark eller öppen mark. Markklassen antas överensstämma mest med ägoslaget Gräsmark. Markklassen Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan antas även den överensstämma mest med Gräsmark vad gäller kolförråden årlig förna, organiskt humuslager och markkol. Däremot antas markerna hållas rena från död ved och grov förna i en utsträckning som är mer jämförbar med ägoslaget Odlingsmark.

Tabell 5. Markklasser och det ägoslag inom Klimatrapporteringen som de antas överensstämma mest med, med avseende på kolförråd och koldioxidupptag, samt beräkningsunderlag för kolförråd i levande biomassa. Gråmarkerade celler indikerar att kolförråd och koldioxidupptag antas saknas för den aktuella markklassen.

Markklasser	Levande biomassa	Kolpool			
		Död ved & Grov förna	Årlig förna & Organiskt humuslager	Minerogen mark	Organogen mark
Trädklädd mark, ej hävdad	SLU Skogskarta	Som skogsmark	Som skogsmark	Som skogsmark ¹	
Hävdad mark	SLU Skogskarta	Som gräsmark	Som gräsmark	Som gräsmark ¹	
Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark	SLU Skogskarta	Som gräsmark	Som gräsmark	Som gräsmark	
Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan	SLU Skogskarta	Som odlingsmark	Som gräsmark	Som gräsmark	
Urban gräsmark, utan trädpåverkan	SLU Skogskarta			Som gräsmark	
Odlad mark	SLU Skogskarta	Som odlingsmark	Som odlingsmark	Som odlingsmark	
Öppen våtmark	SLU Skogskarta	Som våtmark	Som våtmark	Som våtmark	
Övrig mark med lågt markkolinnehåll	SLU Skogskarta				Som gräsmark ²
Byggnader					
Vägar					
Övrig grå urban mark					

¹ Endast för marker utanför våtmark. För våtmarker av markklass Trädklädd mark, ej hävdad och Hävdad mark beräknas kolförråd och koldioxidupptag som för ägoslaget Våtmark

² Beräknas vara noll om marken domineras av hållmark eller antas ha schaktats bort i samband med exploatering för byggnation av närliggande väg eller bostadsområde.

3.3.1. Levande biomassa

SLU Skogskarta nyttjades för att beräkna kolförrådet i levande trädbiomassa i Stockholms stad. Detta kolförråd omfattar därmed den levande biomassan i träd på marker med en grundytavägd medelhöjd på minst 3 meter. Enligt ett stickprov på 752 representativa träd, inom *Riksskogstaxeringen* år 2015 till 2019, är biomassan under mark (rotdelar och stubbe) ca 25% av den totala trädbiomassan för såväl tall som gran och lövträd. Med ett antagande om en kolhalt på 50% (Naturvårdsverket, 2021a) kan därmed det totala kolförrådet i trädbiomassa beräknas utifrån *SLU Skogskarta*.

SLU Skogskartas raster för biomassa räknades om till ett raster med en upplösning på 10 X 10 m, enligt metoden Nearest Neighbour, för att matcha Hybridkartans upplösning. En nackdel med *SLU Skogskarta* är dock att byggnader och andra höga konstruktioner, tolkas som träd. Därför sattes biomassan till noll för marker med stor risk att innehålla sådana konstruktioner samtidigt som de inte, per definition, bör vara trädbevuxna. Dessa marker tillhör biotoper av huvudklassen Urban gråstruktur (100), biotopen Grönt tak: sedum, torv, gräs, örter, buskar mm (212), markanvändningskategorierna i *Nationella Marktäckedata* av typen Exploaterad mark (51, 52 och 53) samt markanvändningsattributet Pågående exploatering (401). För de nya celler som härstammar från de celler i *SLU Skogskarta* som är i kontakt med byggnader, justerades biomassan ned till den överlappande markanvändningens medianbiomassa, i de fall biomassan överskrider denna. Dessa medianer beräknades utifrån de rasterceller som ej härstammar från de celler i *SLU Skogskarta* som är i kontakt med byggnader. Värden för medianbiomassor samt deras sammanlagda bidrag till den totala levande biomassan i Stockholms stad redovisas i bilaga 3.

Notera att levande biomassa inom en rastercell kan tillhöra marker av en annan markanvändning än den som är i majoritet inom den aktuella cellen. Sådana fel i allokering av den levande biomassan till olika markanvändningar förstärks av skillnaden i upplösning hos *SLU Skogskarta* och *Nationella Marktäckedata*.

Trädens tillväxthastighet är åldersberoende och påverkas därtill av beståndets täthet p g a konkurrens om ljus. Utifrån *SLU Skogskarta* över Stockholms stads kommun beräknades den totala biomassan ovan mark för olika trädslag utifrån stamvolym (genom tillämpning av s k expansionsfaktorer) för olika beståndsåldrar med minsta kvadratmetoden. Då *SLU Skogskarta* för år 2015 saknar beståndsålder så användes beståndsåldern angiven i *SLU Skogskarta* för 2010 till vilket fem år kan adderas då det enligt *Skogliga grunddata* inte skett någon avverkning inom Stockholms stad under tidsperioden. Metoden upprepades för samtliga beståndsåldrar uppdelat i tioårs-intervall upp till 119 års ålder. Skogar med en beståndsålder på 120 år eller mer slogs ihop till en gemensam åldersgrupp. Om skillnaden i bidrag till den totala biomassan mellan två efterföljande tioårsintervall

var mindre eller lika med $0,02 \text{ ton ts m}^{-3}$ stamved, för samtliga trädslag, beräknades expansionsfaktorerna istället för beståndsåldrar inom detta tjugooårsintervall. Därefter användes *Riksskogstaxeringens* data över tillväxt på Skogsmark inom Stockholms län (1 189 st provytor, år 2001 till 2018) för att beräkna biomassatillväxt för olika trädslag vid olika beståndsåldrar, samt även utan hänsyn till beståndsålder. Det begränsade antalet provytor för vardera trädslag inom vissa åldersintervall medförde att ett tjugooårsintervall tillämpades för skogar under 119 år. Undantaget är ek som gavs ett första beståndsålderintervall på 0 till 59 år, då endast 12 provytor med ek med en beståndsålder under 60 år finns att tillgå i Stockholms län.

Utifrån den framtagna informationen om trädslagens bidrag till det totala koldioxidupptaget baserat på stamvolym, samt stamvedstillväxt på Skogsmark, kan årligt koldioxidupptag beräknas för varje rastercell som tillhör markklassen Trädklädd mark, ej hävdad utifrån angiven beståndsålder och de olika trädslagens stamvolymsandel av den totala stamvolymen. Data erhöles från *SLU Skogskarta 2015* samt *SLU Skogskarta 2010* (endast beståndsålder) efter omräkning till raster med en upplösning på 10 X 10 m enligt metoden Nearest Neighbour.

Framräknade expansionsfaktorer, stamvedstillväxt och koldioxidupptag av levande biomassa för olika trädslag vid olika beståndsåldrar presenteras i bilaga 4. För de celler för vilka biomassan ersatts med medianbiomassa används dock den överlappande markanvändningens mediankoldioxidupptag av levande biomassa istället. Dessa medianer beräknades utifrån de rasterceller som ej härstammar från de celler i *SLU Skogskarta* som är i kontakt med byggnader. Värden för mediankoldioxidupptag av levande biomassa redovisas i bilaga 5.

För att ta hänsyn till ev nyavverkade skogsmarker sattes beståndsåldern till 0 – 9 år för markanvändningskategorierna Temporärt ej skog (d v s markanvändningskategorierna 118 och 128) eller biotopklasserna med Skogsfasattributklassen Hygge och plantskog (d v s Biotopklasserna 818, 828, 838 och 848). För övriga marker utan angiven beståndsålder nyttjades de beståndsåldersoberoende resultaten för expansionsfaktorer och stamvedstillväxt. Skogsfasattributen Ung-medelålders skog (inklusive röjnings- och gallringsfas) samt Fullväxt till gammal skog bedömdes vara för grova för att kunna nyttjas för att förbättra skattningen ytterligare.

Koldioxidupptag av levande biomassa för markklassen Hävdad mark, där markerna har en trädhöjd över 5 meter och en krontäckning på mer än 10% (d v s marker av huvudklass Trädklädd hävdpräglad mark (700)) beräknades utifrån förändringen i kolförrådet i levande biomassa ovan och under mark hos motsvarande marker inom *Riksskogstaxeringen* (se tabell 6).

Notera att koldioxidupptag beräknas för samtliga marker med trädhöjd över 5 meter och en krontäckning på mer än 10%, vilket motsvarar 10 m^2 markyta skuggade av trädkronor inom varje rastercell på 100 m^2 . Koldioxidupptag beräknas

därmed även för bl a alléer, träd inom bostadsområden och enstaka gatuträd i exploaterad stadsmiljö, såvida dessa uppfyller kravet på höjd och sammanlagd krontäckning. Då *SLU Skogskarta* inte anger beståndsålder för trädbestånd av mindre arealer, beräknades koldioxidupptag för dessa utifrån de framtagna beståndsoberoende värdena för aktuellt trädslag eller kombination av trädslag enligt *SLU Skogskartas* volymsangivelser.

För övriga marker med en lägre trädhöjd och krontäckning sattes koldioxidupptaget av levande biomassa till noll. Dessa markers ev trädbestånd består av mindre träd. Små trädets tillväxt är låg, vilket medför att kolinlagringen hos dessa är liten.

Tabell 6. Beräkningsunderlag för koldioxidupptag av levande biomassa. Konfidensintervall (95%) anges inom parentes.

Markanvändnings-kategori inom Växthusgas-rapporteringen	Koldioxidupptag av levande biomassa (kg CO ₂ ha ⁻¹ år ⁻¹)	Källa och geografiskt område
Skogsmark	Biomassatillväxt vid olika beståndsåldrar beräknade utifrån stamvedstillväxt och expansionsfaktorer	<u>Källa stamvedstillväxt:</u> Riksskogstaxeringens 409 provytor på skogsmark i Stockholms län, 2001-2020. <u>Källa expansionsfaktorer:</u> SLU Skogskarta 2015 inom Stockholms stad
Gräsmark med trädhöjd >5 m och krontäckning på >10%	-4 634 (-3 602 – -5 665)	Biomassatillväxt för naturbetesmark 2003 – 2017, totalt 55 värden för 30 st av Riksskogstaxeringens provytor inom Uppsalas, Stockholms och Södermanlands län
All övrig mark	0	

3.3.2. Död ved och grov förna

Medelvärdet för kolförrådet i död ved år 2020 uppdelat på olika typer av markanvändningskategorier beräknades utifrån *Riksskogstaxeringens* samtliga provytor (se tabell 7). Kolförråd i grov förna beräknades utifrån antagandet att den motsvarar 15% av den döda vedens förråd (Naturvårdsverket, 2021). Årligt koldioxidupptag beräknades utifrån skillnader i kolförråd mellan år 2020 och 2015 (se tabell 8).

Tabell 7. Beräkningsunderlag för kolförråd hos död ved och grov förna.

Markanvändningskategori inom Växthusgas-rapporteringen	Kolförråd i död ved (kg C ha ⁻¹)	Kolförråd i grov förna (kg C ha ⁻¹)	Geografiskt område
Gräsmark	99	15	Sverige
Odlingsmark	13	2	Sverige
Skogsmark	1 343	202	Sverige
Våtmark	47	7	Sverige

Tabell 8. Beräkningsunderlag för koldioxidupptag av död ved och grov förna.

Markanvändningskategori inom Växthusgas-rapporteringen	Koldioxidupptag av död ved (kg CO ₂ ha ⁻¹ år ⁻¹)	Koldioxidupptag av grov förna (kg CO ₂ ha ⁻¹ år ⁻¹)	Geografiskt område
Gräsmark	-24	-4	Sverige
Odlingsmark	-2	0	Sverige
Skogsmark	-172	-26	Sverige
Våtmark	-2	0	Sverige

3.3.3. Årlig förna

Medelvärde för kolförrådet i årlig förna för Skogsmark beräknades utifrån *Markinventeringens* provtytor inom Stockholms län perioden 2003 till 2012 (se tabell 9). För gräsmark är antalet provtytor litet varför den geografiska avgränsningen utökades till att omfatta även Uppsalas och Södermanlands län. Dessa värden användes vid beräkning av årlig förna i Stockholms stad. För markklasserna med få eller inga träd på markerna (d v s Urban gräsmark, utan trädpåverkan, Odlad mark, Öppen våtmark, Övrig mark med lågt kolinnehåll, Byggnader, Vägar och Övrig grå urban mark) antas årlig förna vara försumbar.

Årlig förna antas vara i balans, d v s det årliga koldioxidupptaget antas motsvara det årliga förnafallets totala kolinnehåll (se tabell 10).

Tabell 9. Beräkningsunderlag för kolförråd hos årlig förna. Konfidensintervall (95%) anges inom parentes.

Markanvändnings-kategori inom Växthusgas-rapporteringen	Kolförråd i årlig förna (kg C ha ⁻¹)	Antal provytor	Geografiskt område
Gräsmark	340 (156 – 523)	26	Uppsalas, Stockholms och Södermanlands län
Skogsmark	1 160 (1 110 – 1 210)	490	Stockholms län

Tabell 10. Beräkningsunderlag för koldioxidupptag av årlig förna.

Markanvändningskategori inom Klimatrapporteringen	Koldioxidupptag av årlig förna (kg CO ₂ ha ⁻¹ år ⁻¹)
Gräsmark	0
Skogsmark	0

3.3.4. Organiska humuslager

Medelvärde för kolförrådet i de minerogena markernas organiska humuslager beräknades utifrån Markinventeringens provytor, denna kolpool innehåller även fin förna (levande rötter <2 mm). För skogsmark ingår 59 provytor i Stockholms län. Av dessa har 35 st ett organiskt humuslager av mårtyp (medelvärde 35 ton C ha⁻¹ med konfidensintervall 22 – 49 ton C ha⁻¹). Resterande 24 provytor saknar organiskt humuslager. Humusformen för dessa marker är istället mull eller mulliknande moder. Kolinnehållet i sådana humusformer omfattas av kolpoolen markkol. Vid beräkning av de minerogena skogsmarkernas kolförråd i organiska humuslager användes medelvärde för samtliga 59 provytor (20 978 kg C ha⁻¹) (se tabell 11), där 24 st alltså har värdet noll.

För beräkning av kolförrådet i gräsmarkers organiska humuslager inkluderades samtliga 38 provytor i Svealands län under inventeringsperioden 2003 till 2012. Medianvärdet för dessa var dock noll då majoriteten av dessa hade humuslager av typen mull eller mulliknande moder. Denna kolpool saknas således för gräsmarker och det sker därmed inget koldioxidupptag för gräsmarker i denna pool. Kolpoolen antas även saknas för markklasserna Byggnader, Vägar och Övrig grå urban mark.

Koldioxidupptag av organiska humuslager på Skogsmark beräknades utifrån skillnader i kolförråd år 2020 och 2015. Medelvärde för skogsmark var 18 187 CO₂ ha⁻¹ år⁻¹ men det 95%-iga konfidensintervallet var mycket brett (-660 – 37 033 CO₂ ha⁻¹ år⁻¹) och fördelningen mycket skev. Då medianvärdet för koldioxidupptaget var noll antas kolpoolen istället vara i balans, d v s kolavgång till följd av nedbrytning av humus antas motsvara inflödet av kol från förna (se tabell 12).

Tabell 11. Beräkningsunderlag för kolförråd hos organiska humuslager. Konfidensintervall (95%) anges inom parentes.

Markanvändnings-kategori inom Växthusgas-rapporteringen	Kolförråd i organiska humuslager (kg C ha ⁻¹)	Antal provytor	Geografiskt område
Skogsmark	20 978	59	Stockholms län
Gräsmark	0	38	Svealand

Tabell 12. Beräkningsunderlag för koldioxidupptag av organiska humuslager.

Markanvändnings-kategori inom Växthusgas-rapporteringen	Koldioxidupptag av organiska humuslager (kg CO ₂ ha ⁻¹ år ⁻¹)	Antal provytor	Geografiskt område
Skogsmark	0	67	Stockholms län
Gräsmark	0		

3.3.5. Markkol i minerogena marker

Medelvärde för kolförrådet i markkol för Skogsmark beräknades utifrån *Markinventeringens* provytor inom Stockholms län perioden 2003 till 2012 (se tabell 13).

För gräsmark har kolförrådet beräknats tidigare (Ståhlberg m fl, 2010) utifrån 222 provytor inom *Markinventeringen* perioden 1993 till 2002 (se tabell 13).

För odlingsmark beräknades kolförrådet utifrån kolhalter (% organiskt kol) enligt *Mark- och grödoinventeringen* samt den funktion för skattning av skrymdensitet utifrån kolhalt i åkerjord i Mälardalen (se formel 1) som tagits fram under omdrev 2 av *Mark- och grödoinventeringen* (Eriksson m fl, 2010).

$$\text{Skrymdensitet} = 1,632 - 0,126 * \text{kolhalt} \quad (\text{formel 1})$$

För matjord användes medelvärdeskolhalten för Stockholms län (2,2%) enligt *Mark- och grödoinventeringen* perioden 2011 till 2017 (Eriksson m fl, 2021) och för alv mediankolhalt på djupet 20 – 40 cm (1,4%) och djupet 40 – 60 cm (0,6%) för åkerjordar i Sverige år 2003 (Eriksson m fl, 2010) (se tabell 13).

Koldioxidupptag av våtmarker ingår inte i Klimatrapporteringen eftersom våtmarker är obrukade och dess utsläpp och upptag av växthusgaser därmed inte påverkas av mänsklig aktivitet (Naturvårdsverket, 2021). Därför användes IPCC:s (Intergovernmental Panel on Climate Change) schablonvärden för ett kolförråd ned till 30 cm för våtmark under kallt, tempererat fuktigt klimat (IPCC, 2014). Kolförrådet ned till 50 cm beräknades utifrån ett antagande om en homogen kolhalt i jordprofilen ned till 50 cm (se tabell 13).

Marker som domineras av hållmark antas helt sakna jordlager. Dessa är biotopklasserna Trädklädd hävdpräglad hållmark, berg i dagen (711), Öppen

hällmark/ berg i dagen (411) och Urbana marker av naturtomtskaraktär som präglas av hällmarksmiljö och låga tallar (250 och Steg1-kod 205). Sådan mark återfinns även inom markanvändningskategorin Öppen mark utan vegetation (41) (till 11% enligt överlapp med *Stockholms stads biotopdatabas 2019* (Skånes, 2021)). Dessa marker tillhör markklassen Övrig mark med lågt markkolinnehåll för vilka markkolsförrådet i minerogena marker antas vara försumbart och sätts till noll.

För gräsmark och skogsmark beräknades det årliga koldioxidupptaget utifrån skillnader i kolförråd sedan senaste inventeringsperioden (2003 – 2012) för de permanenta provytor som blivit inventerade under pågående inventeringsperiod (2013 – 2022) (se tabell 14).

För odlingsmark användes det genomsnittliga koldioxidupptaget för produktionsområde 4 som, förutom Stockholms län, även omfattar Uppsalas, Västmanlands och Södermanlands län (se tabell 14). Inom Klimatrapporteringen simuleras kolförrådsförändringar i odlingsmark per produktionsområde med ICBM-modellen (Naturvårdsverket 2021c).

För våtmarker på minerogena marker nyttjades de schablonvärden som anges inom IPCC för naturliga minerogena våtmarker i den tempererade klimatzonen, $136 \pm 83 \text{ kg CH}_4 \text{ ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ (IPCC, 2014). Omräkning till enheten $\text{kg CO}_2\text{-ekv. ha}^{-1} \text{ år}^{-1}$ görs med omvandlingsfaktorn 25 (Naturvårdsverket, 2021c) (se tabell 14).

Tabell 13. Beräkningsunderlag för kolförråd i markkol hos minerogen mark. Konfidensintervall (95%) anges inom parentes.

Markanvändningskategori enligt Växthusgas-rapporteringen	Kolförråd i markkol (ton C ha ⁻¹)	Djup (cm)	Antal prov- ytor	Källa	Geografiskt område
Gräsmark, ej våtmark	91 ¹	0 – 50	222	Ståhlberg m fl, 2010: tabell 6	Hela Sverige
Odlingsmark, matjord	60 (56 – 64)	0 – 20	65	Eriksson m fl, 2010 & 2021	Stockholms län
Odlingsmark, alv 20 – 50 cm	50	20 – 50	507	Eriksson, m fl, 2010	Hela Sverige
Skogsmark, ej våtmark	78 (65 – 91)	0 – 50	59	Markinventeringen, 2003 – 2012	Stockholms län
Våtmark (inkl. Öppen våtmark, Skogsmark & Gräsmark)	128 (111 – 145)	0 – 30	42	IPCC, 2014: tabell 5.2	Kallt tempererat fuktigt klimat

Tabell 14. Beräkningsunderlag för koldioxidupptag av markkol hos minerogen mark. Konfidensintervall (95%) anges inom parentes.

Markanvändningskategori	Koldioxidupptag av markkol (kg CO ₂ -ekv. ha ⁻¹ år ⁻¹)	Antal provytor/ lokaler	Källa	Geografiskt område
Gräsmark	92 (- 695 – 811) ²	62 provytor	Markinventeringen, 2003– 2020	Hela Sverige
Odlingsmark	400 (330 – 470)		Klimatrapporteringen	Produktionsområde 4, 1990-2020
Skogsmark	-1 268 (-3 718 – 1 104)	35 provytor	Markinventeringen, 2003 – 2020	Stockholms län
Våtmark (inkl. Öppen våtmark, Skogsmark & Gräsmark)	3 400 (1 325 – 5 475)	8 lokaler	IPCC, 2014: tabell 5A2.2	Tempererat klimat

¹ Konfidensintervall redovisas fördelat över olika kronträkningsgrad i Ståhlberg m fl (2010).

² Kompletterat intervall.

3.3.6. Markkol i organogena marker

Från SGU:s databas *Torvlagerföljder* erhöles ett medeldjup på 2,2 meter för torv baserat på 62 provplatser inom Stockholms län. Kolförrådet i den organogena markprofilen beräknades utifrån medelvärden på volymvikter samt kolhalter på två olika djup ned till 50 cm utifrån ca en tredjedel av *Markinventeringens* provytor (se tabell 15). För beräkning av kolförråd på torvdjup på mer än 50 cm användes samma volymvikt och kolhalt som för djupet 30 – 50 cm.

