

Klimatpåverkan från energitorv ur ett systemperspektiv

Profu, 2018-06-29



Innehåll

1	Sammanfattning	1
2	Bakgrund.....	7
3	Torv	9
3.1	Olika typer av torv och torvmarker	9
3.2	Energitorvanvändning i Sverige	11
3.3	Odlingstorv.....	13
4	Klimatpåverkan från torvmarker.....	14
4.1	Parametrar som påverkar upptag och utsläpp av växthusgaser från torvmarker	15
4.2	Orörda torvmarker	16
4.3	Dränerad obeskogad torvmark.....	17
4.4	Dränerad skogbevuxen torvmark.....	18
5	Klimatpåverkan från produktion och användning av energitorv	21
5.1	Klimatpåverkan från markförberedelser och torvskörd	21
5.1.1	Tillvägagångssätt.....	22
5.1.2	Klimatpåverkan	23
5.2	Klimatpåverkan från förbränning.....	23
5.2.1	Förbränningstekniska fördelar med att använda torv.....	23
5.2.2	Klimatpåverkan	24
5.3	Klimatpåverkan kopplat till återställning av torvmark.....	24
5.3.1	Beskogning.....	24
5.3.2	Våtmark	26
5.3.3	Sjö	27
6	Systemperspektivet och konsekvensmetoden	28
6.1	Konsekvensperspektivet.....	28
6.2	Vilka torvtäcker påverkas av torvanvändningen?	29
6.3	Substitutionseffekter	30
6.4	Tidsperspektivets betydelse	32
7	Metodik, antaganden och utvalda scenarier	34
7.1	Metodik och antaganden.....	34
7.2	Utvalda scenarier för utsläpp från torvmark.....	35
7.2.1	Studerade scenarier för utsläpp från skogsmark	35
7.2.2	Studerat scenario för utsläpp från åkermark	37
8	Resultat	39
8.1	Utsläpp från mark vid olika scenarier för torvproduktion	39

8.1.1	Skogsmark: Resultat för scenario A2.....	40
8.1.2	Skogsmark: Resultat för scenario A3.....	43
8.1.3	Skogsmark: Resultat för scenario C3.....	47
8.1.4	Skogsmark: Resultat för samtliga 12 scenarier	51
8.1.5	Åkermark	52
8.2	Resultaten för energitorv som bränsle	55
8.3	Resultaten inklusive alternativ elproduktion.....	60
8.4	Resultaten applicerade på klimatbokslut.....	63
9	Referenser	65

1 Sammanfattning

På uppdrag av Svensk Torv, TorvForsk och Neova har Profu analyserat energitorvens klimatpåverkan ur ett utvidgat systemperspektiv.

Klimatpåverkan från användning av torv för energiproduktion har diskuterats mycket under de senaste decennierna, och genom åren har det genomförts ett flertal studier och livscykelanalyser som har studerat klimatpåverkan från torvmarker, torvanvändning och återställning av torvmarker. De livscykelanalysstudier som har genomförts av torvens klimatpåverkan visar på betydande skillnader i klimatpåverkan, både positiva och negativa effekter, beroende på vilken torvmark man utgår ifrån, hur torvtäkten anläggs, hur torven skördas samt, inte minst, hur torvtäkten därefter återställs.