Förutom markklasserna Byggnader, Vägar och Övrig grå urban mark antas även ytterligare några biotopklasser tillhörande andra markklasser sakna torvjord, antingen genom antagande om att marken schaktats bort under exploatering eller för att marken domineras av hållmark. Dessa biotopklasser är Urban grönstruktur av grå karaktär (240 och Steg1-kod 204), Vägren/slänt (211), Urbana marker av naturtomtskaraktär (250 och Steg1-kod 205) som präglas av hållmarksmiljö och låga tallar, Öppen hållmark/ berg i dagen (411) och Trädklädd hävdpräglad hållmark, berg i dagen (711). Inga av de hållmarker inom markanvändningskategorin Öppen mark utan vegetation (41) (enligt *Stockholms stads biotopdatabas 2019* (Skånes, 2021)) sammanföll med torv enligt *SGU:s Jordartsdatabas*. Dessutom antas eventuell ytlig torv på marker med Urban grönstruktur av gräskaraktär golf (504) och Fotbollsplan, tennisbana och ospecificerad idrottsplan (516 & 519) ha försvunnit i samband med markberedning för dessa typer av markanvändning. Markkolsförrådet för dessa två typer av markanvändning beräknades därför som om de vore minerogena marker även om de sammanföll med ytlig torv enligt *SGU:s Jordartsdatabas*.

Tabell 15. Beräkningsunderlag för kolförråd i markkol hos organogen mark.

Torvdjupstyp	Torvdjup (m)	Kolförråd i markkol (kg C ha ⁻¹)
Tunna ytlager	0,5	209 379
Grundlager vars jorddjup begränsas till 1 meter enligt SGU:s Jorddjupsmodell	1	448 824
Övriga grundlager	2,2	1 023 492

För koldioxidupptag av markkol hos organogen mark nyttjades de emissionsfaktorer och dikesfraktioner som används inom Klimatrapporteringen (Naturvårdsverket, 2021a) (se tabell 16 och 17, för dränerad mark respektive våtmark). För dränerad organogen mark inkluderas den emission av metan som sker från dräneringsdiken för vilken arealen beräknas utifrån dikesfraktionen. Andelen dike av den totala arealen dränerad mark antas vara 0,025 för skogsmark och 0,05 för gräsmark och odlingsmark. Emissioner av lustgas från dränerad odlingsmark

ingår inte i LULUCF utan rapporteras istället inom Klimatrapporteringens jordbrukssektor. Här inkluderas dock även denna emission då den är kopplad till markanvändning.

För omräkning av emissionsfaktorerers enheter till koldioxidekvivalenter används omvandlingsfaktorerna 25 och 298 för metan respektive lustgas (Naturvårdsverket, 2021c), samt att 1 kg N₂O-N motsvarar 44/28 kg N₂O och 1 kg CO₂-C motsvarar 44/12 kg CO₂.

Tabell 16. Emissionsfaktorer för markkol hos organogen dränerad mark. Konfidensintervall (95%) anges inom parentes. N anger antalet lokaler som emissionsfaktorn är baserad på.

Ägoslag	Emissionsfaktorer					Effektiv emissionsfaktor (kg CO ₂ -ekv. ha ⁻¹ år ⁻¹)
	ton CO ₂ -C ha ⁻¹ år ⁻¹	kg N ₂ O-N ha ⁻¹ år ⁻¹	kg CH ₄ ha ⁻¹ år ⁻¹	Dike kg CH ₄ ha ⁻¹ år ⁻¹	DOC ¹ ton CO ₂ -C ha ⁻¹ år ⁻¹	
Gräsmark	2,6 (2,0 – 3,3; N=8)	2,8 (-0,57 – 6,1; N=13)	2,5 (-0,6 – 5,7; N=13)	217 (41 – 393; N=11)	0,1009 (0,0814 – 0,1203; N=7)	11 131
Skogsmark	2,6 (2,0 – 3,3; N=8)	2,8 (-0,57 – 6,1; N=13)	2,5 (-0,6 – 5,7; N=13)	217 (41 – 393; N=11)	0,0998 (0,0956 – 0,1039; N=149)	10 981
Odlingsmark	6,1 (0,8 – 8,3 ² ; N=45)	13 (8,2 – 18; N=36)	0 (-2,8 – 2,8; N=38)	1 165 (335 – 1 995; N=5)	0,12 (0,07 – 0,19)	28 906

Tabell 17. Emissionsfaktorer för markkol hos organogen våtmark. Konfidensintervall (95%) anges inom parentes. N anger antalet lokaler som emissionsfaktorn är baserad på.

Näringsstatus	Emissionsfaktorer				Effektiv emissionsfaktor (kg CO ₂ -ekv. ha ⁻¹ år ⁻¹)
	ton CO ₂ -C ha ⁻¹ år ⁻¹	kg N ₂ O-N ha ⁻¹ år ⁻¹	kg CH ₄ ha ⁻¹ år ⁻¹	DOC ton CO ₂ -C ha ⁻¹ år ⁻¹	
Rik	0,5 (-0,71 – 1,71; N=15)	0	288 (0 – 1141; N=37)	0,08 (0,06 – 0,11; N=10)	9 327
Fattig	-0,23 (-0,64 – 0,18; N=43)	0	123 (4 – 593; N=42)	0,08 (0,06 – 0,11; N=10)	2 525

¹ Löst organiskt kol.

² Kompletterat intervall.

4. Resultat

4.1. Skog och mark i Stockholms Stad

4.1.1. Markanvändning

Enligt *Nationella Marktäckedata* omfattar Stockholms stads kommun en total landyta på 18 834 ha (Se tabell 18). Markanvändningen utgörs av ungefär lika delar skogsmark (38,7%) som exploaterad mark (36,5%). En stor del av kommunen (21,6%, 4 070 ha) kategoriseras som den breda markanvändningskategorin Övrig öppen mark med vegetation (42). En mer detaljerad beskrivning av markanvändning, kolförråd och koldioxidupptag inom denna markanvändningskategori redovisas i bilaga 6, då dessa resultat kan vara av intresse för kommuner som saknar biotopkarta.

Av de byggnader i *Stockholms stads baskartas byggnadslager* som inte finns representerade i *Nationella Marktäckedata*, var 69 ha av sådan form och storlek att de finns representerade på hybridkartan och kategoriseras där som Exploaterad mark, byggnad (51).

Samtliga markanvändningskategorier och deras motsvarande koder och arealer redovisas i bilaga 1.

Tabell 18. Arealer av markanvändningskategorier inom Stockholms stad enligt Nationella Marktäckedata (Naturvårdsverket, 2021b).

Markanvändningskategori	Areal (ha)	Andel av landarealen (%)
2 Öppen våtmark	89	0,5
3 Åkermark	204	1,1
41 Övrig öppen mark utan vegetation	313	1,7
42 Övrig öppen mark med vegetation	4 070	21,6
51 Exploaterad mark, byggnad	2 186	11,6
52 Exploaterad mark, ej byggnad eller väg/järnväg	1 684	8,9
53 Exploaterad mark, väg/järnväg	2 999	15,9
Exploaterad mark (51-53), totalt	6 869	36,5
111 Tallskog (utanför våtmark)	989	5,3
112 Granskog (utanför våtmark)	68	0,4
113 Barrblandskog (utanför våtmark)	418	2,2
114 Lövblandad barrskog (utanför våtmark)	1 157	6,1
115 Triviallövskog (utanför våtmark)	2 075	11,0
116 Ädellövskog (utanför våtmark)	1 522	8,1
117 Triviallövskog med ädellövsinslag (utanför våtmark)	982	5,2
118 Temporärt ej skog (utanför våtmark)	11	0,1
121 Tallskog (på våtmark)	0	0,0
122 Granskog (på våtmark)	1	0,0
123 Barrblandskog (på våtmark)	2	0,0
124 Lövblandad barrskog (på våtmark)	6	0,0
125 Triviallövskog (på våtmark)	57	0,3
126 Ädellövskog (på våtmark)	0	0,0
128 Temporärt ej skog (på våtmark)	0	0,0
Skogsmark (111-128), totalt	7 289	38,7
Stockholms stad totalt	18 834	100

4.1.2. Markklasser

Tre hektar som *Nationella Marktäckedata* kategoriserade som landyta kategoriseras av Hybridkartan som vatten. Enligt Hybridkartan omfattar därmed Stockholms stads kommun en total landyta på 18 831 ha (se tabell 19). Sett över hela Stockholms stad var markklassen Trädklädd mark, ej hävdad störst med drygt 40% av landytan, vilket är något mer än markklasserna Byggnader, Vägar och Övrig urban mark tillsammans (39%) (se tabell 19 och figur 2). Grovt skattat är 78% (5 932 ha) av markklassen Trädklädd mark, ej hävdad skogsmark. Lägst

markandel inom kommunen har markklassen Öppen våtmark och Urban gräsmark, utan trädpåverkan, vardera 0,5% av markerna.

Större sammanhängande områden av markklassen Trädklädd mark, ej hävdad ligger främst inom naturreservat, som t ex Hansta naturreservat i nordost, Flatens naturreservat i sydost och Grimsta naturreservat i nordväst, samt även Kungliga nationalstadsparken i öster. Majoriteten av de öppna våtmarkerna är även de lokaliserade inom skyddade områden. De största sammanhängande områdena av Odlad mark och Hävdad mark ligger inom Igelsta kulturresevat respektive på Gärdet. Störst område Urban gräsmark, utan trädpåverkan utgörs av flygfältet vid Bromma flygplats. Markklasserna Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan och Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark ligger till övervägande del insprängt inom bostadsområden. Inom kommunen finns ett flertal större sammanhängande områden av markklassen Övrig grå urban mark. Det största området, med Gamla Stan i centrum, sträcker sig över stadsdelarna Kungsholmen, Vasastaden, Norrmalm, Östermalm, och Södermalm.

Tabell 19. Arealer av markklasser inom Stockholms stad.

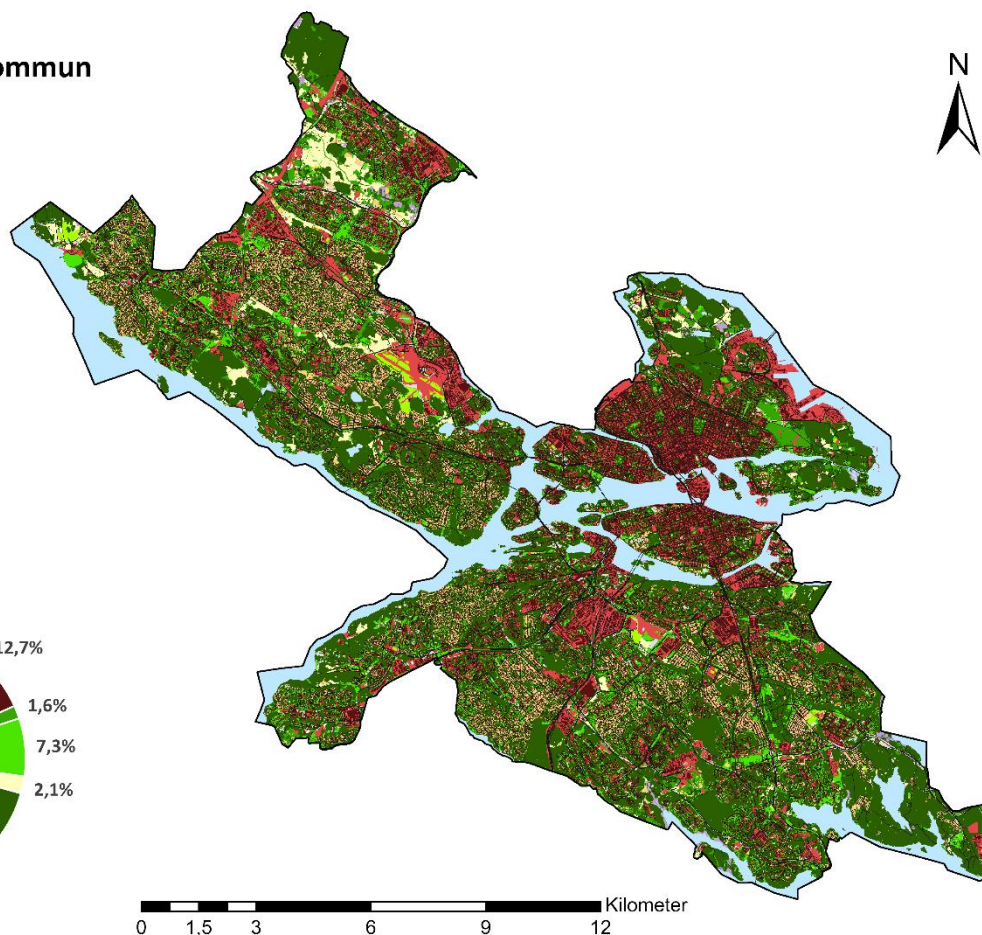
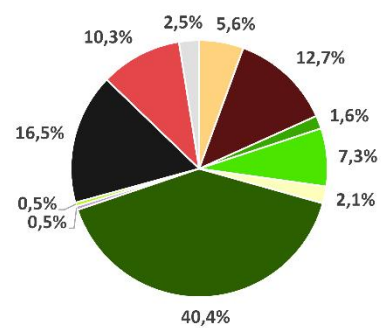
Markklass	Areal (ha)	Andel av landarealen (%)
Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark	1 052	5,6
Byggnader	2 389	12,7
Hävdad mark	310	1,6
Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan	1 374	7,3
Odlad mark	402	2,1
Trädklädd mark, ej hävdad	7 617	40,4
Urban gräsmark, utan trädpåverkan	91	0,5
Öppen våtmark	87	0,5
Vägar	3 099	16,5
Övrig grå urban mark	1 935	10,3
Övrig mark med lågt markkolinnehåll	475	2,5
Totalt	18 831	100

Stockholms stads kommun

Markklass

- Trädklädd mark, ej hävdad
- Hävdad mark
- Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan
- Urban gräsmark, utan trädpåverkan
- Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark
- Odlad mark
- Öppen våtmark
- Övrig mark med lågt markkolinnehåll
- Byggnader
- Vägar
- Övrig grå urban mark

Andel av landareal:



Figur 2. Markklassernas fördelning inom Stockholms stad.

4.2. Markegenskaper

De minerogena markerna utgör 99,1% av landarealen (18 576 ha). Av dessa är 99,6% utanför våtmark (se tabell 20 och figur 3). Sammanlagt 77 ha är hållmark (0,4%). Fördelningen av minerogen mark, på och utanför våtmark, för olika typer av markanvändning redovisas i bilaga 1.

Tabell 20. Arealer av minerogen mark av olika dräneringsstatus inom Stockholms stad.

Dräneringsstatus	Areal (ha)	Andel av minerogen mark (%)
Utanför våtmark	18 493	99,6
På våtmark	83	0,4
Totalt	18 576	
Andel av landytan (%)	99,1	

Majoriteten av de organogena markerna (73%) bedöms ha ett djup på 2,2 meter (se tabell 21). En mycket liten andel av de organogena markerna (2%) begränsas i djupled av *SGU:s Jorddjupsmodell*. Resterande organogena jordar är ytliga torvjordar. För knappt 10 hektar av de marker som enligt *SGU:s Jordartsdatabas* är torv antas torven ha schaktats bort i samband med exploatering. Fördelningen organogen mark av olika djup för olika typer av markanvändning redovisas i bilaga 1.

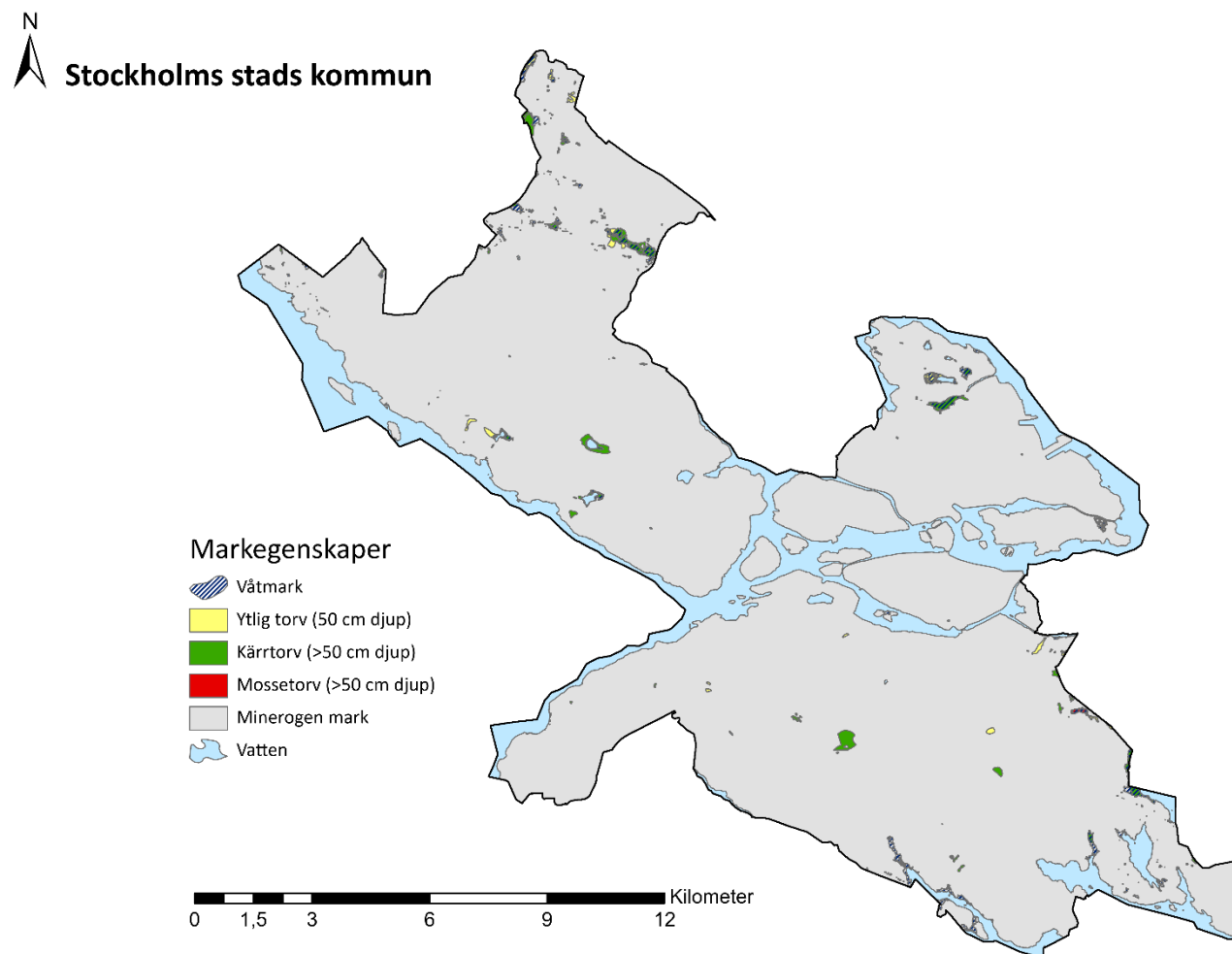
Tabell 21. Arealer av organogen mark av olika djup inom Stockholms stad.

Djupkategori	Enligt beräkningsunderlag (ha)	Andel av organogen mark (%)	Bortschaktad areal organogen mark (ha)
Ytliga (0,3 m)	42	24,9	2
Begränsat djup (1 m)	4	2,2	0
Djupa (2,2 m)	123	73,0	8
Totalt	168		10
Andel av landytan (%)	0,9		0,1

Grundlagrets torvjordar var till 97% kärrtorv. Samtlig yttlig torvjord antas därför även den vara näringsrik. Endast 2% av torvjordarna räknas därmed som fattiga i beräkningsunderlaget (se tabell 22 och figur 4). Av samtliga organogena marker ligger en något större andel utanför än på våtmark. Större delen av den organogena marken utanför våtmark utgörs av Trädklädd mark, ej hävdad (64 ha, 66%) medan odlad organogen mark uppgick till 11 ha (11%) (se bilaga 1). Fördelningen av organogen mark av olika näringsstatus på och utanför våtmark redovisas för olika markanvändningskategorier i bilaga 1.

Tabell 22. Arealer av organogen mark av olika närings- och dräneringsstatus inom Stockholms stad.

Närings- och dräneringsstatus	Enligt beräkningsunderlag (ha)	Andel av organogen mark (%)	Bortschaktad areal organogen mark (ha)
Rik utanför våtmark	96	56,8	9
Rik på våtmark	69	40,9	0
Fattig utanför våtmark	1	0,5	0
Fattig på våtmark	3	1,8	0
Totalt	168		10
Andel av landytan (%)	0,9		0,1



Figur 3. Fördelning av våtmarker och torvmarker inom Stockholms stad.

4.3. Kolförrådet i skog och mark

Det totala kolförrådet i Stockholms stads skog och mark beräknades till 1 729 kton kol (se tabell 23 och figur 4). Över hälften av kolförrådet finns i markkolspoolen (60%, 1 030 kton C) och 30% i levande trädbiomassa (520 kton C).

Majoriteten av kolförrådet finns på minerogen Trädklädd mark, ej hävdad (71%, 1 232 kton C) (se tabell 23 och figur 5), främst beroende på dess stora areal (40% av landytan) samt ett jämförelsevis högt kolförråd per ytenhet i såväl levande biomassa som dött organiskt material. Av kolförrådet på Trädklädd mark, ej hävdad skattades att 82% (1 087 kton C) lagras på skogsmark och resten (18%, 242 kton C) på övrig ej hävdad trädklädd mark. Bidraget från övriga markklasser är relativt litet. Näst störst del av kolförrådet finns på minerogen Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan (8%, 139 kton C).

Notera att levande biomassa inom en rastercell kan tillhöra andra markklasser än den som är i majoritet inom den aktuella cellen. Levande biomassa för en cell som registrerats som Urban gräsmark, utan trädpåverkan växer t ex alltid på mark av annan markklass.

Räknat per ytenhet är kolförrådsinnehållet allra störst på organogen mark (jämför figur 5 och 6), med i genomsnitt 872 ton C ha⁻¹. En torvmark av medeldjup (d v s 2,2 m) innehåller i medeltal mer än 13 gånger så mycket markkol som en minerogen Trädklädd mark, ej hävdad. Eftersom de organogena markerna endast upptar 0,9% av landytan är dock deras bidrag till det totala kolförrådet endast 8,5% (se tabell 23).

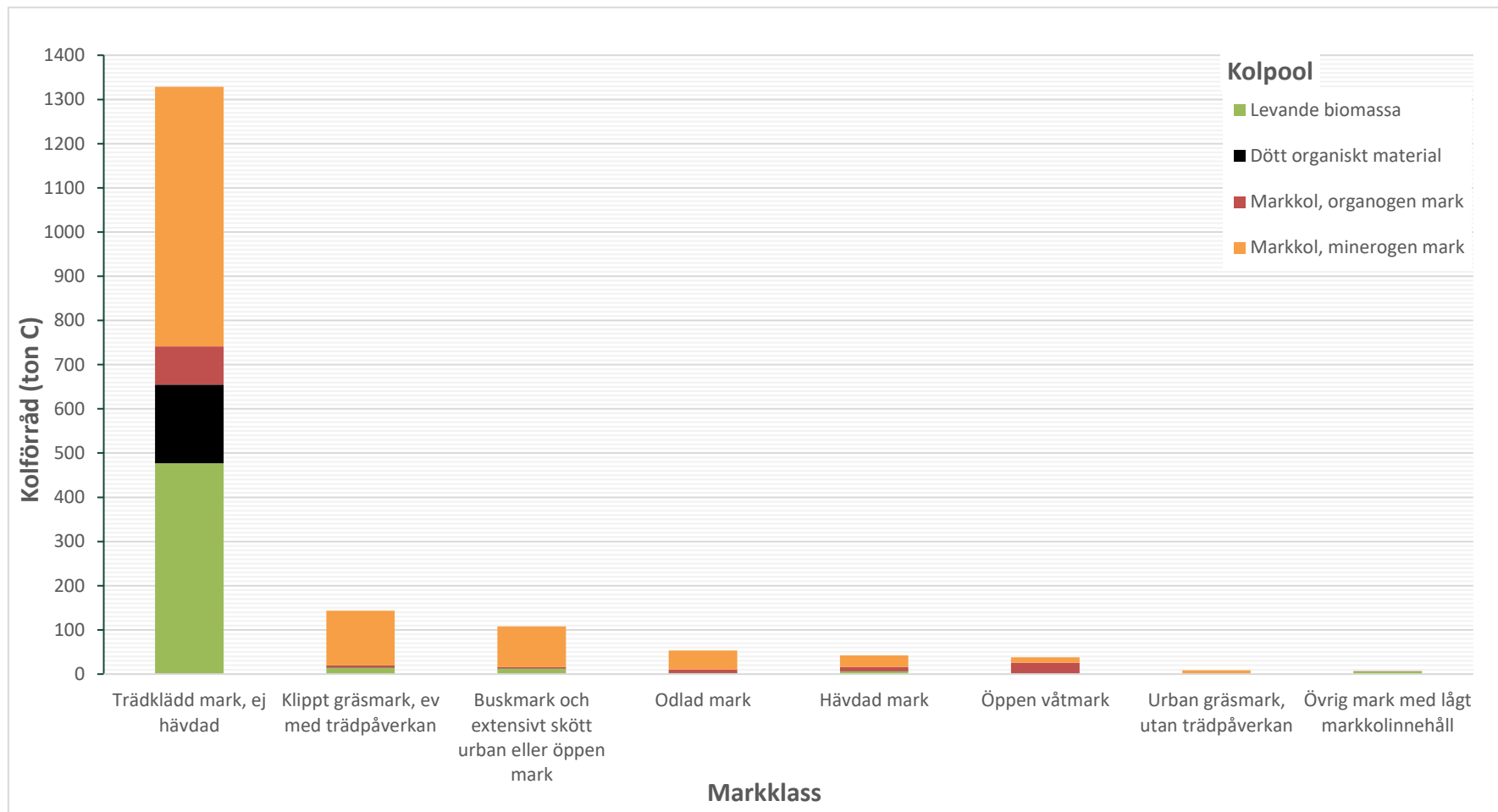
Geografisk fördelning av kolförråd per ytenhet fördelat över de olika markklasserna totalt och uppdelat i kolpoolerna levande biomassa, dött organiskt material och markkol presenteras i figur 7 till 10. Dessa figurer visar bl a dominansen av markklass Trädklädd mark, ej hävdad vad gäller kolförråd per ytenhet i levande biomassa och dött organiskt material (jämför figur 8 och 9 med figur 2), de organogena markernas dominans vad gäller markkol (jämför figur 10 med figur 3) samt hur viktiga dessa två typer av marker är för det sammanlagda kolförrådet i varje rastercell (jämför figur 7 med figur 2 och 3).

Tabell 23. Kolförråd i Stockholms stad fördelat på marktyper, markklasser och deras kolpooler. Andel av totalt kolförråd (%) anges inom parentes.

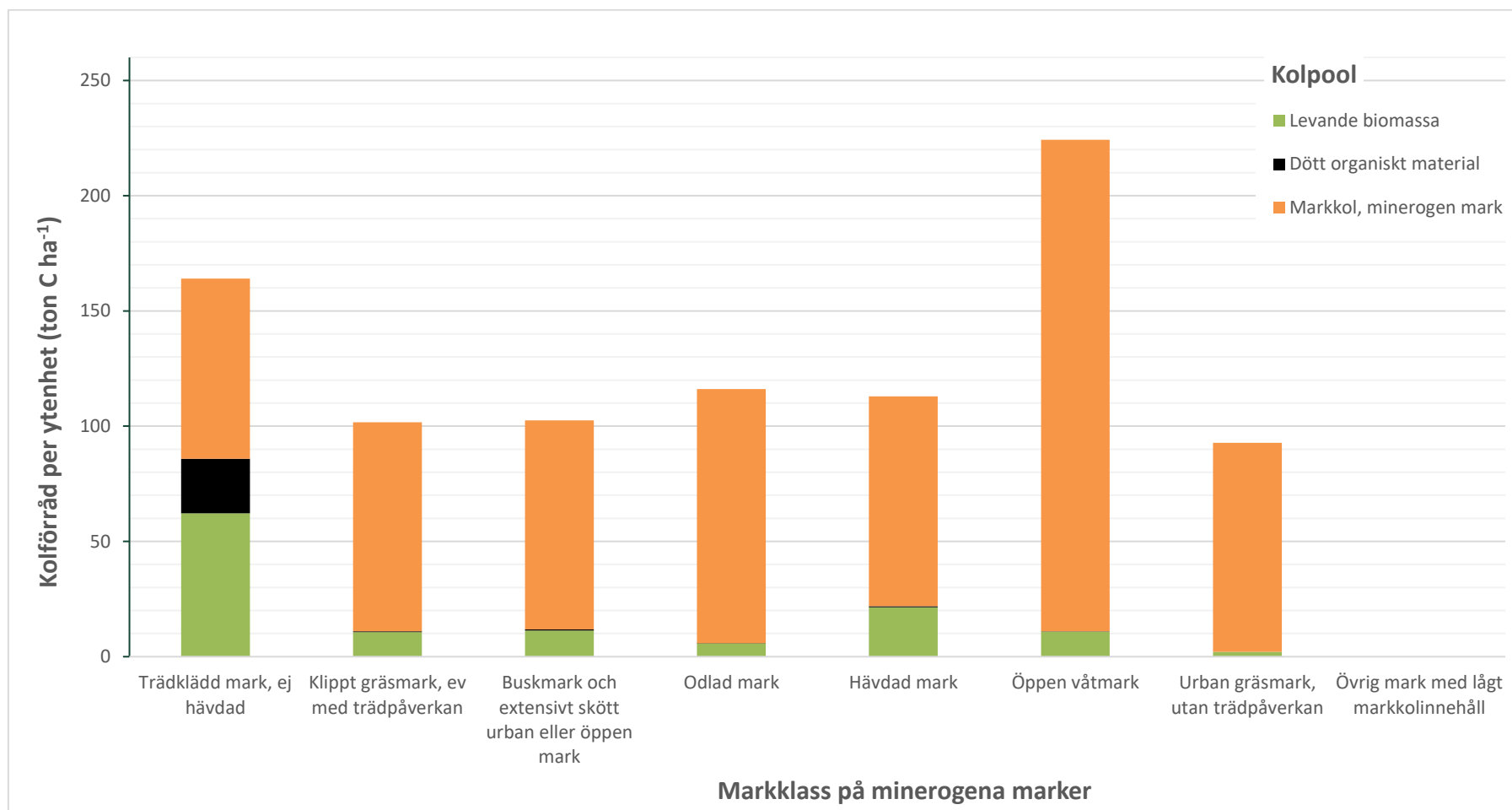
Marktyp	Markklass	Areal (ha)	Levande biomassa (ton C)	Dött organiskt material (ton C)	Markkol (ton C)	Totalt kolförråd (kton C)	Genomsnittligt kolförråd per ytenhet (ton C ha ⁻¹)
Minerogen mark	Trädklädd mark, ej hävdad	7 511	467 183 (27,0)	177 888 (10,3)	587 094 (33,9)	1 232 (71,2)	164
	Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan	1 369	14 597 (0,8)	486 (0,0)	124 143 (7,2)	139 (8,1)	102
	Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark	1 019	11 618 (0,7)	463 (0,0)	92 446 (5,3)	105 (6,0)	103
	Odlad mark	391	2 298 (0,1)	6 (0,0)	43 109 (2,5)	45 (2,6)	116
	Hävdad mark	295	6 318 (0,4)	134 (0,0)	26 812 (1,6)	33 (1,9)	113
	Öppen våtmark	58	629 (0,0)	3 (0,0)	12 326 (0,7)	13 (0,7)	224
	Urban gräsmark, utan trädpåverkan	91	193 (0,0)	0 (0,0)	8 290 (0,5)	8 (0,5)	93
	Totalt för minerogen mark	10 734	502 835 (29,1)	178 980 (10,3)	894 220 (51,7)	1 576 (91,1)	147
Organogen mark	Trädklädd mark, ej hävdad	105	9 658 (0,6)	285 (0,0)	86 448 (5,0)	96 (5,6)	914
	Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan	6	108 (0,0)	2 (0,0)	4 225 (0,2)	4 (0,3)	762
	Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark	6	48 (0,0)	3 (0,0)	3 141 (0,2)	3 (0,2)	501
	Odlad mark	11	37 (0,0)	0 (0,0)	7 781 (0,4)	8 (0,5)	724
	Hävdad mark	10	252 (0,0)	5 (0,0)	8 730 (0,5)	9 (0,5)	878
	Öppen våtmark	29	296 (0,0)	2 (0,0)	24 757 (1,4)	25 (1,4)	871
	Övrig mark med lågt markkolinnehåll	1	3 (0,0)	0 (0,0)	901 (0,1)	1 (0,1)	1 026
	Totalt för organogen mark	168	10 401 (0,6)	296 (0,0)	135 982 (7,9)	147 (8,5)	872

Fortsättning på tabell 23.

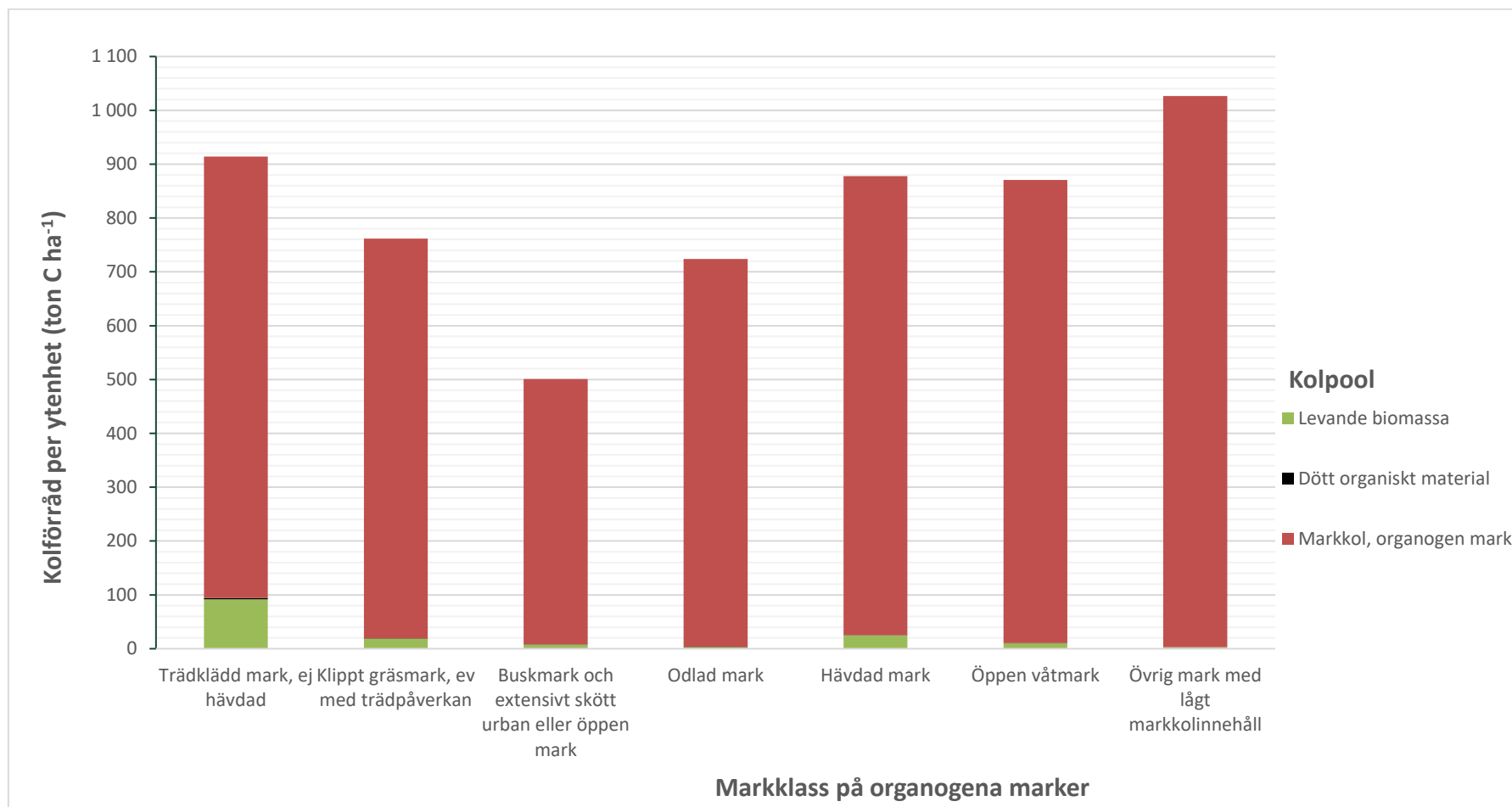
Marktyp	Markklass	Areal (ha)	Levande biomassa (ton C)	Dött organiskt material (ton C)	Markkol (ton C)	Totalt kolförråd (kton C)	Genomsnittligt kolförråd per ytenhet (ton C ha ⁻¹)
Hällmark alt. schaktad mark	Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark	26	446 (0,0)	12 (0,0)	0	0,5 (0,0)	18
	Hävdad mark	5	255 (0,0)	2 (0,0)	0	0,3 (0,0)	50
	Övrig mark med lågt markkolinnehåll	474	5 942 (0,3)	0 (0,0)	0	5,9 (0,3)	13
	Totalt för hällmark & schaktad mark	505	6 643 (0,4)	14 (0,0)	0	7 (0,4)	13
Försumbart kolförråd	Byggnader	2 389	0	0	0	0	0
	Vägar	3 099	0	0	0	0	0
	Övrig grå urban mark	1 935	0	0	0	0	0
Totalt för samtliga marker		18 831	519 879 (30,1)	179 290 (10,4)	1 030 202 (59,6)	1 729	92



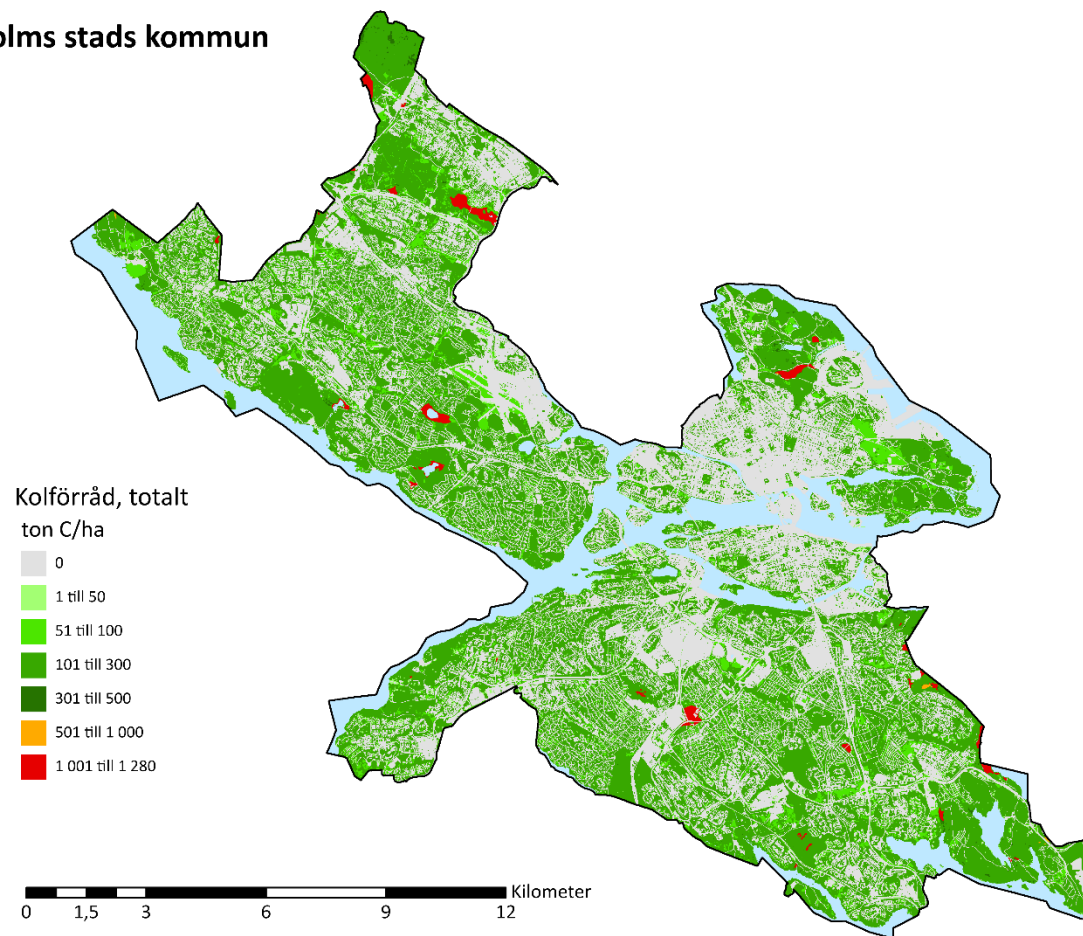
Figur 4. Totalt kolförråd i skog och mark inom Stockholms stad fördelat på markklasser och kolpooler. Markklasser med försumbart kolförråd visas ej.



Figur 5. Genomsnittligt kolförråd per ytenhet för minerogen mark inom Stockholms stad fördelat på markklasser och kolpooler. Markklasser med försumbart kolförråd visas ej.

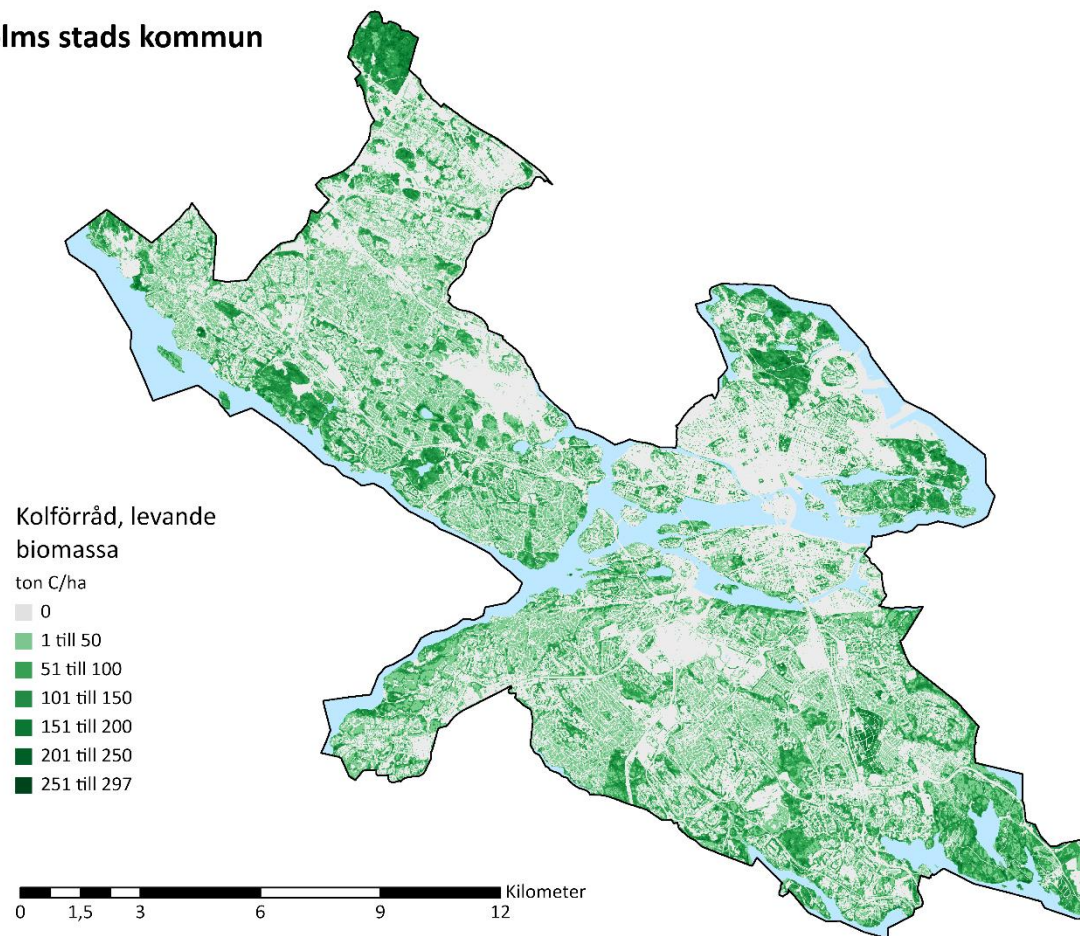


Figur 6. Genomsnittligt kolförråd per ytenhet för organogen mark inom Stockholms stad fördelat på markklasser och kolpooler. Markklasser med försumbart kolförråd visas ej.