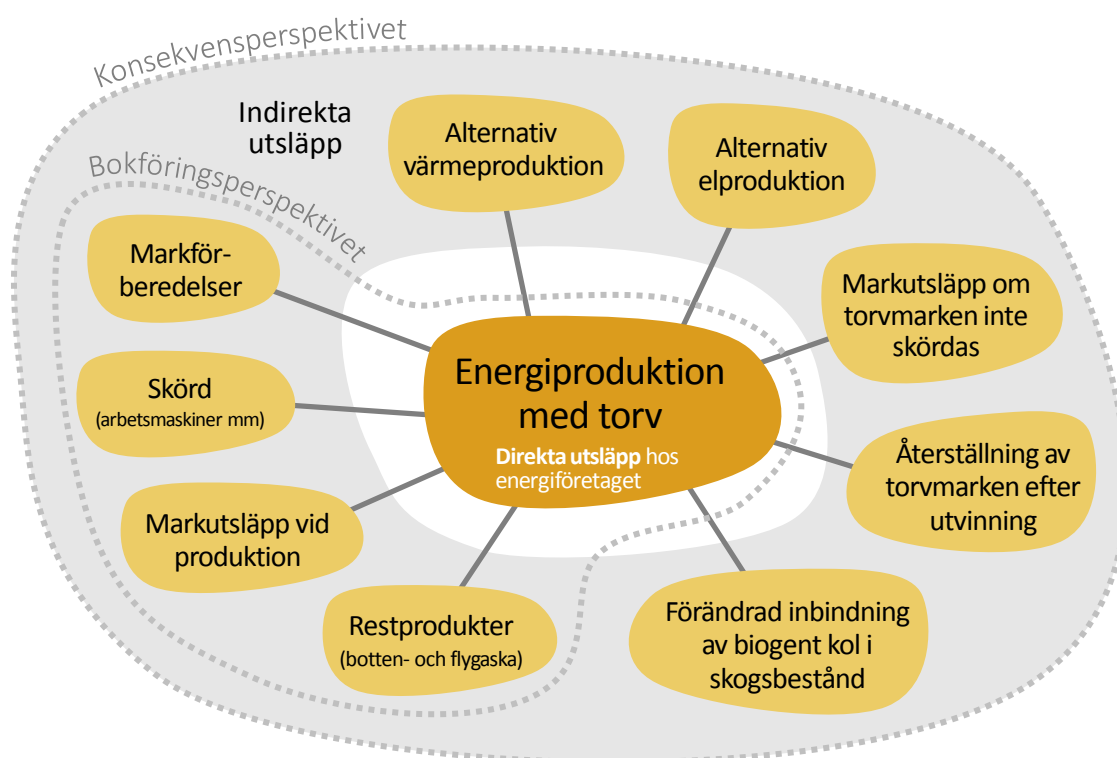
Även om anläggningar som eldar torv fortfarande omfattas av det svenska elcertifikatsystemet är torvens roll i det framtida energisystemet idag högst osäker. Dels genom att IPCC jämför torvens utsläpp av växthusgaser vid förbränning med dem från fossila bränslen, vilket gör att dessa anläggningar ingår i EU:s system för handel med utsläppsrätter (EU-ETS). Dels genom att användning av el och värme från produktion, där energitorv ingår, dessutom faller sämre ut inom olika miljöklassningssystem för byggnader.

Gemensamt är att man i dessa fall tar hänsyn till och rapporterar de direkta utsläppen från förbränning av torv. Ibland ingår även de "uppströms" utsläpp som uppstår från t.ex. skörd, lagring och distribution av torven. Förutom att det sker betydande utsläpp av koldioxid vid förbränning av torv ger dränerade torvmarker upphov till relativt stora utsläpp av växthusgaser när torven inte skördas och används. Detta innebär att användningen av energitorv även bidrar till minskade utsläpp genom att dessa utsläpp undviks, eftersom endast torv från dränerade marker skördas i Sverige. Även om emissionerna vid förbränning av energitorv är betydande, finns det alltså en rad faktorer som kan bidra till att nettoklimatpåverkan från användning av energitorv inte är lika betydande som då man enbart ser till de direkta utsläppen vid förbränning.

Avgörande för att bedöma vilken klimatpåverkan som uppkommer om man producerar el och värme från torv är valet av korrekt miljövärderingsprincip.

I denna studie har klimatpåverkan från energitorv studerats utifrån det s.k. konsekvensperspektivet. Ordet "konsekvens" innebär att man följer och beskriver alla konsekvenser av en förändring/åtgärd, vilket betyder att man fångar upp och adderar alla klimateffekter som uppkommer från torvanvändningen. Konsekvensanalysen är ofta mer omfattande jämfört med andra miljövärderingsprinciper eftersom man behöver beskriva ett relativt stort system. Fördelen med konsekvensanalysen är man får fram den totala nettoklimatpåverkan av en förändring/åtgärd. Därmed får man fram ett värde som kan användas som beslutsunderlag inför föreslagna förändringar eller exempelvis ett redovisningsvärde för det totala nettobidraget under föregående år.

I figur S1 illustreras vilka delsystem som ingår i beräkningarna av energitorvens klimatpåverkan, samt skillnaden mellan vilka system som omfattas då man använder sig av konsekvensperspektivet jämfört med bokföringsperspektivet. Bokföringsperspektivet beskriver endast de tillförda utsläppen som ett företag eller en produkt ger upphov till. Systemgränsen är betydligt snävare och exkluderar t.ex. nyttan/onyttan från de produkter och tjänster som företaget levererar.



Figur S1. Energitorvens klimatpåverkan ur ett systemperspektiv. Figuren visar principiellt de direkta och indirekta utsläpp som ingår i klimatberäkningarna. Figuren visar även skillnaden mellan konsekvensperspektivet (systemperspektivet) och bokföringsperspektivet.

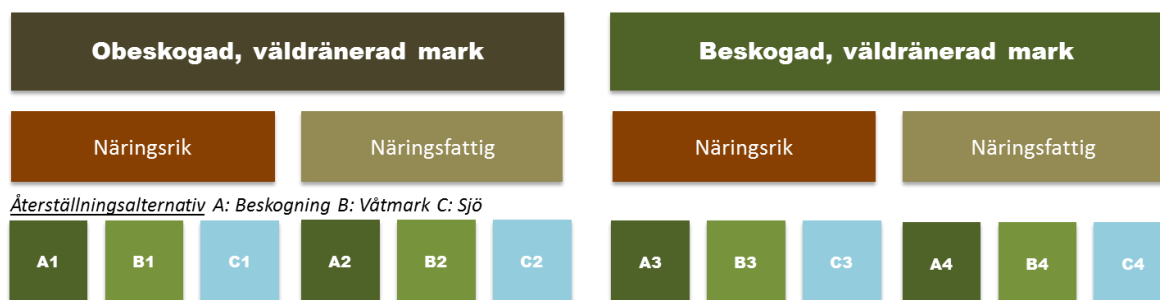
Om man för ett energiföretag vill studera konsekvenserna av att öka (eller minska) torvanvändningen så är det inte direkt uppenbart vilka torvtäkter som kommer att påverkas. Eftersom det är stor skillnad i klimatpåverkan mellan olika torvtäkter så är det väsentligt att man från fall till fall väljer det alternativ som bäst speglar konsekvensen av den förändrade torvanvändningen. Om man ökar torvuttaget så innebär detta enligt konsekvensperspektivet att man, för att balansera efterfrågan, kommer att tidigarelägga öppnandet av en ny torvtäkt och vice versa. Därmed påverkar ett ökat torvuttag även andra framtida torvtäkter. Vilka torvtäkter som kommer att påverkas framöver är inte självklart, men som grundfall i de beräkningar som genomförs i denna utredning så har vi valt en beskogad näringsrik torvmark som efter torvproduktionen¹ återigen beskogas. Detta innebär att det inte är den torvtäkt som man faktiskt kommer att använda till energiproduktion de närmaste åren som beskrivs i klimatberäkningarna. Istället beskrivs klimatpåverkan från den torvtäkt som behöver tas i bruk tidigare på grund av den ökade torvanvändningen.

En viktig fråga för beräkningen av torvens klimatpåverkan är valet av studerad tidperiod. I utredningen har vi valt att presentera resultat för tre tidsperioder: 20 år, 100 år respektive 300 år, där 100-årsperspektivet utgör grundfall.