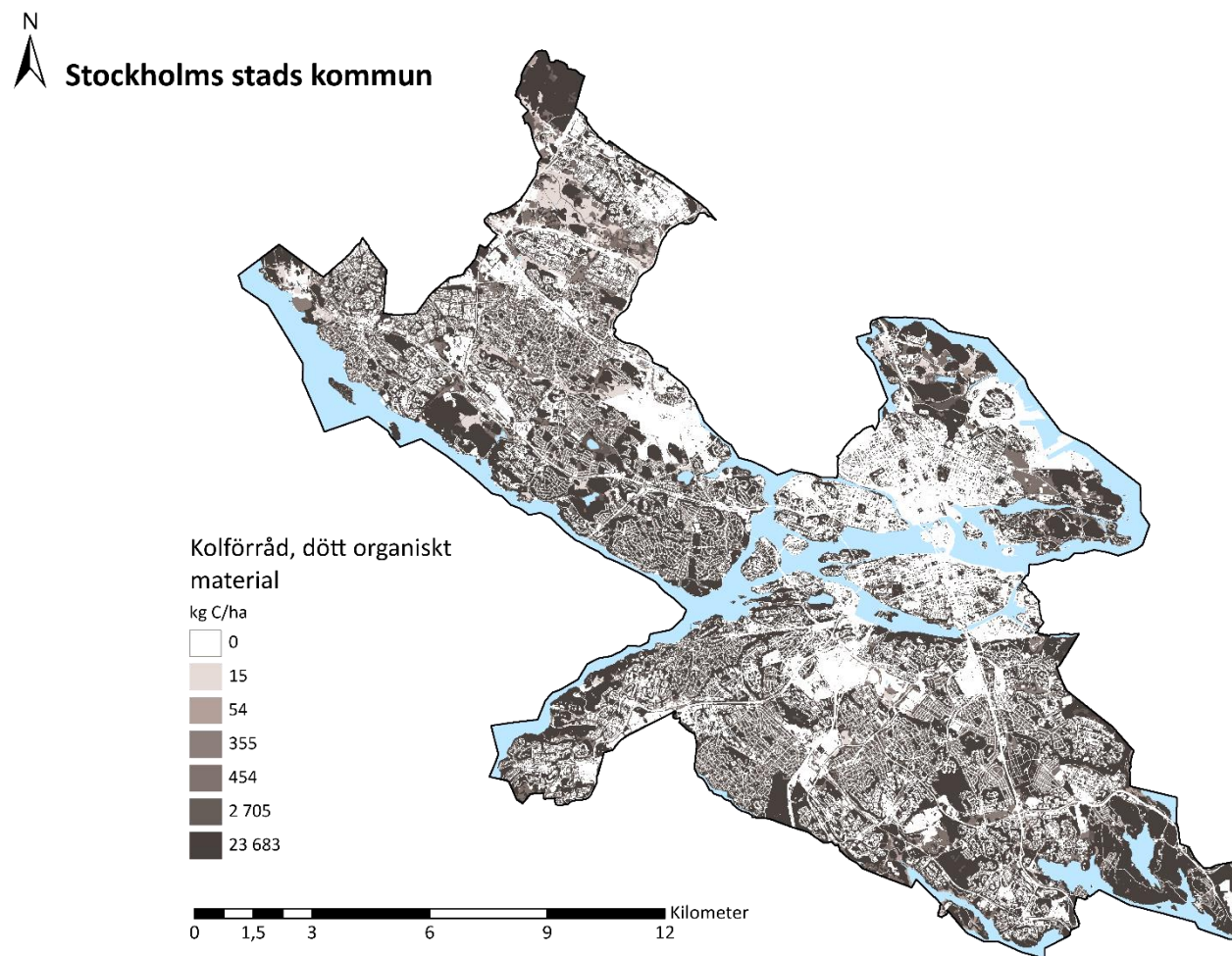


Figur 7. Totalt kolförråd i skog och mark inom Stockholms stad.

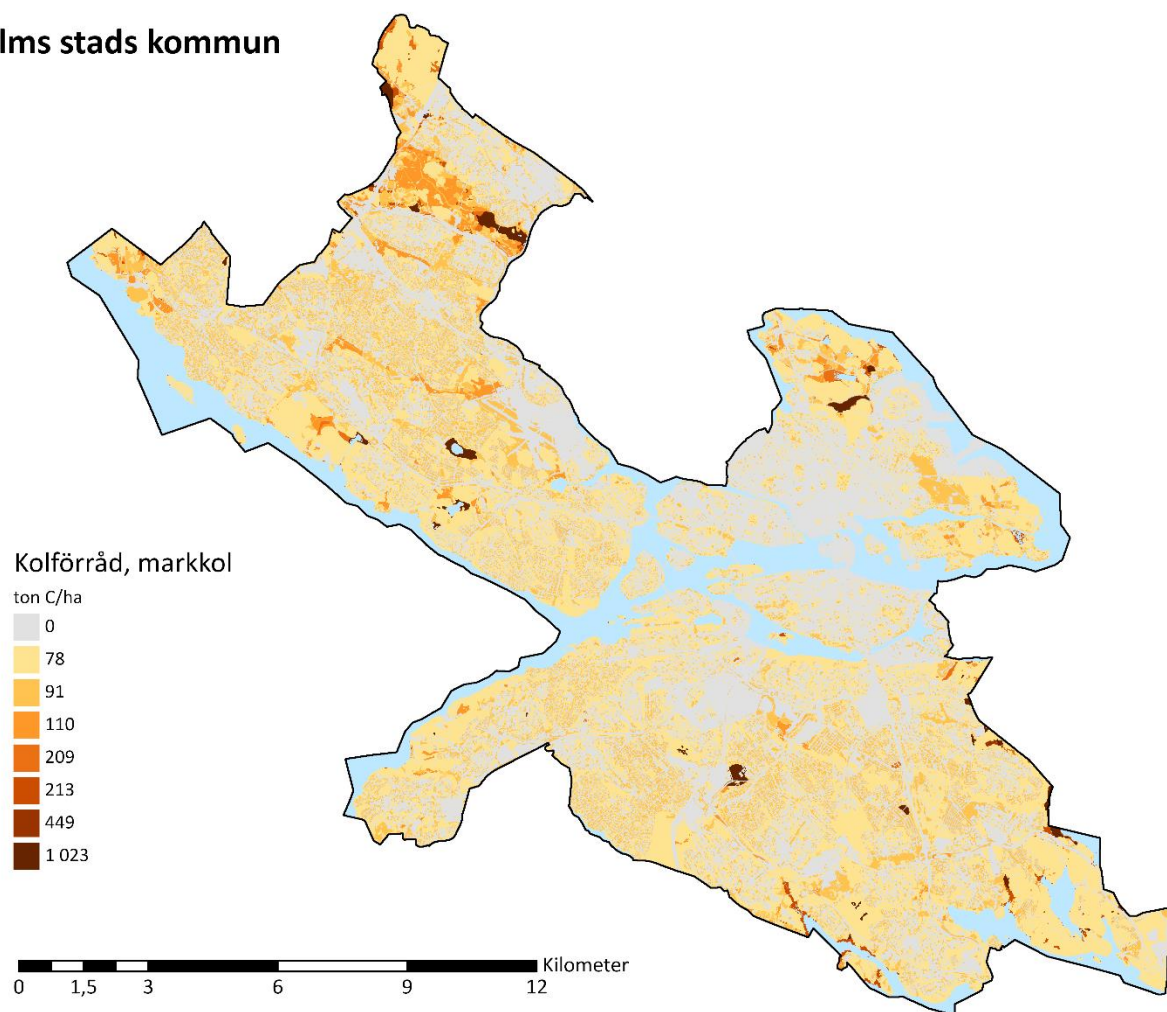
N
Stockholms stads kommun



Figur 8. Kolförråd i levande trädbiomassa inom Stockholms stad.



Figur 9. Totalt kolförråd i dött organiskt material på marker inom Stockholms stad.



Figur 10. Markkolets kolförråd inom Stockholms stad.

4.4. Kolsänkan i skog och mark

Nettoupptaget av växthusgaser i skog och mark i Stockholms stads kommun beräknades totalt till -35 kton CO₂-ekv. år⁻¹ (se tabell 24). Koldioxidupptaget domineras av kolinlagring i levande trädbiomassa vars koldioxidupptag är -26,5 kton CO₂ år⁻¹ (varav 26,2 kton CO₂ på Trädklädd mark, ej hävdad och 0,3 kton CO₂ på Hävdad mark) (se figur 11 och 12). Kolinlagring i levande biomassa på marker med trädhöjd på högst 5 meter och krontäckning på 10% eller mindre är dock ej medräknad, då kolinlagring hos dessa markers ev träd är okänd och bedömdes vara relativt låg. Kolförrådet i levande biomassan på sådana marker utgör totalt 2,5% av Stockholms stads kolförråd i levande biomassa.

Av koldioxidupptaget för levande biomassa på Trädklädd mark, ej hävdad skattades att 78% (-20,5 kton CO₂ år⁻¹) sker på skogsmark och resten (22%, -5,7 kton C) på övrig ej hävdad trädklädd mark. Trädbestånd som inte är att betrakta som skog eller träd på hävdad mark, utan istället har ett bredare samhälleligt syfte (d v s alléer, parkträd, träd inom bostadsområden och gatuträd), bidrar därmed (grovt skattat) till ca 16% av kolsänkan.

Genomsnittligt koldioxidupptag per ytenhet av olika markklassers kolpooler presenteras i figur 11 och 12, för minerogen respektive organogen mark. På minerogen mark utmärker sig Trädklädd mark, ej hävdad som kolsänka och så även markklassen Hävdad mark, tack vare inlagring i levande biomassa på de hävdade marker som har en trädhöjd över 5 meter och en krontäckning på mer än 10% (se figur 11). På minerogen mark utmärker sig markklassen Öppen våtmark som kolkälla (se figur 11), medan Odlad mark är en mycket stor kolkälla på organogen mark (se figur 12).

Geografisk fördelning av koldioxidupptag per ytenhet fördelat över de olika markklasserna totalt och uppdelat i kolpoolerna levande biomassa, dött organiskt material och markkol presenteras i figur 13 till 16. I figur 14 visualiseras hur koldioxidupptag av levande biomassa varierar mellan -1 och -7 ton CO₂-ekv. ha⁻¹ år⁻¹ beroende på beståndsålder och fördelning av trädslag (se även bilaga 4).

Två femtedelar av markerna är kolsänkor (7 603 ha) (se tabell 24 och figur 13) som sammanlagt utgör ett koldioxidupptag på -37 kton CO₂-ekv. år⁻¹. Trädklädd mark, ej hävdad är den markklass som dominerar kolsänkorna (jämför figur 14 med figur 2), för vilken majoriteten (70%, -25,8 kton CO₂ år⁻¹) sker genom inlagring i levande biomassa (se figur 11 och 12). En mindre areal av markklassen Hävdad mark (71 ha) fungerar också som kolsänka främst p g a inlagring i levande biomassa (1%, -0,3 kton CO₂ år⁻¹). Till dessa hör även hållmarker utan träd (0,1 ha) för vilka kolsänkan utgörs av en liten ökning av kolförrådet i död ved och grov förna. På samma sätt bidrar även 26 ha hållmark av markklassen Buskmark och extensivt

skött urban eller öppen mark till kolsänkan. Hällmarkers koldioxidupptag är dock relativt litet ($-28 \text{ ton CO}_2\text{-ekv. år}^{-1} \text{ ha}^{-1}$).

För en något större markareal (42%, 7 897 ha), än den som fungerar som kolsänka, är det beräknade koldioxidupptaget noll (0) vilket innebär att dessa marker bedöms vara i balans. Dessa marker utgörs av samtliga marker inom markklasserna Övrig grå urban mark, Byggnader och Vägar (jämför figur 13 med figur 2) samt även marker inom markklassen Övrig mark med lågt markkolinnehåll om de är hällmarker eller om jorden schaktats bort i samband med exploatering för byggnation av närliggande väg.

Resterande marker om 3 331 ha (18%) fungerar som kolkällor med ett sammanlagt årligt nettoutsläpp på 2 108 ton $\text{CO}_2\text{-ekv.}$ (se tabell 24). Här ingår 112 ha Trädklädd mark, ej hävdad för vilken nettoinlagring av kol i levande biomassa och dött organiskt material är lägre än nettoutsläppet av växthusgaser från markkolspoolen. Arealmässigt domineras kolkällorna av minerogen mark utanför våtmark (93%) (jämför figur 13 med figur 2 och 3) men dessa bidrar endast till 17% av kolkällornas växthusgasutsläpp ($367 \text{ ton CO}_2\text{-ekv. år}^{-1}$). Majoriteten (73%) avgår istället från organogen mark, främst från 96 ha dränerad organogen mark (motsvarande endast 3% av kolkällornas markareal) som svarar för 49% ($1\,036 \text{ ton CO}_2\text{-ekv. år}^{-1}$) av kolkällornas växthusgasutsläpp. En återvätning av all dränerad organogen mark skulle leda till en minskning av det beräknade årliga utsläppet från kolkällor med 368 ton $\text{CO}_2\text{-ekv.}$ Motsvarande minskning kan även på längre sikt erhållas genom beskogning (räknat utifrån genomsnittligt koldioxidupptag av levande biomassa inom naturreservat, se tabell 26) av 68 ha minerogen Odlad mark eller 72 ha minerogen mark av de tre markklasserna Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark, Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan och Urban gräsmark, utan trädpåverkan samt även ej trädklädd Hävdad mark.

Tabell 24. Koldioxidupptag i Stockholms stad fördelat på marktyper och markklasser. Andel av respektive upptagstyp (kolsänka alt. kolkälla) anges inom parentes.

Upptags- typ	Marktyp	Markklass	Koldioxid- upptag (ton CO ₂ -ekv. år ⁻¹)	Areal (ha)	Genomsnittligt koldioxidupptag (kg CO ₂ -ekv. ha ⁻¹ år ⁻¹)
Kolsänka	Minerogen mark på våtmark	Hävdad mark	-1 (0,0%)	1	-1 262
		Trädklädd mark, ej hävdad	-9 (0,0%)	11	-839
	Minerogen mark utanför våtmark	Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark ¹	-0,7 (0,0%)	26	-28
		Hävdad mark	-325 (0,9%)	71	-4 572
		Trädklädd mark, ej hävdad	-36 768 (99,1%)	7 491	-4 909
	Näringsfattig organogen våtmark	Trädklädd mark, ej hävdad	-4,2 (0,0%)	3	-1 402
	Totalt koldioxidupptag av kolsänkor		-37 108	7 603	
Kolkälla	Minerogen mark på våtmark	Trädklädd mark, ej hävdad ²	7 (0,3%)	10	744
		Öppen våtmark	196 (9,3%)	58	3 398
	Minerogen mark utanför våtmark	Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark	65 (3,1%)	1 019	64
		Hävdad mark	15 (0,7%)	228	64
		Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan	123 (5,8%)	1 369	90
		Odlad mark	156 (7,4%)	391	399
		Urban gräsmark, utan trädpåverkan	8 (0,4%)	91	92

¹ Hällmark.

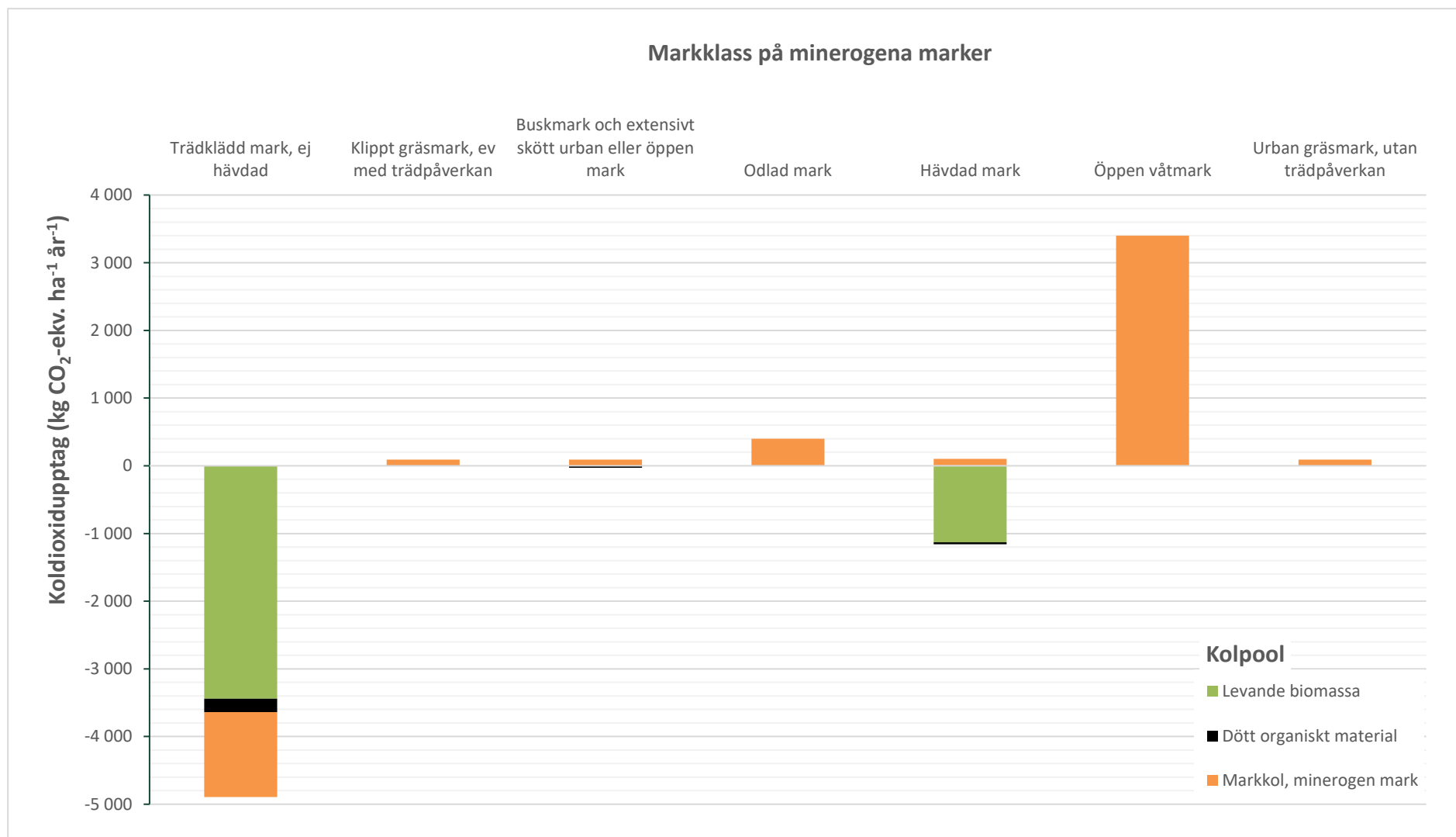
² Nettoutsläpp av växthusgaser från markkolspoolen är större än nettokolinlagring i levande biomassa och dött organiskt material.

Fortsättning på tabell 24.