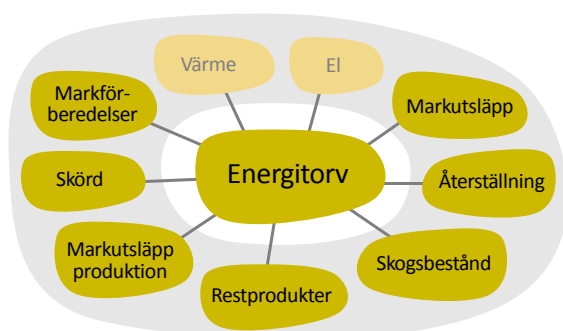
Rapporten omfattar tolv olika scenarier samt ett tilläggsscenario för klimatpåverkan från produktion och användning av energitorv. Utgångspunkten för de tolv scenarierna är en väl-dränerad torvmark som är antingen obesogad eller beskogad, näringsrik eller näringsfattig och som antingen återställs genom beskogning, som våtmark eller som sjö. Scenarier omfattar endast väl-dränerad torvmark vilket innebär att marken tidigare har brukats på något sätt.

¹ Med produktion av torv avses genomgående i rapporten skörd av torv och därtill förknippade aktiviteter.

Figuren S2 visar matrisen med de tolv olika scenarierna. Utöver dessa scenarier beskrivs även scenario "Åkermark" som beskriver klimatpåverkan från användningen av energitorv från tidigare åkermark som återställs som sjö.



Figur S2. De tolv torvscenarier som har studerats i utredningen. Dessutom studeras ytterligare ett scenario som inte finns med i figuren som avser torvskörd på tidigare åkermark. Scenarierna skiljer sig åt beroende på om man utgår från en beskogad eller obeskogad mark, om marken är näringsrik eller näringsfattig samt hur man återställer marken när all torv har skördats. Tre alternativa återställningsmetoder har studerats: Beskogning (A), våtmark (B) och sjö (C).

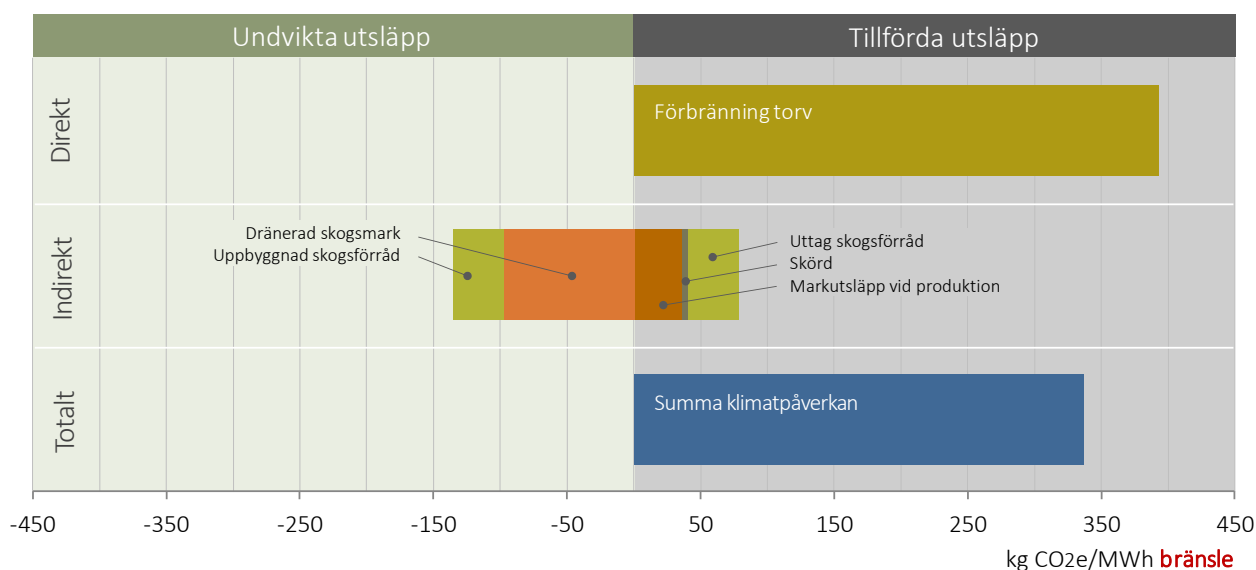


Figur S3. Systemgräns för de resultat som presenteras i figur S4 och S5. Resultaten exkluderar alternativ el- och värmeproduktion.