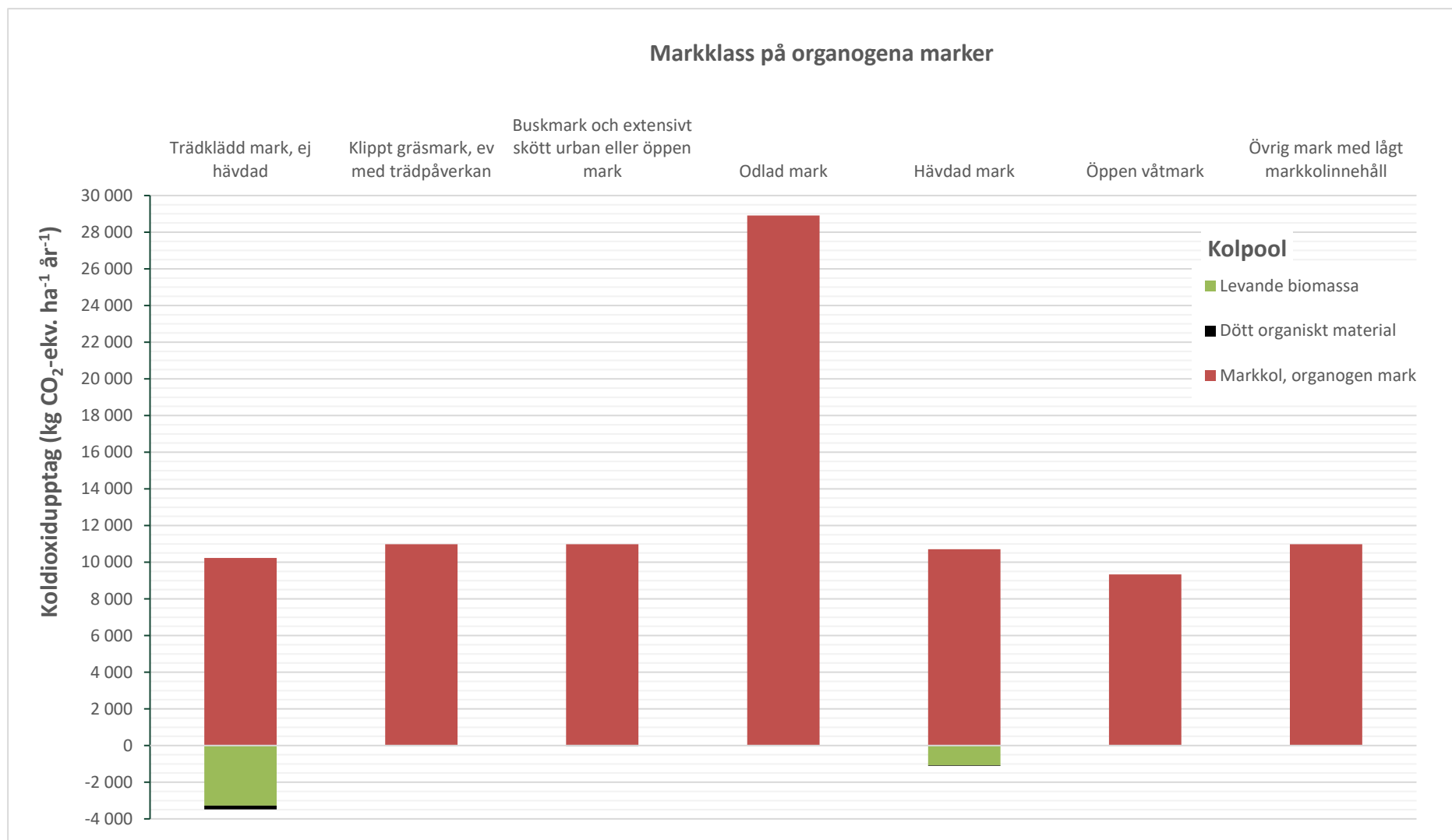
Kolkälla	Näringsrik organogen mark på våtmark	Hävdad mark	8 (0,4%)	2	4 693
		Trädklädd mark, ej hävdad ¹	225 (10,7%)	38	5 853
		Öppen våtmark	268 (12,7%)	29	9 325
	Näringsfattig organogen mark på våtmark				
		Trädklädd mark, ej hävdad ¹	0,0 (0,0%)	0,1	140
	Organogen mark utanför våtmark (dränerad)	Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark	70 (3,3%)	6	10 953
		Hävdad mark	90 (4,3%)	9	10 547
		Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan	62 (3,0%)	6	10 979
		Odlad mark	312 (14,8%)	11	28 904
		Trädklädd mark, ej hävdad ¹	492 (23,3%)	64	7 675
Övrig mark med lågt markkolinnehåll		10 (0,5%)	1	10 981	
Totalt koldioxidupptag av kolkällor			2 108	3 331	
Upptag saknas		Byggnader	0	2 389	0
		Vägar	0	3 099	0
		Övrig grå urban mark	0	1 935	0
		Övrig mark med lågt markkolinnehåll ²	0	474	0
	Totalt		0	7 897	
Totalt koldioxidupptag av samtliga marker			-35 001	18 831	-1 859

¹ Nettoutsläpp av växthusgaser från markkolspoolen är större än nettokolinlagring i levande biomassa och dött organiskt material.

² Antingen hållmark eller mark för vilken jorden schaktats bort i samband med exploatering för byggnation av närliggande väg.



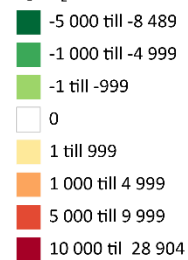
Figur 11. Genomsnittligt koldioxidupptag per ytenhet av minerogen mark i Stockholms stad fördelat på markklasser och kolpooler. Markklasser med försumbart koldioxidupptag visas ej.



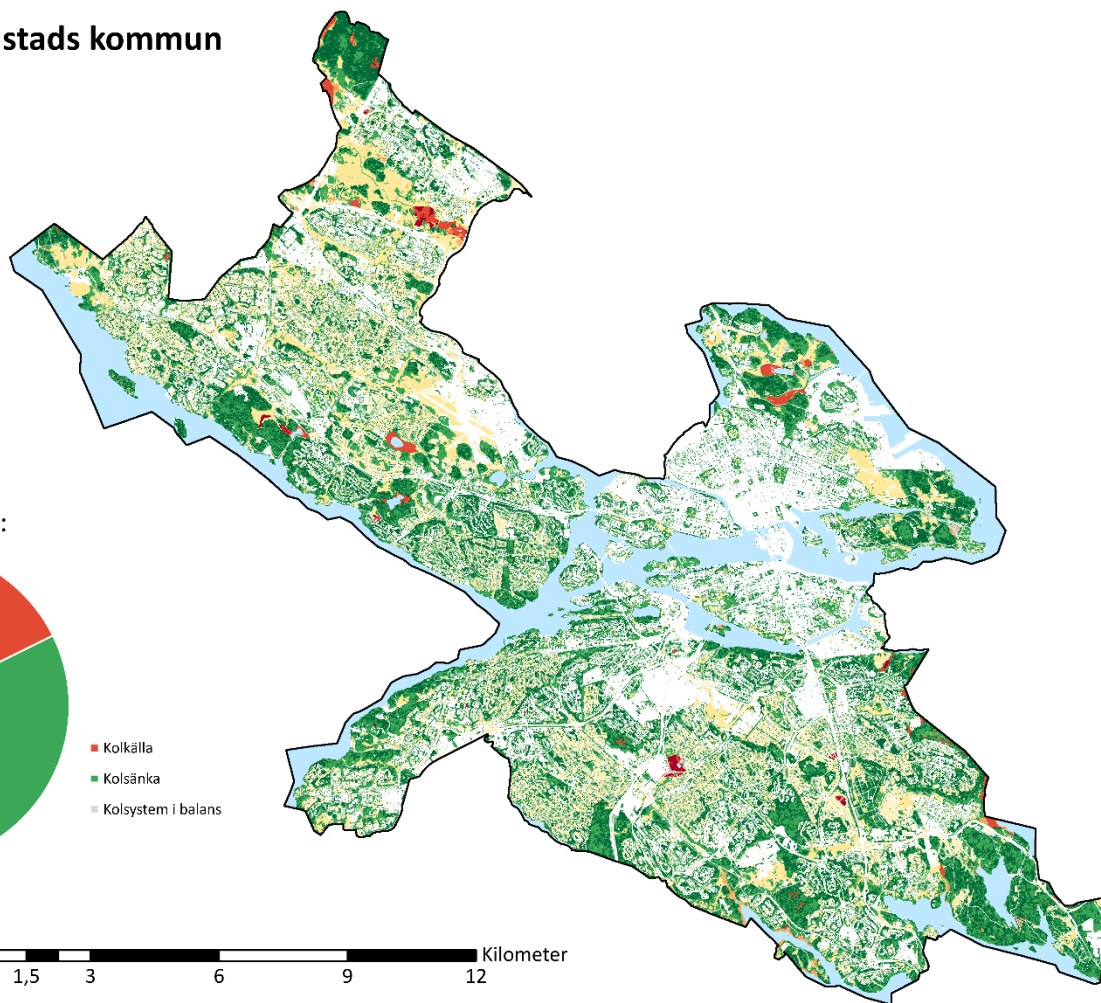
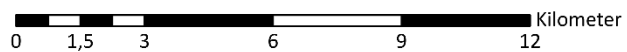
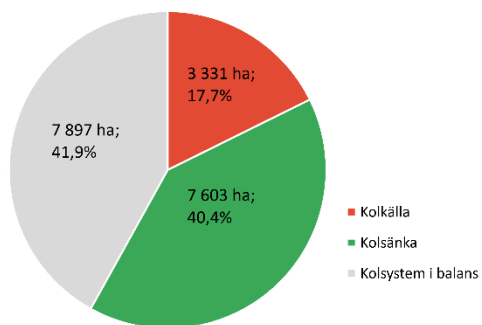
Figur 12. Genomsnittligt koldioxidupptag per ytenhet av organogen mark i Stockholms stad fördelat på markklasser och kolpooler. Markklasser med försumbart koldioxidupptag visas ej.

Koldioxidupptag,
totalt

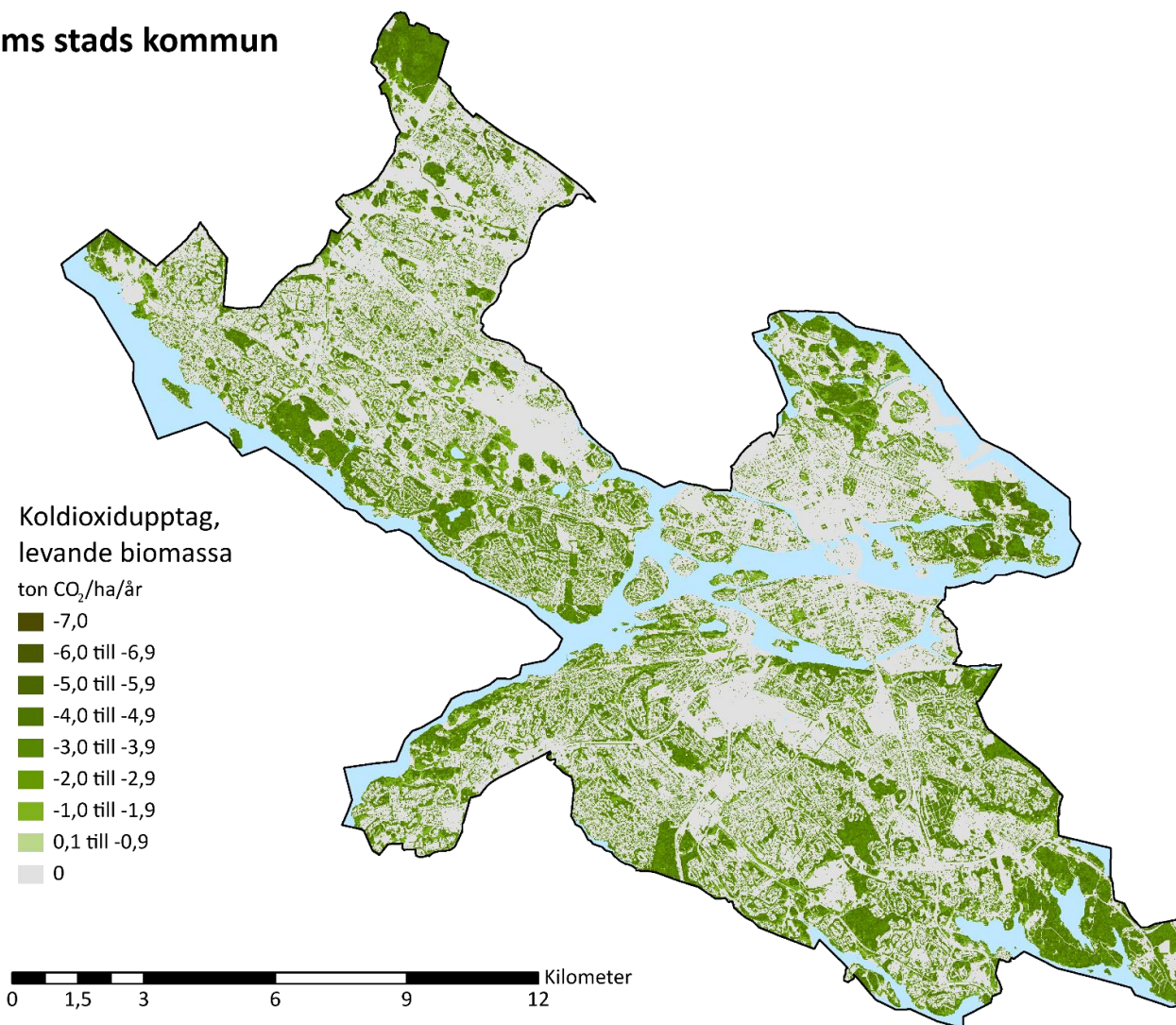
kg CO₂-ekv./ha/år



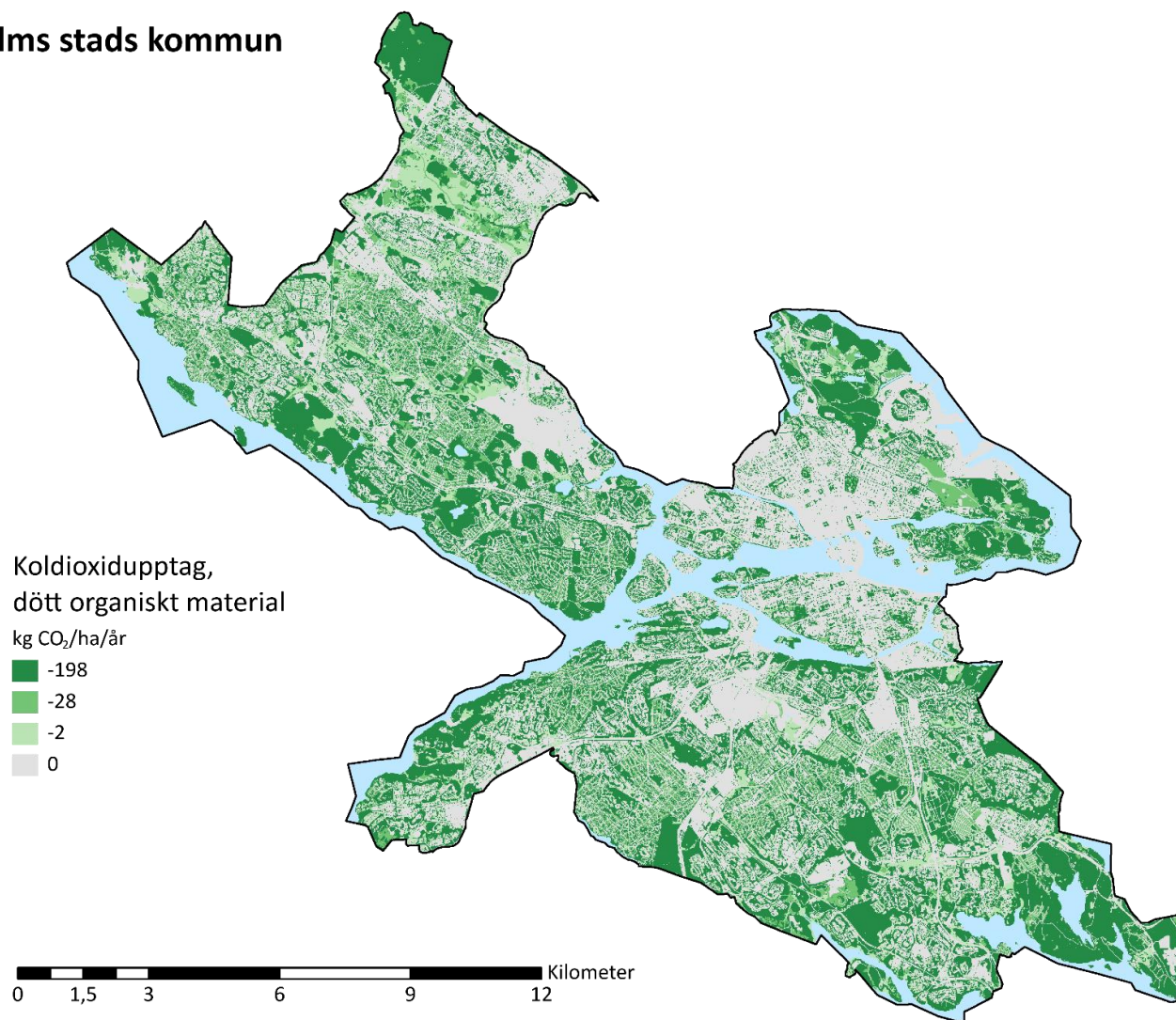
Andel av landareal:



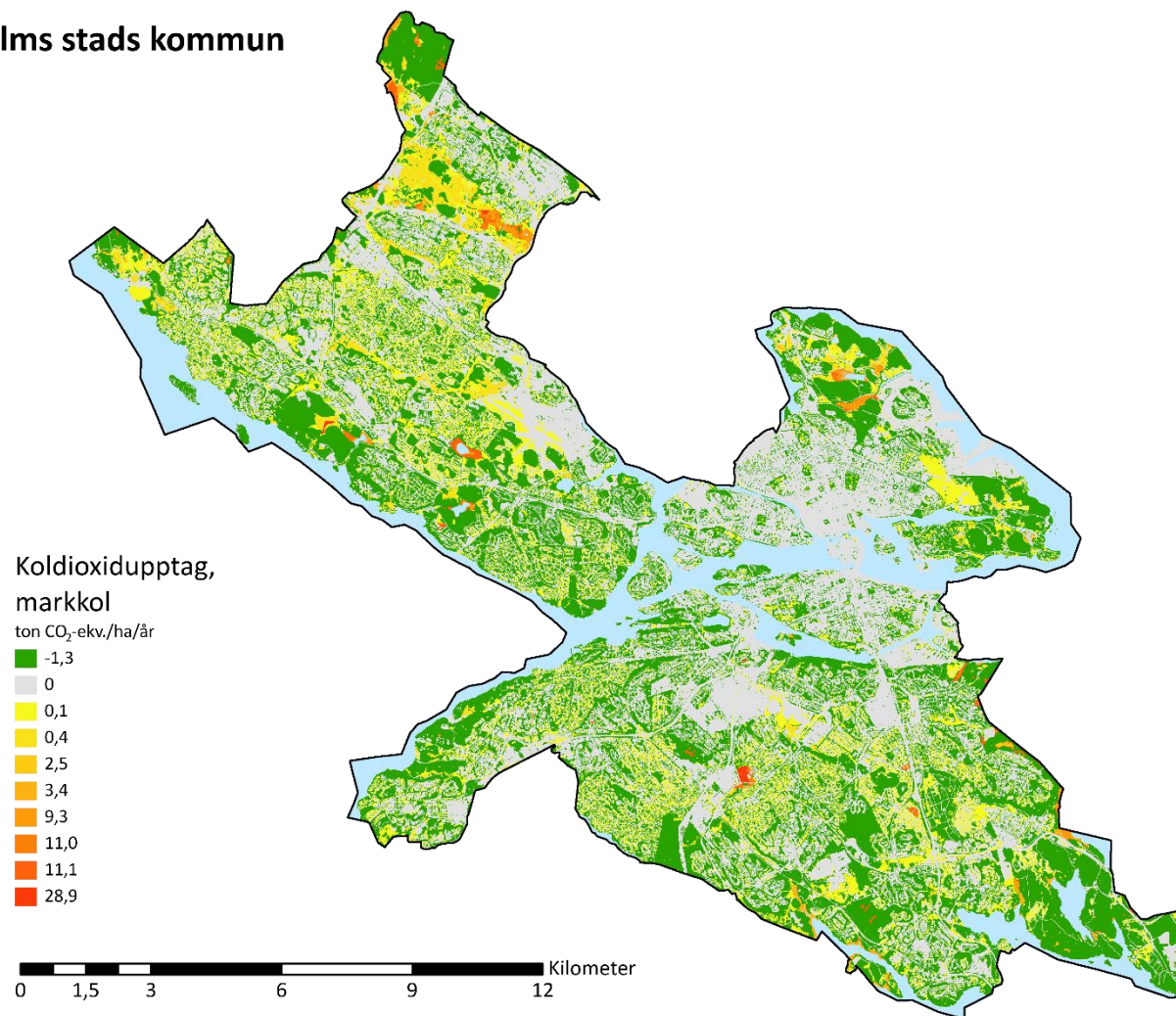
Figur 13. Totalt koldioxidupptag av skog och mark, inom Stockholms stad.



Figur 14. Koldioxidupptag av levande trädbiomassa, inom Stockholms stad.



Figur 15. Totalt koldioxidupptag av dött organiskt material på marker, inom Stockholms stad.



Figur 16. Totalt koldioxidupptag av markkol, inom Stockholms stad.

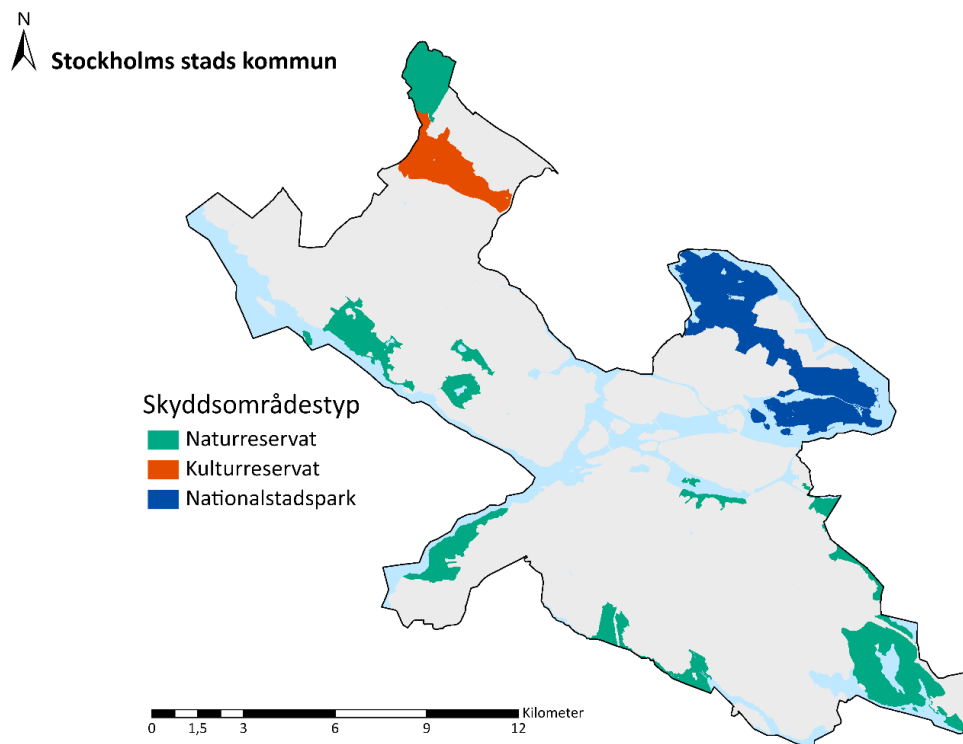
4.5. Skyddade områden

Skyddsområdestyperna Naturreservat, Kulturresevat och Nationalstadspark inom Stockholms kommun utgör sammanlagt 3 396 ha landyta (se figur 17 och tabell 25). Majoriteten av denna mark består av markklassen Trädklädd mark, ej hävdad (65%, 2 208 ha), vilket motsvarar 29% av total Trädklädd mark, ej hävdad inom kommunen (se tabell 26). Särskilt inom naturreservaten är andelen Trädklädd mark, ej hävdad mycket hög (i medeltal 82%). Inom Igelbäckens kulturresevat är dock förekomsten av markklassen Odlad mark vanligare än Trädklädd mark, ej hävdad (34%, respektive 24%).

Drygt en tredjedel av kolförrådet i Stockholms stad (34%, 582 kton C) skyddas av de skyddsområdestyper som ingår i studien (se tabell 25). Till största del finns det skyddade kolförrådet på Trädklädd mark, ej hävdad (80%, 467 kton C) (se tabell 25 och 26).

Till skillnad mot täckningsgraden av beståndsålder för all Trädklädd mark, ej hävdad totalt (se bilaga 4) är täckningsgraden för denna markklass relativt god inom naturreservaten (i medeltal 87%) (se tabell 26). För dessa marker är medelbeståndsåldern 67 år och det årliga koldioxidupptaget av levande biomassa i genomsnitt $-3,6 \text{ ton CO}_2 \text{ ha}^{-1}$.

Sammanlagt är 27% (motsvarande $-9,5 \text{ kton CO}_2\text{-ekv. år}^{-1}$) av det totala koldioxidupptaget i Stockholms stad skyddat. Majoriteten av den organogena marken (75%, 126 ha) ligger dock inom skyddade områden. Detta innebär att en relativt stor andel (63%, $1,3 \text{ kton CO}_2\text{-ekv. år}^{-1}$) av Stockholms stads kolkällors nettoutsläpp av växthusgaser sker inom dessa områden, trots att de endast utgör 23% (753 ha) av samtliga kolkällors areal. Ett av naturreservaten, Kyrksjölöten, har en såpass hög andel organogen mark (29%) att den i sin helhet fungerar som en kolkälla, med ett nettoutsläpp av växthusgaser på $6 \text{ ton CO}_2\text{-ekv. år}^{-1}$. Övriga skyddade områden är kolsänkor, sett över varje områdes totala landareal.



Figur 17. Områden av olika skyddsområdestyp inom Stockholms stad.

Tabell 25. Kolförråd och koldioxidupptag för skog och mark på skyddade områden inom Stockholms stad. Procentsats inom parentes anger andel av totalen för hela Stockholms stad.

Skyddsområdestyp	Namn ¹	Land- yta (ha)	Koldioxidupptag (ton CO ₂ -ekv. år ⁻¹)	Totalt kolförråd (kton C)
Kulturresevat	Igelbäcken	411	-98	78
Nationalstadspark	Kungliga nationalstadsparken	1 236	-3 112	169
Naturreservat	Flaten	542	-2 130	92
	Grimsta	263	-957	47
	Hagsätraskogen	31	-141	5
	Hansta	269	-910	62
	Judarskogen	88	-317	20
	Kyrksjölöten	45	6	20
	Nackareservatet	95	-281	24
	Rågsved	89	-218	15
	Sätraskogen	207	-787	30
	Årstaskogen & Årsta holmar	54	-228	8
	Älvsjöskogen	65	-316	11
Naturreservat totalt		1 749	-6 278 (18%)	335 (19%)
Totalt skyddat		3 396	-9 488 (27%)	582 (34%)

¹ Notera att resultaten endast gäller för den del av det skyddade området som ligger inom Stockholms stads kommun.

Tabell 26. Kolförråd och koldioxidupptag för markklassen Trädklädd mark, ej hävdad på skyddade områden inom Stockholms stad. Procentsats inom parentes anger andel av totalen för hela Stockholms stad.

Skydds- områdestyp	Namn ¹	Areal Trädklädd mark, ej hävdad (ha)	Bestånds- ålder ² (år)	Andel Trädklädd mark, ej hävdad med bestånds- ålder (%)	Koldioxidupptag av levande biomassa ² (kg CO ₂ ha ⁻¹ år ⁻¹)	Kolförråd på Trädklädd mark, ej hävdad (kton C)
Kulturresevat	Igelbäcken	100 (24%)	59	53%	-3 324	30
National- stadspark	Kungliga nationalstadsparken	680 (55%)	55	58%	-3 483	138
Naturreservat	Flaten	448 (83%)	70	87%	-3 587	83
	Grimsta	209 (79%)	78	86%	-3 635	41
	Hagsätraskogen	28 (90%)	61	82%	-3 619	5
	Hansta	216 (80%)	72	91%	-3 845	56
	Judarskogen	74 (84%)	77	87%	-3 558	18
	Kyrksjölöten	36 (79%)	30	80%	-2 777	18
	Nackareservatet	87 (92%)	67	91%	-3 530	21
	Rågsved	54 (61%)	38	71%	-3 189	10
	Sätraskogen	168 (81%)	50	88%	-3 267	28
	Årstaskogen & Årsta holmar	46 (84%)	62	78%	-3 604	8
	Älvsjöskogen	61 (94%)	82	90%	-3 682	11
Naturreservat totalt		1 427 (82%)	67	87%	-3 560	299 (22%)
Totalt skyddat		3 396 (65%)	64	56%	-3 526	467 (35%)

¹ Notera att resultaten endast gäller för den del av det skyddade området som ligger inom Stockholms stads kommun.

² Genomsnittligt resultat för markklassen Trädklädd mark, ej hävdad.

5. Felkällor som påverkar resultaten

Nationella Marktäckedata, Stockholms stadsbiotopdatabas 2019, SGU:s Jordartsdatabas, SGU:s jorddjupsmodell och SLU Skogskarta är behäftade med rumsliga osäkerheter som följd av deras upplösning i sig men också p g a värdemässiga fel som följer med de indata på vilka de baseras och/ eller de metoder från vilka de framställs (t ex laserdata och fjärranalys av satellitdata och flygbilder).

Brister i precision p g a lägesfel hos *SGU:s Jordartsdatabas* kan ge felaktiga resultat vad gäller organogena jordar. Dränerade organogena marker minskar dessutom succesivt i mäktighet då torven bryts ned. Denna torvsjunksningshastighet har under svenska förhållanden skattats till mellan $0,5 \text{ cm år}^{-1}$ och $2,5 \text{ cm år}^{-1}$ beroende på bruksintensitet (Berglund och Berglund, 2010). Då SGU:s kartering av torv inom Stockholms kommun genomfördes under 1960-talet är det därför möjligt att arealen dränerade ytliga organogena marker (vilka utgör 17% av de organogena jordarna) överskattats i denna analys.

De organogena jordarnas olika djup ger stora skillnader i dessa markers kolförråd. För majoriteten av de organogena markerna görs ett grovt antagande om dess djup utifrån en skattning av torvjordars medeldjup i Stockholms län.

Vissa kolpooler har stora konfidensintervall vad gäller både kolförråd och koldioxidupptag. Särskilt stor är osäkerheten för koldioxidupptaget i markkolspoolen. För skogsmark och gräsmark på minerogena jordar samt vissa emissionsfaktorer för organogena jordar, inkluderar konfidensintervallen såväl utsläpp som upptag av kol. Detta avspeglar både svårigheterna med att kvantifiera denna kolpool och att variationen är mycket stor.

Oavsett storleken på arealen beräknas kolförråd och koldioxidupptag för markklass Trädklädd mark, ej hävdad utifrån värden erhållna från skogsmark inom Riksskogstaxeringen. Gränsen för hur små arealer dessa värden är tillämpliga för är okänd eftersom Riksskogstaxeringens definition av skog har en minsta areal om 0,5 ha. Vidare är beståndsåldern okänd för majoriteten (96%) av markerna med arealer mindre än 0,5 ha tillhörande markklass Trädklädd mark, ej hävdad. Detta ökar osäkerheten i det beräknade koldioxidupptaget för dessa marker ytterligare.

Då kunskap om kolförråd och koldioxidupptag saknas för urbana markers olika kolpooler representeras fyra av dessa markklasser (Hävdad mark, Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark, Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan och Urban gräsmark, utan trädpåverkan) till hög grad av Klimatrapporteringens ägoslag

Gräsmarker, som baseras på *Markinventeringens* naturbetesmarker. Hur väl detta antagande stämmer är okänt, och resultatet för dessa marker är därmed osäkert. Däremot kan resultatet användas för att ingå i en inbördes rangordning av de olika markklassernas kolförråd och koldioxidupptag.

Antalet naturbetesmarker inom *Markinventeringen* är lågt, därför kan inte lokala värden för deras kolförråd och koldioxidupptag tas fram för Stockholms län. För dessa marker är det istället nödvändigt att använda medelvärden för naturbetesmarker inom ett större geografiskt område. Detta medför en ytterligare osäkerhet i hur väl dessa marker representerar marker inom Stockholms stad.

6. Diskussion och slutsatser

Alla kartor som redovisas i denna studie är generaliseringar, d v s förenklingar av verkligheten. Man bör därför inte använda denna kartering som ett facit över storleken på kolförråd och koldioxidupptag på specifika platser. Kartorna ger dock en bra övergripande bild över vilka marktyper och kolpooler som bidrar som kolsänka eller kolkälla och var dessa finns inom Stockholms stad. Trädens tillväxt står för majoriteten av nettoupptaget av växthusgaser från atmosfären och det är mängden träd som gör att skog och mark i Stockholms stad som helhet är att betrakta som en kolsänka. Även trädbestånd som inte är att betrakta som skog eller träd på hävdad mark, utan istället har ett bredare samhällsligt syfte, bidrar väsentligt till kolsänkan.

Kartorna är visserligen generella men när man t ex överväger exploatering av ett visst markområde kan man använda sig av rapportens tabeller för skattning av kolförråd i, samt koldioxidupptag av, olika kolpooler (tabellerna 7 – 14 och 16 – 17) och sedan kombinera dessa med bidraget från den levande biomassan utifrån en inventering av träden på den aktuella marken. Vid ev exploatering av organogena marker bör beräkning av kolförråd i markkol utgå från det faktiska torvdjupet på platsen.

En exploatering av organogen mark leder till proportionerligt mycket större minskning av kolförrådet än om man exploaterar minerogen mark. Om det finns möjlighet att välja så bör man inte exploatera minerogen mark av markklass Trädklädd mark, ej hävdad. Denna markklass har ett stort kolförråd i form av levande biomassa som dessutom kontinuerligt tar upp relativt stora mängder koldioxid från atmosfären. Förutom en omedelbar minskning i kolförråd, leder en avverkning av träd därmed till en förlust av dess bidrag till kolsänkan under lång tid framöver. Beroende på vad de avverkade träden används till, d v s om de används till långlivade (sågtimmer) eller kortlivade produkter (papper), övergår dess inlagrade kol till koldioxid i atmosfären i olika takt när produkterna tjänat ut. Biomassa (restprodukter från skogsbruket och skogsindustrin) som används som biobränsle orsakar en omedelbar avgång av biogen koldioxid till atmosfären. Både träprodukter och användning av bioenergi kan ersätta fossilintensiva produkter och fossil energi vilket minskar de fossila utsläppen av växthusgaser.

Det koldioxidupptag som sker i skog och mark ska inte ställas mot annat klimatarbete på så sätt att inlagring i skog och mark kvittas mot verksamheter med negativ klimatpåverkan. Klimatarbetets fokus i stort ska ligga på att minska användningen av fossila bränslen (Prop. 2016/17:146). I det svenska klimatarbetet får dock bidraget från kompletterande åtgärder som t ex åtgärder för att öka kolsänkan inkluderas för att nå målsättningen om att uppnå netto-noll växthusgasutsläpp 2045.

En allt vanligare åtgärd för att minska utsläppen av växthusgaser i skog och mark är att återvåta dränerad organogen mark. Markerna kommer dock även fortsättningsvis att fungera som kolkällor även om de totala utsläppen minskar. Samtidigt som utsläppen av koldioxid och lustgas minskar, ökar nämligen metanavgången till en nivå liknande den innan dikning. Metan har en stor klimatpåverkan men en kortare livslängd i atmosfären jämfört med koldioxid. När det gäller att öka markernas kolsänka och kolförråd är trädplantering en effektiv åtgärd även om den stora effekten erhålls flera decennier efter att den utförs genom att trädutväxten är högre i medelålders skog.

I utredningen *Vägen till en klimatpositiv framtid* (SOU 2020:4) nämns även minskad exploatering som en åtgärd för att minska klimatpåverkan. Effekten på utsläpp och kolsänka kan minskas antingen genom att exploatering styrs till mark där påverkan på växthusgasbalansen blir lägre eller genom en begränsning av den areal som årligen exploateras. En förutsättning för att ta fram verktyg för att göra sådana bedömningar, och för att på sikt ta fram styrmedel för att begränsa klimatpåverkan i samband med exploatering, är att underlag om kolförråd och kolförrådsförändringar kan tas fram med lämplig rumslig upplösning så att klimatpåverkan kan beräknas för varje enskilt projekt. Denna rapport är ett exempel på hur detta kan göras men för att utveckla ett generellt verktyg behövs en diskussion om vilken detaljnivå som behövs, behovet av sådana verktyg nämns i Boverkets rapport *Verktyg för minskad klimatpåverkan vid planläggning* (Boverket, 2021). Alla kommuner har t ex inte tillgång till de detaljerade karteringar som *Stockholms stads biotopdatabas 2019* utgör och ambitionsnivån bör ligga på en nivå där alla kommuner har tillgång till data. Det finns inte heller en etablerad metod att skatta klimatpåverkan för ett planeringsobjekt, t ex i en översiktsplan. En idé är att skatta klimatpåverkan för hela planeringsperioden. Om planeringen t ex gäller en 30-årsperiod bör man inkludera dels de omedelbara (biomassa) och efterföljande (mark) utsläppen på grund av exploateringen men även de upptag som uteblir under perioden.

Referenser

- Berglund, Ö. och Berglund, K. (2010). *Distribution and cultivation intensity of agricultural peat and gyttja soils in Sweden and estimation of greenhouse gas emissions from cultivated peat soils*, *Geoderma*, 154(3-4), sid. 173-180.
- Boverket (2021). *Verktyg för minskad klimatpåverkan vid planläggning*, Rapportnummer: 2021:11 Boverket, juni, 2021. ISBN pdf: 978-91-7563-754-9 Diarienummer: 3.4.1 5257/2020.
- Eriksson, J., Mattsson, L., & Söderström, M. (2010). *Tillståndet i svensk åkermark och gröda, data från 2001 – 2007*, Rapport 6349, Jordbruksverket.
- Eriksson, J. (2021). *Tillståndet i svensk åkermark och gröda – data från 2011 – 2017*, *Ekohydrologi* 168, Institutionen för mark och miljö, SLU, 74 sid.
- Environmental Systems Research Institute (2021) ArcGIS Pro 2.8.0. Redlands, California.
- FAO (2004). *Global Forest Resources Assessment Update 2005 – Terms and Definitions*, Food and Agriculture Organization of the United Nations, Forestry Department, Forest Resource Assessment Programme. Working Paper 83/E, Rome 2004.
- Hjorth, G. (2021). Anteckning: *Om nyttjande av arbetsmaterial till Stockholms stads biotopdatabas 2019*. Miljöförvaltningen, Stockholms stad, Anteckningar 2021-09-10.
- IPCC (2014). *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands*, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (eds). Published: The Intergovernmental Panel on Climate Change, Switzerland.
- Länsstyrelserna (2021). Länsstyrelsernas geodatakatalog: *LST RIKSintresse Nationalstadspark MB4kap7*. Tillgängliga för nedladdning vid: <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/> [2021-12-09]
- Naturvårdsverket (2020). *Nationella Marktäckedata 2018 basskikt*. Utgåva 2.2, 56 sid., Tillgänglig vid: <https://www.naturvardsverket.se/contentassets/37e8b38528774982b5840554f02a1f81/produktbeskrivning-nmd-2018-basskikt-v2-2.pdf> [2021-11-29]
- Naturvårdsverket (2021a). *National Inventory Report Sweden 2021*, 534 sid.
- Naturvårdsverket (2021b). Metadatakatalogen: *Nationella Marktäckedata 2018, Skyddade områden, naturreservat och Skyddade områden, kulturreseptat*. Tillgängliga för nedladdning vid: <https://metadatakatalogen.naturvardsverket.se/metadatakatalogen/> [2021-09-15]
- Naturvårdsverket (2021c). *National Inventory Report Sweden 2021: Annexes*.

- Oertel, C., Matschullat, J., Zurba, K., Zimmermann, F. and Erasmi, S. (2016) *Greenhouse gas emissions from soils — A review*, *Geochemistry*, 76(3), sid. 327-352.
- Peacock, M., Audet, J., Bastviken, D., Futter, M. N., Gauci, V., Grinham, A. R., Harrison, J. A., Kent, M. S., Kosten, S. and Lovelock, C. E. (2021). *Global importance of methane emissions from drainage ditches and canals*, *Environmental Research Letters*.
- Poeplau, C., Marstorp, H., Thored, K., & Kätterer, T. (2016). *Effect of grassland cutting frequency on soil carbon storage – a case study on public lawns in three Swedish cities*, *SOIL*, sid. 175-184.
- Prop. 2016/17:146. *Ett klimatpolitiskt ramverk*. Stockholm: Miljödepartementet, Tillgänglig för nedladdning vid: <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/proposition/2017/03/prop.-201617146/> [2022-01-17]
- RIS (2021). *Fältinstruktion 2021 – RIS – Riksinventeringen av skog*, Institutionen för skoglig resurshushållning, SLU, 498 sid.
- SGU (2018a). Produktbeskrivning: Jordarter 1:25 000-1:100 000. Tillgänglig vid: <http://resource.sgu.se/dokument/produkter/jordarter-25-100000-beskrivning.pdf> [2018-01-30]
- SGU (2020). Produktbeskrivning: *Jorddjupsmodell*. Tillgänglig vid: <https://resource.sgu.se/dokument/produkter/jorddjupsmodell-beskrivning.pdf> [2020-01-14]
- SGU (2021a). Torvlagerföljder. Tillgänglig för nedladdning vid: <https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/oppna-data/jordarter-oppna-data/torvlagerfoljder/> [2021-09-15]
- SGU (2021b). Jorddjupsmodell. <https://www.sgu.se/produkter/geologiska-data/vara-data-per-amnesomrade/jordartsdata/jorddjupsmodell/> [2021-09-15]
- Skogsstyrelsen (2021). Skogliga grunddata. Tillgänglig för nedladdning vid: <https://skogsstyrelsen.se/sjalvservice/karttjanster/geodatatjanster/ftp/> [2021-09-15]
- Skånes, H. (2021). 'BIOTOP Stockholm. Databasens uppbyggnad och struktur. Sammanfattning av hur biotopdatabasen ska förstås och användas'. Stockholms universitet.
- SLU (2021a). Riksskogstaxeringen – Officiell statistik om de svenska skogarna. <https://www.slu.se/riksskogstaxeringen> [2021-09-28]
- SLU (2021b). Markinventeringen – Miljöövervakning av skogsmark och andra naturmarker. <https://www.slu.se/markinventeringen> [2021-11-29]
- SLU (2021c). Datavärdskap Jordbruksmark – delprogram Mark- och grödoinventeringen. <https://www.slu.se/mark/dv/> [2021-11-08]
- SLU (2021d). SLU Skogskarta. Tillgänglig för nedladdning vid: <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/riksskogstaxeringen/statistik-om-skog/slu-skogskarta/> [2021-09-09]
- SLU (2021e). Produktbeskrivning: SLU Skogskarta 2015. Tillgänglig vid: <https://www.skogsstyrelsen.se/globalassets/sjalvservice/karttjanster/geodatatjanster/produktbeskrivningar/raster-slu-skogskarta---produktbeskrivning.pdf> [2021-01-12]
- SOU 2020:4. *Vägen till en klimatpositiv framtid*. Stockholm: Miljödepartementet, Tillgänglig för nedladdning vid: <https://www.regeringen.se/rattsliga-dokument/statens-offentliga-utredningar/2020/01/sou-20204/> [2022-01-17]

- Stockholms stad (2021). Baskarta – Byggnader geometri.
<https://dataportalen.stockholm.se/dataportalen/GetMetaDataById?id=9a44ea61-072a-4a54-a2f1-5cee44e52ff6&showmetadataview> [2021-11-08]
- Ståhlberg, D., Karlun, E., Jacobson, A., & Lennartsson, T. (2010). *Inlagring av kol i betesmark*, Rapport 2010:25, Jordbruksverket.

Tack

Stort tack till Helle Skånes (vid Stockholms universitet) och Gunilla Hjorth (vid Miljöförvaltningen på Stockholm stads kommun) för utlån av arbetsmaterialet till *Stockholms stads biotopdatabas 2019*. Tack till Jenny Pirard (vid Miljöförvaltningen på Stockholm stads kommun) för tillgång till *Stockholms stads baskartas byggnadslager*. Vid SLU bidrog Hans Petersson med information om stubbar och trädrötter, Johan Stendahl och Erik Karlton med uttag från *Markinventeringen* och Bertil Westerlund med uttag från *Riksskogstaxeringen*. Johan Stendahl har även läst och kommenterat ett utkast till rapporten.

Bilaga 1. Arealfördelning av Stockholms stads markanvändning och dess markegenskaper

Arealfördelning av Stockholms stads markanvändning och dess markegenskaper presenteras i tabell B1.

Tabell 27. Arealfördelning av Stockholms stads markanvändning enligt Hybridkartan samt fördelningen av minerogen mark på och utanför våtmark, organogen mark (org. mark) av olika djup och organogen mark av olika näringsstatus på och utanför våtmark.