torvmark som idag används för torvproduktion i Sverige. Scenario A3 innebär att man utgår och använder energitorv från en näringsrik och dränerad torvmark som initialt är beskogad och som återbeskogas när all torv har skördats. Diagrammet i figur S4 visar utsläppen för detta scenario i ett 100-årsperspektiv. Figuren illustrerar bland annat att det är väsentligt att inkludera utsläpp från torvmarken både vid skörd av torv (*tillförda indirekta utsläpp*) och utsläpp som undviks tack vare att man skördar torven (*undvikta indirekta utsläpp*). Det sistnämnda eftersom det sker betydande utsläpp från dränerad torvmark när denna mark lämnas obrukad, mer än vad som släpps ut när man skördar torven. Totalt, när man även inkluderar förbränningen av torv, sker då ett nettoutsläpp av CO₂e (blå stapel i diagrammet)

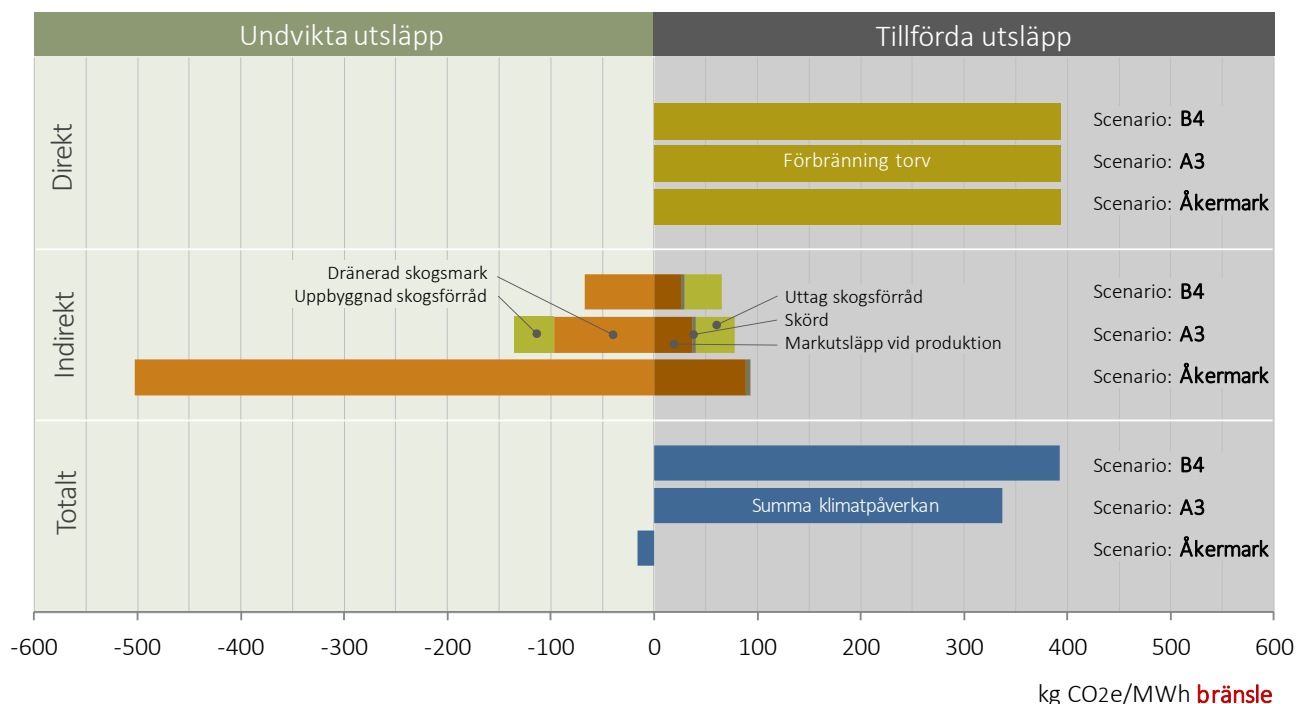
I denna sammanfattning presenteras några av de resultat som utredningen har tagit fram. De första två diagrammen (Figur S4 och S5) presenterar klimatpåverkan från användning av energitorv utan hänsyn tagen till hur energiproduktionen ersätter annan värme- och/eller elproduktion (se beskrivning av aktuell systemgräns i figur S3). Klimatpåverkan uttrycks därmed med enheten kg CO₂e/MWh bränsle.