Biotopklass enligt Stockholms stads biotopdatabas 2019 ¹	Areal (ha)	Andel av land- yta (%)	Andel minerogen mark		Andel organogen mark						
			utanför våtmark (%)	på våtmark (%)	fördelning på torvdjup			fördelning på näringsstatus			
					torvdjup på 2,2 m (%)	torvdjup begränsat till 1 m (%)	ytligt torvdjup på 0,5 m (%)	närings- rik, utanför våtmark (%)	närings- rik, på våtmark (%)	närings- fattig, utanför våtmark (%)	närings- fattig, på våtmark (%)
101 Icke-vegetation, föreslagen urban gråstruktur (Steg1-kod)	27,91	0,1	99,6	-	0,4	-	-	0,4	-	-	-

102 föreslagen hårdgjord urban gråstruktur (Steg1-kod)	9,01	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
110 Hög icke-vegetation, i huvudsak byggnader (Steg1 & 2)	133,79	0,7	99,9	-	0,0	-	0,0	0,1	-	-	-
120 Hårdgjord urban gråstruktur	58,94	0,3	99,8	-	0,2	-	-	0,2	-	-	-
130 Övrig urban gråstruktur med avlägsnad vegetation (ej hårdgjord)	26,46	0,1	99,1	-	0,9	-	-	0,9	-	-	-
141 Infrastruktur, vägområde med beläggning och bro över vatten (Steg1 & 2)	99,63	0,5	99,7	-	0,3	-	-	0,3	-	-	-
142 Infrastruktur, vägområde grusväg (Steg1 & 2)	0,01	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
150 Infrastruktur, järnvägsområde i huvudsak ej hårdgjord (Steg1 & 2)	20,27	0,1	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
201 Urban grönstruktur av föreslagen öppen (gräs)karaktär (Steg1-kod) ²	354,27	1,9	99,9	-	0,0	-	0,0	0,1	-	-	-

202 Urban grönstruktur av föreslagen lummig karaktär (Steg1-kod)	23,41	0,1	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
204 Urban grönstruktur av föreslagen grå karaktär (Steg1-kod)	37,11	0,2	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
205 Urban grönstruktur av naturtomtskaraktär på SGU berg i dagen (Steg1-kod)	19,30	0,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
210 Urban grönstruktur av öppen (gräs)karaktär ²	1 016,09	5,4	99,5	-	0,4	0,0	0,2	0,5	-	-	-
211 Urban grönstruktur vägren/slänt (Steg1 & 2)	36,48	0,2	99,0	-	0,9	0,1	-	1,0	-	-	-
212 Grönt tak: sedum, torv, gräs, örter, buskar mm (steg1-2 kod)	0,96	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
220 Urban grönstruktur av lummig karaktär	956,69	5,1	99,4	-	0,2	-	0,4	0,6	-	-	-
231 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD talldominerad (Steg1 & 2)	94,44	0,5	99,8	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-
232 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD grandominerad (Steg1 & 2)	1,01	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-

233 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD barrblandad (Steg1 & 2)	24,65	0,1	99,5	-	0,5	-	-	0,5	-	-	-
234 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD lövblandad barrdominerad (Steg1 & 2)	114,89	0,6	100,0	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-
235 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD lövdominerad (Steg1 & 2)	282,03	1,5	99,4	0,1	0,2	-	0,3	0,5	-	-	-
236 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD ädellövdominerad (Steg1 & 2)	484,36	2,6	99,9	0,0	0,1	-	0,0	0,1	-	-	-
237 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD blandlövdominerad (Steg1 & 2)	236,42	1,3	99,5	0,1	0,3	0,0	0,0	0,4	-	-	-
240 Urban grönstruktur av grå karaktär	58,30	0,3	99,9	-	0,1	-	-	0,1	-	-	-
250 Urban grönstruktur av naturtomtskaraktär på SGU berg i dagen	6,75	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

310 Åker i växelbruk (gröda, vallodling, bete, träda)	4,48	0,0	97,3	-	2,7	-	-	2,7	-	-	-
320 Fukt- och bärodling/fruktträdgård	12,41	0,1	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
340 Kultiverad gräsmark på SGU berg i dagen	1,88	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
350 Kultiverad gräsmark på SGU grovsediment	5,80	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
360 Kultiverad gräsmark på torr-våt mark	167,81	0,9	99,9	-	0,0	-	0,1	0,1	-	-	-
370 Kultiverad gräsmark på SGU/FK våtmark	18,62	0,1	64,4	-	35,2	-	0,3	35,6	-	-	-
411 Öppen hållmark, berg i dagen	45,37	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
412 Öppen block-stendominerad mark	0,04	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
413 Öppen grus-sanddominerad mark	0,60	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
421 Öppen torr gräsmark/gräshed	7,14	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
431 Åkerren mot väg (Steg1 & 2)	4,05	0,0	99,5	-	-	-	0,5	0,5	-	-	-
432 Öppen torr-frisk gräsmark	99,13	0,5	98,4	-	0,4	-	1,2	1,6	-	-	-

433 Öppen frisk-fuktig gräsmark	114,07	0,6	97,5	-	1,9	-	0,5	2,5	-	-	-
434 Öppen våt gräsmark	9,67	0,1	65,0	-	32,3	-	2,7	35,0	-	-	-
460 Övrig öppen våtmark (inkl. kärr och mosse)	0,13	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
470 Tät vassvegetation ej i vatten (oftast våtmark)	5,31	0,0	87,4	-	6,8	-	5,8	12,6	-	-	-
512 blandbuskar, barr och löv, på SGU berg i dagen (>50% busktäckning)	1,02	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
513 taggbuskar, Rosaceae, på SGU berg i dagen (>50% busktäckning)	0,76	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
515 övriga lövbuskar, inkl. blandning av 513-514, på SGU berg i dagen (>50% busktäckning)	4,96	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
522 blandbuskar, barr och löv, på SGU grovsediment (>50% busktäckning)	0,13	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
523 taggbuskar, Rosaceae, på SGU grovsediment (>50% busktäckning)	0,12	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-

525 övriga lövbuskar, inkl. blandning av 523-524, på SGU hällgrovsediment mark (>50% busktäckning)	1,06	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
531 Barrbuskar, inkl. en, på torr-våt (>50% busktäckning)	0,34	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
532 blandbuskar, barr och löv, på torr-våt (>50% busktäckning)	1,28	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
533 taggbuskar, Rosaceae, på torr-våt (>50% busktäckning)	5,03	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
534 videbuskar, på torr-våt (>50% busktäckning)	1,13	0,0	89,4	-	7,1	-	3,5	10,6	-	-	-
535 övriga lövbuskar, inkl. blandning av 533-534, på torr-våt (>50% busktäckning)	21,61	0,1	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
544 videbuskar, på SGU på SGU/FK våtmark (>50% busktäckning)	0,46	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
545 övriga lövbuskar, inkl. blandning av 543-544, på SGU/FK våtmark (>50% busktäckning)	2,18	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-

614 Lövblandad barrdominerad trädklädd mark på SGU berg i dagen (Steg1-kod)	375,44	2,0	99,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-
615 Triviallövsvdominerad trädklädd mark på SGU berg i dagen (Steg1-kod)	51,30	0,3	99,6	0,3	0,1	-	0,0	0,1	0,1	-	-
625 Triviallövsvdominerad trädklädd mark på SGU grovsediment (Steg1-kod)	0,49	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
631 Talldominerad trädklädd torr-våt mark (Steg1-kod)	10,88	0,1	93,5	-	-	-	6,5	6,5	-	-	-
633 Barrblandad trädklädd mark på torr-våt mark (Steg1-kod)	15,24	0,1	99,1	-	0,9	-	-	0,9	-	-	-
634 Lövblandad barrdominerad trädklädd mark på torr-våt mark (Steg1-kod)	166,74	0,9	98,3	0,2	0,0	-	1,5	1,5	0,0	-	-
635 Triviallövsvdominerad trädklädd mark på torr-våt mark (Steg1-kod)	53,14	0,3	99,3	0,3	0,1	-	0,3	0,4	-	-	-
711 Trädklädd hävdpräglad hållmark, berg i dagen	5,11	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-

712 Trädklädd hävdpräglad block-stenmark	0,86	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
721 Trädklädd hävdpräglad torr gräsmark/gräshed	5,16	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
732 Trädklädd torr-frisk hävdpräglad gräsmark	48,06	0,3	99,8	0,2	0,0	-	0,0	0,1	-	-	-
733 Trädklädd frisk-fuktig hävdpräglad gräsmark	14,31	0,1	99,0	1,0	-	-	-	-	-	-	-
734 Trädklädd våt hävdpräglad gräsmark	6,38	0,0	53,8	8,8	36,4	-	1,1	11,3	26,2	-	-
811 Talldominerad skog på SGU berg i dagen	1 116,92	5,9	100,0	0,0	0,0	-	0,0	0,0	-	-	-
812 Grandominerad skog på SGU berg i dagen	12,68	0,1	99,7	-	0,3	-	-	0,3	-	-	-
813 Barrdominerad skog på SGU berg i dagen	171,86	0,9	100,0	0,0	0,0	-	-	0,0	-	-	-
814 Blandad (barr/löv) skog på SGU berg i dagen	411,77	2,2	99,9	0,0	0,1	0,0	-	0,0	0,0	0,0	-
815 Triviallövssdominerad skog på SGU berg i dagen	121,55	0,6	99,7	0,2	0,0	-	-	0,0	-	-	-
816 Ädellövssdominerad skog på SGU berg i dagen	455,30	2,4	99,9	0,0	0,0	-	0,0	0,1	0,0	-	-

817 Blandlövsdominerad (ädellövsinslag) skog på SGU berg i dagen	136,41	0,7	99,8	0,1	0,1	-	-	0,1	-	-	-
818 Störd skogsmark på SGU berg i dagen	28,23	0,1	100,0	-	0,0	-	-	0,0	-	-	-
821 Talldominerad skog på SGU grovsediment	33,79	0,2	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
822 Grandominerad skog på SGU grovsediment	0,53	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
822 Grandominerad skog på SGU grovsediment	25,60	0,1	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
824 Blandad (barr/löv) skog på SGU grovsediment	12,96	0,1	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
825 Triviallövsdominerad skog på SGU grovsediment	7,45	0,0	99,9	0,1	-	-	-	-	-	-	-
826 Ädellövsdominerad skog på SGU grovsediment	4,27	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
827 Blandlövsdominerad (ädellövsinslag) skog på SGU grov sediment	5,32	0,0	99,2	0,2	-	-	0,6	0,6	-	-	-
828 Störd skogsmark på SGU grov sediment	8,55	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
831 Talldominerad torr-våt skog	42,87	0,2	100,0	-	-	-	0,0	0,0	-	-	-

832 Grandominerad torr-våt skog	45,51	0,2	95,6	0,5	0,0	0,1	3,8	3,9	0,0	-	-
833 Barrdominerad torr-våt skog	117,93	0,6	99,2	0,0	0,0	0,6	0,3	0,4	-	0,1	0,3
834 Blandad (barr/löv) torr-våt skog	119,31	0,6	98,2	0,1	-	-	1,7	1,7	-	-	-
835 Triviallövsdominerad torr-våt skog	215,46	1,1	97,7	0,8	0,6	0,3	0,5	0,7	0,1	0,1	0,5
836 Ädellövsdominerad torr-våt skog	318,36	1,7	99,4	0,1	0,0	-	0,4	0,5	0,0	-	-
837 Blandlövsdominerad (ädellövsinslag) torr-våt skog	130,27	0,7	98,7	0,2	1,0	-	0,1	1,1	0,0	-	-
838 Störd skogsmark på torr-våt mark	9,66	0,1	99,4	0,6	-	-	-	-	-	-	-
841 Talldominerad skog på SGU/FK våtmark	0,75	0,0	88,0	-	12,0	-	-	-	-	12,0	-
843 Barrdominerad skog på SGU/FK våtmark	0,13	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
842 Grandominerad skog på SGU/FK våtmark	3,33	0,0	58,3	-	24,9	16,8	-	3,9	-	-	37,8
844 Blandad (barr/löv) skog på SGU/FK våtmark	13,28	0,1	39,0	9,2	35,7	7,0	9,1	39,2	9,6	0,7	2,3
845 Triviallövsdominerad skog på SGU/FK våtmark	91,95	0,5	32,8	9,9	48,1	0,8	8,4	24,0	33,2	0,1	-

846 Ädellövsdominerad skog på SGU/FK våtmark	11,97	0,1	20,1	4,9	74,1	-	0,8	66,6	8,4	-	-
847 Blandlövsdominerad (ädellövsinslag) skog på SGU/FK våtmark	6,48	0,0	37,3	2,3	57,3	-	3,1	55,4	4,9	-	-
848 Störd skogsmark på SGU/FK våtmark	0,27	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
Markanvändnings attribut enligt Stockholms stads biotopdatabas 2019											
401 Pågående exploatering ¹	225,97	1,2	97,8	1,7	0,5	-	-	0,3	0,1	-	-
504 Urban grönstruktur av gräskaraktär golf ²	33,95	0,2	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
509 Urban grönstruktur av gräskaraktär flygfält ²	36,51	0,2	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
516 & 519 Fotbollsplan, tennisplan eller ospecificerad idrottsplan ²	20,94	0,1	99,8	-	-	-	0,2	0,2	-	-	-
Markanvändningskategori enligt Nationella Marktäckedata¹											
2 Öppen våtmark	86,55	0,5	-	66,8	26,6	-	6,7	-	33,2	-	-
3 Åkermark	190,90	1,0	98,0	-	0,0	-	2,0	2,0	-	-	-

41 Övrig öppen mark utan vegetation	297,29	1,6	99,7	-	0,3	-	-	0,3	-	-	-
51 Exploaterad mark, byggnad	2 254,62	12,0	99,9	-	0,0	-	0,0	0,1	-	-	-
52 Exploaterad mark, ej byggnad eller väg/järnväg	1 586,32	8,4	99,9	-	0,1	-	0,0	0,1	-	-	-
53 Exploaterad mark, väg/järnväg	2 979,02	15,8	99,8	-	0,1	-	0,0	0,2	-	-	-
111 Tallskog (utanför våtmark)	136,81	0,7	99,9	-	0,0	-	0,1	0,1	-	-	-
112 Granskog (utanför våtmark)	3,96	0,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
113 Barrblandskog (utanför våtmark)	23,15	0,1	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-
114 Lövblandad barrskog (utanför våtmark)	127,19	0,7	99,6	-	0,3	-	0,1	0,4	-	-	-
115 Triviallövskog (utanför våtmark)	593,27	3,2	99,5	-	0,4	0,0	0,2	0,5	-	-	-
116 Ädellövskog (utanför våtmark)	646,54	3,4	99,6	-	0,3	-	0,1	0,4	-	-	-
117 Triviallövskog med ädellövinslag (utanför våtmark)	481,78	2,6	99,8	-	0,2	-	0,0	0,2	-	-	-

118 Temporärt ej skog (utanför våtmark)	2,97	0,0	91,2	-	8,8	-	-	8,8	-	-	-
121 Tallskog (på våtmark)	0,03	0,0	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-
123 Barrblandskog (på våtmark)	0,04	0,0	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-
124 Lövblandad barrskog (på våtmark)	0,19	0,0	-	57,9	10,5	-	31,6	-	42,1	-	-
125 Triviallövskog (på våtmark)	8,88	0,0	-	47,7	43,7	-	8,6	-	52,3	-	-
126 Ädellövskog (på våtmark)	0,04	0,0	-	100,0	-	-	-	-	-	-	-
128 Temporärt ej skog (på våtmark)	0,07	0,0	-	14,3	85,7	-	-	-	85,7	-	-

¹ Marker som sammanfaller med markanvändningsattribut Pågående exploatering (401) ingår ej i de rapporterade biotopklasserna enligt *Stockholms stads biotopdatabas 2019 enligt metodiken i BIOTOP Stockholm* (Skånes, 2021) eller i markanvändningskategorierna enligt *Nationella Marktäckedata* (Naturvårdsverket, 2021b). Sådana marker rapporteras endast som markanvändningsattribut Pågående exploatering (401).

² Marker med biotopklasserna Urban grönstruktur av föreslagen öppen (gräs)karaktär (Steg1-kod) (201) eller Urban grönstruktur av öppen (gräs)karaktär (210) som sammanfaller med markanvändningsattribut Urban grönstruktur av gräskaraktär golf (504), Urban grönstruktur av gräskaraktär flygfält (509) eller Fotbollsplan, tennisplan eller ospecificerad idrottsplan (516 & 519) ingår ej i de rapporterade biotopklasserna enligt *Stockholms stads biotopdatabas 2019 enligt metodiken i BIOTOP Stockholm* (Skånes, 2021) eller i markanvändningskategorierna enligt *Nationella Marktäckedata* (Naturvårdsverket, 2021b). Samtliga av dessa marker rapporteras istället under respektive markanvändningsattribut.

Bilaga 2. Antagande om markanvändning på Skog inom Nationella Marktäckedata

Skog inom *Nationella Marktäckedata* (Naturvårdsverket, 2021b) gavs samma markanvändning som överlagrad biotop- eller huvudklass av antingen Urban grönstruktur av trädkaraktär inom huvudklassen Urban grönstruktur (231 – 237) eller huvudklasserna Trädklädd mark (600), Trädklädd hävdpräglad mark (700) och Skogsmark (800). Sammanlagt 71% av skogarna inom *Nationella Marktäckedata* överlagrades av någon av dessa biotopklasser. Övriga, ej överlagrade skogsceller, behandlades likt huvudklass Skogsmark 800 inom *Stockholms stads biotopdatabas 2019* (Skånes, 2021) då dessa till störst del ersatte skogarna inom *Nationella Marktäckedata* (se tabell B2).

Tabell 28. Andel markareal för trädklädda huvudklasser eller biotopklasser enligt *Stockholms stads biotopdatabas 2019* enligt metodiken i *BIOTOP Stockholm* (Skånes, 2021) som överlappar skog enligt *Nationella Marktäckedata* (Naturvårdsverket, 2021b).

Huvudklass eller biotopklasser	Areal (ha)	Andel av skogsarealen (%)
800 Skogsmark	3 452	66,3
700 Trädklädd hävdpräglad mark	62	1,2
600 Trädklädd mark	634	12,2
231 – 237 Urban grönstruktur av trädkaraktär	1 060	20,4

Bilaga 3. Medianen för trädbiomassan för olika typer av markanvändning

Medianbiomassa beräknad utifrån de ytor för vilka SLU skogskarte-celler ej vidrör en byggnad presenteras i tabell B3.1. Underlaget för medianberäkningen var gott för de medianer som tillämpas i beräkningen, med undantag för en biotopklass (Öppen block-stendominerad mark (412)) och en markanvändningskategori (Barrblandskog på våtmark (123)) för vilka endast tre celler fanns att tillgå.

Totalt nyttjades medianerna för 9,8% av markerna (se tabell B3.2). Deras sammanlagda bidrag till det totala kolförrådet i den levande biomassan i Stockholms stad var 7% (39 kton C).

Tabell 29. Medianen för torrs substans trädbiomassa (ts) för biotopklasser och markanvändningsattribut (enligt Stockholms stads biotopdatabas 2019 enligt metodiken i BIOTOP Stockholm (Skånes, 2021)) och markanvändningskategorier (enligt Nationella Marktäckedata (Naturvårdsverket, 2021b)) samt antalet rasterceller i Hybridkartan från vilka medianen beräknats. Gråmarkerade biotopklasser och markanvändningskategorier finns ej med bland de rasterceller i SLU Skogskarta som är i kontakt med byggnader.

Biotopklass enligt Stockholms stads biotopdatabas 2019 ¹	Levande biomassa (ton ts ha ⁻¹)	Antal celler
201 Urban grönstruktur av föreslagen öppen (gräs)karaktär (Steg1-kod) ²	20	16 427
202 Urban grönstruktur av föreslagen lummig karaktär (Steg1-kod)	20	1 136
204 Urban grönstruktur av föreslagen grå karaktär (Steg1-kod)	12	1 074
205 Urban grönstruktur av naturtomtskaraktär på SGU berg i dagen (Steg1-kod)	33	795
210 Urban grönstruktur av öppen (gräs)karaktär ²	0	68 384
211 Urban grönstruktur vägren/slänt (Steg1 & 2)	0	3 424
220 Urban grönstruktur av lummig karaktär	20	23 462
231 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD talldominerad (Steg1 & 2)	169	6 895
232 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD grandominerad (Steg1 & 2)	196	101

233 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD barrblandad (Steg1 & 2)	234	2 007
234 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD lövblandad barrdominerad (Steg1 & 2)	125	7 268
235 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD lövdominerad (Steg1 & 2)	116	17 629
236 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD ädellövdominerad (Steg1 & 2)	125	30 617
237 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD blandlövsdominerad (Steg1 & 2)	122	16 433
240 Urban grönstruktur av grå karaktär	17	3 945
250 Urban grönstruktur av naturtomtskaraktär på SGU berg i dagen	36	324
310 Åker i växelbruk (gröda, vallodling, bete, träda)	0	442
320 Fukt- och bärodling/fruktträdgård	26	1 231
340 Kultiverad gräsmark på SGU berg i dagen	18	181
350 Kultiverad gräsmark på SGU grovsediment	0	561
360 Kultiverad gräsmark på torr-våt mark	0	16 558
370 Kultiverad gräsmark på SGU/FK våtmark	0	1 862
411 Öppen hållmark, berg i dagen	29	4 107
412 Öppen block-stendominerad mark	40	3
413 Öppen grus-sanddominerad mark	20	55
421 Öppen torr gräsmark/gräshed	0	689
431 Åkerren mot väg (Steg1 & 2)	0	404
432 Öppen torr-frisk gräsmark	10	9 750
433 Öppen frisk-fuktig gräsmark	0	11 328
434 Öppen våt gräsmark	10	965
460 Övrig öppen våtmark (inkl. kärr och mosse)	17	13
470 Tätt vassvegetation ej i vatten (oftast våtmark)	16	531
512 blandbuskar, barr och löv, på SGU berg i dagen (>50% busktäckning)	30	94
513 taggbuskar, Rosaceae, på SGU berg i dagen (>50% busktäckning)	21	75
515 övriga lövbuskar, inkl. blandning av 513-514, på SGU berg i dagen (>50% busktäckning)	26	470
522 blandbuskar, barr och löv, på SGU grovsediment (>50% busktäckning)	26	13
523 taggbuskar, Rosaceae, på SGU grovsediment (>50% busktäckning)	18	12
525 övriga lövbuskar, inkl. blandning av 523-524, på SGU hälgrovsediment mark (>50% busktäckning)	36	106