I figur S4 visas resultatet från scenario A3. Inom ramen för projektet bedömer vi att detta är ett vanligt förekommande fall när det gäller vilken



Figur S4. Exempel på resultat för ett av de 13 torvscenarier som har studerats. Figuren presenterar scenario A3 i ett 100-årsperspektiv. A3 är en beskogad, dränerad och näringsrik torvmark som efter skörd beskogas igen. Resultaten presenteras som kg CO₂e/MWh bränsle, dvs utan hänsyn tagen till produktionen av värme och/eller el.

För att ytterligare illustrera betydelsen av vald mark och återställningsmetod kompletteras i figur S5 scenario A3 med de två scenarier med sämst respektive bäst utfall i ett 100-årsperspektiv. Scenariot med sämst utfall i ett 100-årsperspektiv är scenario B4, vilket innebär att en beskogad, väl-dränerad och näringsfattig torvmark används för torvproduktion i 20 år och därefter återställs marken genom våtmark. Scenariot med bäst utfall är scenariot med torvproduktion på tidigare dränerad åkermark som återställs som sjö. Även här presenteras resultaten som kg CO₂e/MWh bränsle, dvs. utan hänsyn tagen till produktionen av värme och/eller el.



Figur S5. Klimatpåverkan från energitorv. Produktion och användning av torv från två typer av skogsmark (scenario A3 och B4) samt från åkermark i 100-årsperspektiv. Figuren visar huvudfallet (A3) samt de två scenarierna med sämst respektive bäst utfall.

Sämst utfall - Scenario B4:

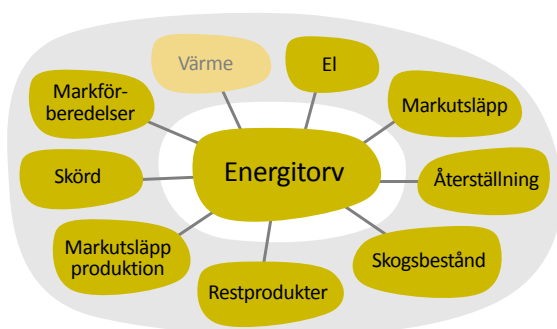
Beskogad väl-dränerad och näringsfattig mark som efter skörd återställs som våtmark.

Huvudfall – Scenario A3:

Beskogad väl-dränerad och näringsrik mark som efter skörd återställs med skog.