531 Barrbuskar, inkl. en, på torr-våt (>50% busktäckning)	33	34
532 blandbuskar, barr och löv, på torr-våt (>50% busktäckning)	29	101
533 taggbuskar, Rosaceae, på torr-våt (>50% busktäckning)	22	495
534 videbuskar, på torr-våt (>50% busktäckning)	30	113
535 övriga lövbuskar, inkl. blandning av 533-534, på torr-våt (>50% busktäckning)	21	2 137
544 videbuskar, på SGU på SGU/FK våtmark (>50% busktäckning)	34	46
545 övriga lövbuskar, inkl. blandning av 543-544, på SGU/FK våtmark (>50% busktäckning)	38	218
614 Lövblandad barrdominerad trädklädd mark på SGU berg i dagen (Steg1-kod)	140	34 983
615 Triviallövdominerad trädklädd mark på SGU berg i dagen (Steg1-kod)	125	4 459
625 Triviallövdominerad trädklädd mark på SGU grovsediment (Steg1-kod)	117	43
631 Talldominerad trädklädd torr-våt mark (Steg1-kod)	132	1 003
633 Barrblandad trädklädd mark på torr-våt mark (Steg1-kod)	141	1 462
634 Lövblandad barrdominerad trädklädd mark på torr-våt mark (Steg1-kod)	181	15 908
635 Triviallövdominerad trädklädd mark på torr-våt mark (Steg1-kod)	141	4 948
711 Trädklädd hävdpräglad hällmark, berg i dagen	100	502
712 Trädklädd hävdpräglad block-stenmark	138	84
721 Trädklädd hävdpräglad torr gräsmark/gräshed	148	515
732 Trädklädd torr-frisk hävdpräglad gräsmark	125	4 749
733 Trädklädd frisk-fuktig hävdpräglad gräsmark	82	1 422
734 Trädklädd våt hävdpräglad gräsmark	142	635
811 Talldominerad skog på SGU berg i dagen	97	108 808
812 Grandominerad skog på SGU berg i dagen	226	1 267
813 Barrdominerad skog på SGU berg i dagen	201	16 908
814 Blandad (barr/löv) skog på SGU berg i dagen	142	38 759
815 Triviallövdominerad skog på SGU berg i dagen	150	11 507
816 Ädellövdominerad skog på SGU berg i dagen	150	42 243
817 Blandlövdominerad (ädellövsinslag) skog på SGU berg i dagen	134	12 755
818 Störd skogsmark på SGU berg i dagen	44	2 784
821 Talldominerad skog på SGU grovsediment	121	3 326
822 Grandominerad skog på SGU grovsediment	273	53

822 Grandominerad skog på SGU grovsediment	242	2 519
824 Blandad (barr/löv) skog på SGU grovsediment	220	1 256
825 Triviallövsdominerad skog på SGU grovsediment	236	720
826 Ädellövsdominerad skog på SGU grovsediment	262	418
827 Blandlövsdominerad (ädellövsinslag) skog på SGU grovsediment	216	513
828 Störd skogsmark på SGU grovsediment	9	855
831 Talldominerad torr-våt skog	206	4 223
832 Grandominerad torr-våt skog	273	4 545
833 Barrdominerad torr-våt skog	244	11 736
834 Blandad (barr/löv) torr-våt skog	217	11 582
835 Triviallövsdominerad torr-våt skog	186	21 151
836 Ädellövsdominerad torr-våt skog	190	30 164
837 Blandlövsdominerad (ädellövsinslag) torr-våt skog	176	12 483
838 Störd skogsmark på torr-våt mark	58	966
841 Talldominerad skog på SGU/FK våtmark	60	71
842 Grandominerad skog på SGU/FK våtmark	220	13
843 Barrdominerad skog på SGU/FK våtmark	193	328
844 Blandad (barr/löv) skog på SGU/FK våtmark	209	1 318
845 Triviallövsdominerad skog på SGU/FK våtmark	181	9 172
846 Ädellövsdominerad skog på SGU/FK våtmark	253	1 195
847 Blandlövsdominerad (ädellövsinslag) skog på SGU/FK våtmark	168	643
848 Störd skogsmark på SGU/FK våtmark	148	27
Markanvändningsattribut enligt Stockholms stads biotopdatabas 2019		
504 Urban grönstruktur av gräskaraktär golf ²	0	3 377
509 Urban grönstruktur av gräskaraktär flygfält ²	0	3 634
516 & 519 Fotbollsplan, tennisplan eller ospecificerad idrottsplan ²	0	2 052
Markanvändningskategori enligt Nationella Marktäckedata¹		
2 Öppen våtmark	10	8 642
3 Åkermark	0	19 076
41 Övrig öppen mark utan vegetation	16	27 360
111 Tallskog (utanför våtmark)	78	5 923
112 Granskog (utanför våtmark)	78	175
113 Barrblandskog (utanför våtmark)	89	1 102
114 Lövblandad barrskog (utanför våtmark)	85	6 054
115 Triviallövskog (utanför våtmark)	81	31 147

116 Ädellövskog (utanför våtmark)	72	33 388
117 Triviallövskog med ädellövinslag (utanför våtmark)	69	22 962
118 Temporärt ej skog (utanför våtmark)	37	294
121 Tallskog (på våtmark)	190	3
123 Barrblandskog (på våtmark)	197	3
124 Lövblandad barrskog (på våtmark)	49	19
125 Triviallövskog (på våtmark)	62	884
126 Ädellövskog (på våtmark)	13	4
128 Temporärt ej skog (på våtmark)	161	7

¹ Marker som sammanfaller med markanvändningsattribut Pågående exploatering (401) ingår ej i de rapporterade biotopklasserna enligt *Stockholms stads biotopdatabas 2019* (Skånes, 2021) eller i markanvändningskategorierna enligt *Nationella Marktäckedata* (Naturvårdsverket, 2021b).

² Marker med biotopklasserna Urban grönstruktur av föreslagen öppen (gräs)karaktär (Steg1-kod) (201) eller Urban grönstruktur av öppen (gräs)karaktär (210) som sammanfaller med markanvändningsattribut Urban grönstruktur av gräskaraktär golf (504), Urban grönstruktur av gräskaraktär flygfält (509) eller Fotbollsplan, tennisplan eller ospecificerad idrottsplan (516 & 519) ingår ej i de rapporterade biotopklasserna enligt *Stockholms stads biotopdatabas 2019* (Skånes, 2021) eller i markanvändningskategorierna enligt *Nationella Marktäckedata* (Naturvårdsverket, 2021b). Samtliga av dessa marker rapporteras istället under respektive markanvändningsattribut.

Tabell 30. Andel av markytan för olika beräkningssätt av kolförråd i den levande biomassan i Stockholms stad samt deras bidragsandel till kolförrådet i levande biomassa.

Markklass	Andel av landytan (%)	Andel av levande biomassa (%)	Beräkningsmetod
Byggnader, Vägar & Övrig grå urban mark	39,4	0	0
SLU:s skogskarte-celler, i kontakt med byggnad, som har högre biomassa än medianen för markklassen och ej tillhör någon av ovanstående markklasser	9,8	7	Median för respektive markkod
Övriga marker som ej täcks in av ovanstående marker	50,8	93	Enligt SLU Skogskarta

Bilaga 4. Expansionsfaktorer och stamtillväxt för beräkning av koldioxidupptag av levande biomassa

Framräknade expansionsfaktorer, stamvedstillväxt och bidrag till totalt koldioxidupptag av levande biomassa för olika trädslag vid olika beståndsåldrar presenteras i tabell B4.1, B4.2 respektive B4.3. Beståndsålder finns angivet i *SLU Skogskarta* för 47% av markerna med markklass Trädklädd mark, ej hävdad. För de marker som skattats (grovt) som skogsmark är beståndsåldern angiven för 60% av arealen och för övrig ej hävdad trädklädd mark endast för 4%.

Tabell 31. Olika trädslags expansionsfaktorer vid olika beståndsålder för beräkning av torrsubstans (ts) levande biomassa ovan mark (BEF) från stamvolymen av olika trädslag.

Beståndsålders-intervall	BEF (ton ts m ⁻³ stamved)				Övriga lövträd
	Gran	Tall	Björk	Ek	
0 – 9	0,52	0,63	0,68	0,61	0,54
10 – 19	0,52	0,59	0,64	0,58	0,56
20 – 39	0,50	0,58	0,62	0,58	0,56
40 – 59	0,49	0,57	0,61	0,59	0,57
60 – 79	0,49	0,55	0,63	0,59	0,57
80 – 99	0,49	0,55	0,63	0,60	0,57
100 – 119	0,48	0,56	0,64	0,65	0,56
120 – 284	0,49	0,56	0,64	0,63	0,53
0 – 226	0,49	0,56	0,64	0,58	0,57

Tabell 32. Olika trädslags stamvedstillväxt på skogsmark vid olika beståndsålder. Antal av Riksskogstaxeringens provytor som stamtillväxten är baserad på anges inom parentes.

Bestånds- ålders- intervall	Stamvedstillväxt (m^3 stamved ha^{-1} år^{-1})				
	Gran	Tall	Björk	Ek	Övriga lövträd
0 – 19	1,39 (71)	1,66 (63)	1,01 (91)	1,06 (12)	1,39 (55)
20 – 39	4,47 (153)	3,83 (142)	1,80 (129)		1,92 (77)
40 – 59	4,64 (149)	3,80 (128)	1,76 (126)		3,32 (81)
60 – 79	4,29 (116)	3,02 (98)	1,39 (69)	1,93 (16)	5,00 (66)
80 – 99	3,58 (118)	2,57 (90)	0,99 (67)	3,05 (13)	2,08 (68)
100 – 119	3,02 (87)	2,45 (66)	0,96 (52)	2,77 (9)	1,64 (40)
120 – 284	2,16 (44)	2,19 (102)	0,91 (12)	4,03 (40)	1,32 (22)
0 – 284	3,61 (738)	2,97 (689)	1,38 (546)	2,52 (90)	2,19 (409)

Tabell 33. Olika trädslags bidrag (per stamvolymsandel) till koldioxidupptag av levande biomassa (ovan och under mark) på skogsmark vid olika beståndsålder.

Beståndsålders- intervall	Koldioxidupptag av levande biomassa (kg CO_2 ha^{-1} år^{-1})				
	Gran	Tall	Björk	Ek	Övriga lövträd
0 – 9	-1 767	-2 536	-1 683	-1 586	-1 820
10 – 19	-1 761	-2 390	-1 575	-1 490	-1 896
20 – 39	-5 498	-5 408	-2 717	-1 494	-2 610
40 – 59	-5 523	-5 267	-2 632	-1 516	-4 603
60 – 79	-5 094	-4 062	-2 141	-2 785	-7 023
80 – 99	-4 298	-3 424	-1 519	-4 453	-2 909
100 – 119	-3 580	-3 344	-1 499	-4 380	-2 249
120 – 284	-2 578	-2 998	-1 427	-6 174	-1 725
0 – 284	-4 313	-4 050	-2 146	-3 592	-3 032

Bilaga 5. Medianen för koldioxidupptag av levande biomassa på marker av markklass Trädklädd mark, ej hävdad

Mediankoldioxidupptag av levande biomassa, från olika typer av marker tillhörande markklassen Trädklädd mark, ej hävdad, presenteras i tabell B5. Dessa medianer beräknades utifrån de ytor för vilka SLU skogskarte-celler ej vidrör en byggnad. Med undantag från en markanvändningskategori (Barrblandskog (på våtmark) (123)), för vilken endast tre celler fanns att tillgå, var underlaget för medianberäkningen gott för de medianer som tillämpas vid beräkningen.

Tabell 34. Median för koldioxidupptag av levande biomassa för biotopklasser (enligt Stockholms stads biotopdatabas 2019 enligt metodiken i BIOTOP Stockholm (Skånes, 2021)) och markanvändningskategorier (enligt Nationella Marktäckedata (Naturvårdsverket, 2021b)) inom markklassen Trädklädd mark, ej hävdad samt antalet rasterceller i Hybridkartan från vilken medianen beräknats. Gråmarkerade biotopklasser och markanvändningskategorier finns ej med bland de rasterceller i SLU Skogskarta som är i kontakt med byggnader.

Biotopklass enligt Stockholms stads biotopdatabas 2019 ¹	Koldioxid-upptag (kg CO ₂ ha ⁻¹ år ⁻¹)	Antal celler
231 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD talldominerad (Steg1 & 2)	-3 867	6 896
232 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD grandominerad (Steg1 & 2)	-3 822	101
233 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD barrblandad (Steg1 & 2)	-3 904	2 007
234 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD lövblandad barrdominerad (Steg1 & 2)	-3 809	7 273
235 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD lövdominerad (Steg1 & 2)	-3 539	17 635
236 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD ädellövdominerad (Steg1 & 2)	-3 292	30 628
237 Urban grönstruktur av trädkaraktär enligt NMD blandlövsdominerad (Steg1 & 2)	-3 172	16 440
614 Lövblandad barrdominerad trädklädd mark på SGU berg i dagen (Steg1-kod)	-3 877	34 985

615 Triviallövsdominerad trädklädd mark på SGU berg i dagen (Steg1-kod)	-3 659	4 459
625 Triviallövsdominerad trädklädd mark på SGU grovsediment (Steg1-kod)	-2 790	43
631 Talldominerad trädklädd torr-våt mark (Steg1-kod)	-3 852	1 003
633 Barrblandad trädklädd mark på torr-våt mark (Steg1-kod)	-3 787	1 462
634 Lövblandad barrdominerad trädklädd mark på torr-våt mark (Steg1-kod)	-3 760	15 908
635 Triviallövsdominerad trädklädd mark på torr-våt mark (Steg1-kod)	-3 409	4 948
711 Trädklädd hävdpräglad hållmark, berg i dagen	-3 080	502
712 Trädklädd hävdpräglad block-stenmark	-3 927	84
721 Trädklädd hävdpräglad torr gräsmark/gräshed	-2 494	515
732 Trädklädd torr-frisk hävdpräglad gräsmark	-2 713	4 749
733 Trädklädd frisk-fuktig hävdpräglad gräsmark	-2 697	1 422
734 Trädklädd våt hävdpräglad gräsmark	-3 084	635
811 Talldominerad skog på SGU berg i dagen	-3 523	108 808
812 Grandominerad skog på SGU berg i dagen	-4 041	1 267
813 Barrdominerad skog på SGU berg i dagen	-3 868	16 908
814 Blandad (barr/löv) skog på SGU berg i dagen	-3 833	38 759
815 Triviallövsdominerad skog på SGU berg i dagen	-3 290	11 507
816 Ädellövsdominerad skog på SGU berg i dagen	-2 941	42 244
817 Blandlövsdominerad (ädellövsinslag) skog på SGU berg i dagen	-3 059	12 755
818 Störd skogsmark på SGU berg i dagen	-2 058	2 784
821 Talldominerad skog på SGU grovsediment	-3 321	3 326
822 Grandominerad skog på SGU grovsediment	-3 610	53
822 Grandominerad skog på SGU grovsediment	-3 679	2 519
824 Blandad (barr/löv) skog på SGU grovsediment	-3 962	1 256
825 Triviallövsdominerad skog på SGU grovsediment	-3 116	720
826 Ädellövsdominerad skog på SGU grovsediment	-2 783	418
827 Blandlövsdominerad (ädellövsinslag) skog på SGU grovsediment	-3 071	513
828 Störd skogsmark på SGU grovsediment	-1 675	855
831 Talldominerad torr-våt skog	-3 593	4 223
832 Grandominerad torr-våt skog	-4 027	4 545
833 Barrdominerad torr-våt skog	-3 882	11 736
834 Blandad (barr/löv) torr-våt skog	-3 966	11 582
835 Triviallövsdominerad torr-våt skog	-3 160	21 151

836 Ädellövsdominerad torr-våt skog	-3 017	30 165
837 Blandlövsdominerad (ädellövsinslag) torr-våt skog	-3 059	12 483
838 Störd skogsmark på torr-våt mark	-1 876	966
841 Talldominerad skog på SGU/FK våtmark	-3 405	71
842 Grandominerad skog på SGU/FK våtmark	-4 048	13
843 Barrdominerad skog på SGU/FK våtmark	-3 640	328
844 Blandad (barr/löv) skog på SGU/FK våtmark	-3 978	1 318
845 Triviallövsdominerad skog på SGU/FK våtmark	-3 264	9 172
846 Ädellövsdominerad skog på SGU/FK våtmark	-2 417	1 195
847 Blandlövsdominerad (ädellövsinslag) skog på SGU/FK våtmark	-3 141	643
848 Störd skogsmark på SGU/FK våtmark	-1 866	27
Markanvändningskategori enligt Nationella Marktäckedata¹		
111 Tallskog (utanför våtmark)	-3 937	5 926
112 Granskog (utanför våtmark)	-3 927	175
113 Barrblandskog (utanför våtmark)	-3 989	1 102
114 Lövblandad barrskog (utanför våtmark)	-3 721	6 057
115 Triviallövskog (utanför våtmark)	-3 452	31 158
116 Ädellövskog (utanför våtmark)	-3 413	33 406
117 Triviallövskog med ädellövinslag (utanför våtmark)	-3 269	22 970
118 Temporärt ej skog (utanför våtmark)	-1 796	294
121 Tallskog (på våtmark)	-3 576	3
123 Barrblandskog (på våtmark)	-4 011	3
124 Lövblandad barrskog (på våtmark)	-3 587	19
125 Triviallövskog (på våtmark)	-3 108	884
126 Ädellövskog (på våtmark)	-4 138	4
128 Temporärt ej skog (på våtmark)	-2 014	7

¹ Marker som sammanfaller med markanvändning Pågående exploatering (401) ingår ej i de rapporterade biotopklasserna enligt *Stockholms stads biotopdatabas 2019* (Skånes, 2021) eller i markanvändningskategorierna enligt *Nationella Marktäckedata* (Naturvårdsverket, 2021b).

Bilaga 6. Resultat för Övrig öppen mark med vegetation

Markanvändning inom markanvändningskategorin Övrig öppen mark med vegetation

Nationella Marktäckedata (Naturvårdsverket, 2021b) markanvändningskategori Övrig öppen mark utgör 21,6% (4 070 ha) av Stockholms stads markområde. Enligt *Stockholms stads biotopdatabas 2019* (Skånes, 2021) består denna mark till största del av mark definierad som huvudklass Urban grönstruktur (200) (69,2%, varav 4,5 procentenheter Urban grönstruktur av trädkaraktär (231 – 237)), följt av Urban gråstruktur (100) (10,3%) och Öppen mark (400) (7,0%), se tabell B6.1. Till dessa tillkommer ca 18 ha byggnader från *Stockholms stads baskartas byggnadslager* (Stockholms stad, 2021) som är lokaliserade inom den öppna marken med vegetation. Flera av de biotopklasser som omfattas är per definition inte öppen mark med vegetation (t ex samtliga biotopklasser inom huvudklass Skogsmark (800), Trädklädd mark (600) och Urban gråstruktur (100)). Att sådan typ av mark överlagrar markanvändningskategorin Övrig öppen mark med vegetation (42) är delvis en effekt av olika upplösning och tidsskillnader hos de två datakällorna *Nationella marktäckedata* och *Stockholms stads biotopdatabas 2019* men kan också bero på skillnader i karteringsmetodik.

Tabell 35. Arealandelar av huvudklasser enligt Stockholms stads biotopdatabas 2019 enligt metodiken i BIOTOP Stockholm (Skånes, 2021) för Nationella Marktäckedatas markanvändningskategori Öppen mark med vegetation (42) (Naturvårdsverket, 2021b).

Huvudklass	Andel av ytarealen Öppen mark med vegetation (%)
100 Urban gråstruktur	10,3
200 Urban grönstruktur	69,2
300 Odlingsmark	5,2
400 Öppen mark	7,0
500 Buskmark	1,0
600 Trädklädd mark	1,0
700 Trädklädd hävdpräglad mark	0,4
800 Skogsmark	5,8
900 Vatten	0,1

Fördelat över markklasser är en tredjedel av Öppen mark med vegetation (42) Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan och en fjärdedel Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark (se tabell B6.2). Den tredje vanligaste markanvändningen är Trädklädd mark, ej hävdad (11%).

Tabell 36. Arealer av markklasser och vatten för Nationella Marktäckedatas markanvändningskategori Öppen mark med vegetation (42) (Naturvårdsverket, 2021b) inom Stockholms stad.

Markklass	Areal (ha)	Andel av ytarealen Öppen mark med vegetation (%)
Buskmark och extensivt skött urban eller öppen mark	1 052	25,8
Byggnader	153	3,8
Hävdad mark	248	6,1
Klippt gräsmark, ev med trädpåverkan	1 374	33,8
Odlad mark	211	5,2
Trädklädd mark, ej hävdad	453	11,1
Urban gräsmark, utan trädpåverkan	91	2,2
Vägar	120	2,9
Övrig grå urban mark	187	4,6
Övrig mark med lågt markkolinnehåll	178	4,4
Vatten	3	0,1

Kolförråd och koldioxidupptag inom markanvändningskategorin Övrig öppen mark med vegetation

Kolförråd per ytenhet är 95 ton C ha⁻¹ för markanvändningskategorin Övrig öppen mark (42) (se tabell B6.3). Majoriteten av kolförrådet (84%, motsvarande 80 ton C ha⁻¹) finns i markkolspoolen.

Tabell 37. Kolförråd per ytenhet för markanvändningskategorin Öppen mark med vegetation (42) fördelat över olika kolpooler.

Kolpool	Kolförråd (ton C ha ⁻¹)
Levande biomassa, totalt	12,1
Dött organiskt material, totalt	2,9
Markkol, organogen mark	777,8
Markkol, minerogen mark	90,2
Markkol, totalt	80,2
Totalt kolförråd	95,2

Sammantaget fungerar markklassen Övrig öppen mark som en kolsänka med ett koldioxidupptag på -350 kg CO₂-ekv. ha⁻¹ år⁻¹ (se tabell B6.4). Upptaget av växthusgaser utgörs till övervägande del av kolinlagring hos den levande biomassan.

Tabell 38. Koldioxidupptag av markanvändningskategorin Öppen mark med vegetation (42) fördelat på olika kolpooler.

Kolpool	Koldioxidupptag (kg CO ₂ -ekv. ha ⁻¹ år ⁻¹)
Levande biomassa, totalt	-367
Dött organiskt material, totalt	-32
Markkol, organogen mark	15 311
Markkol, minerogen mark	-71
Markkol, totalt	49
Koldioxidupptag per ytenhet	-350