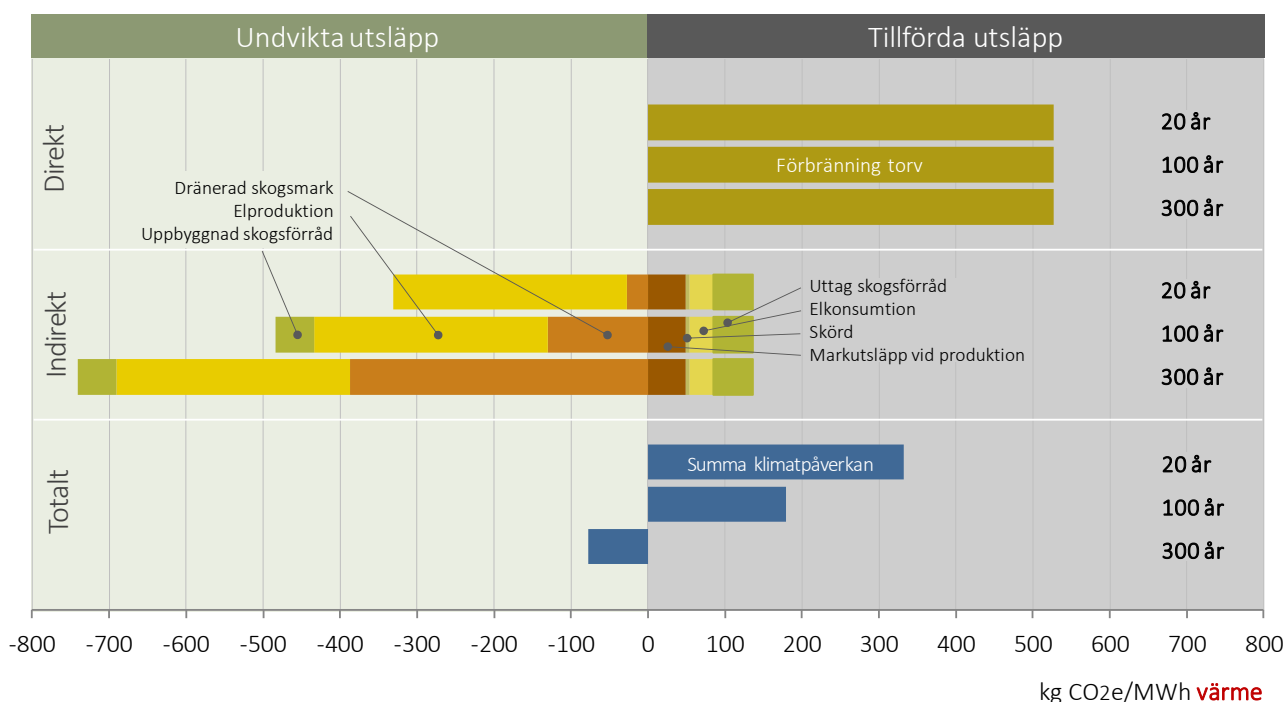
Bäst utfall – Scenario Åkermark:

Åkermark som efter skörd återställs som sjö.



Figur S6. Systemgräns för det resultat som presenteras i figur S6. Resultaten exkluderar alternativ värmeproduktion.

För att visa på betydelsen av vilket tidsperspektiv man använder för att studera klimatpåverkan, visas i figur S7 skillnaden i nettoklimatpåverkan för scenario A3 i ett 20-, 100- respektive 300-årsperspektiv. Här har dessutom systemet utvidgats ytterligare och omfattar även nyttan av att inkludera elproduktion från kraftvärmeförbrukning (Figur S6 visar den aktuella systemgräns som används). Resultatet visas därför med enheten kg CO₂e/MWh värme.



Figur S7. Klimatpåverkan från energitorv för tre tidsperspektiv (20-, 100- och 300-årsperspektivet). Produktion och användning av energitorv enligt scenario A3. Energitorven används för kraftvärmeproduktion. Värmeproduktion är kraftvärmeanläggningens huvudprodukt och elproduktionen sker tack vare värmeproduktionen.

Utifrån figur S5 och figur S7 kan vi konstatera att det finns torvmarker som leder till minskade växthusgasutsläpp baserat på skörd, förbränning och efterbehandling. Man bör dock notera att detta endast gäller för ett av de 13 scenarier som inkluderats i denna studie. För att övriga scenarier ska kunna uppnå motsvarande klimatprestanda krävs det därmed kompletterande åtgärder som leder till minskade växthusgasutsläpp och som sker som en direkt konsekvens av energitorvanvändningen. Inom ramen för projektet har diskussioner skett kring detta i form av sk "åtgärds paket". Dessa skulle innebära att man betalar en extra avgift vid energitorvköpet som används för att minska utsläppen av växthusgaser från annan dränerad torvmark där växthusgasutsläppen är höga. På denna mark sker då ingen torvskörd utan den extra avgiften vid energitorvköpet används för åtgärder i syfte att minska utsläppen, t ex genom anläggande av sjö eller våtmark. Det blir då centralt huruvida man genomför detta som en konsekvens av energitorvköpet eller om det hade skett i alla fall, dvs oavsett energitorvköpet. I det förstnämnda fallet kan man se energitorvanvändningen och åtgärderna på annan mark som en helhet och räkna på nettoutfallet, medan detta inte går att göra i det andra fallet. Det vill säga att energitorvanvändningen kan "tillgodoräkna" sig de undvikna utsläppen kopplade till åtgärden i det första fallet, medan det inte är möjligt i det sistnämnda fallet.

2 Bakgrund

Torv har använts i den svenska energiproduktionen under lång tid, och även om användningen de senaste decennierna har minskat användes under 2016 omkring 1,4 TWh energitorv för el- och värmeproduktion i Sverige.

Idag är torvens roll i det framtida energisystemet högst osäker, även om anläggningar som eldar torv fortfarande omfattas av det svenska elcertifikatsystemet. Genom att IPCC jämsätter torvens utsläpp av växthusgaser vid förbränning med dem från fossila bränslen ingår dessa anläggningar i EU:s system för handel med utsläppsrätter (EU-ETS), och frågan om energitorvens vara eller icke-vara i Sverige har debatterats de senaste åren. Naturvårdsverket föreslog 2016 att elcertifikat för anläggningar som eldar med torv helt borde avvecklas, och även om det inte skedde någon förändring av torvens roll i elcertifikatsystemet finns det ett fortsatt ökat tryck på energiproducenter att fasa ut torven på grund av dess fossila stämpel. Användning av el och värme från produktion där energitorv ingår faller dessutom sämre ut inom olika miljöklassningssystem för byggnader, vilket innebär att torvens roll i det framtida energisystemet är högst osäker.

Gemensamt är att man i dessa fall tar hänsyn till och rapporterar de direkta utsläppen från förbränning av torv. Ibland ingår även de "uppströms" utsläpp som uppstår från t.ex. skörd, lagring och distribution av torven. Förutom att det sker betydande utsläpp av koldioxid vid förbränning av torv ger torvmarker, och då framförallt dränerade torvmarker, upphov till relativt stora utsläpp av växthusgaser när torven inte skördas och används. Detta innebär att användningen av energitorv även bidrar till minskade utsläpp genom att dessa utsläpp undviks.

Eftersom klimatpåverkan från användning av torv för energiproduktion är ett ämne som har diskuterats mycket under de senaste decennierna, har det genom åren genomförts många studier och livscykelanalyser som har studerat klimatpåverkan från torvmarker, torvanvändning och återställning av torvmarker framförallt i Finland, där man har en stor inhemsk användning av torv, men även i Sverige. De livscykelanalysstudier som har genomförts av torvens klimatpåverkan visar på betydande skillnader i klimatpåverkan, både positiva och negativa effekter, beroende på vilken torvmark man utgår ifrån, hur torvtäkten anläggs, hur torven skördas samt inte minst hur torvtäkten därefter återställs. Även om emissionerna vid förbränning av energitorv är betydande, finns det en rad faktorer som kan bidra till att nettoklimatpåverkan från användning av energitorv inte är lika betydande som då man enbart ser till de direkta utsläppen vid förbränning.

Det finns dessutom en betydande tidsaspekt att ta hänsyn till när det gäller torvens klimatpåverkan. Tidsaspekterna hänger dels samman med det faktum att torv tillväxer, om än långsamt, dels att utsläppen från torvproduktion² och förbränning av energitorv delvis kompenseras genom upptag av koldioxid i levande biomassa när en torvtäkt återställs genom beskogning.

I ljuset av torvens osäkra framtid som bränsle samt nya forskningsresultat kring växthusgasutsläpp från torvmarker har Svensk Torv och Neova efterfrågat en ny belysning av energitorvens klimatpåverkan, där man tar hänsyn till hela nettoklimatpåverkan av att använda torv som bränsle. Mot bakgrund av detta har Profu på uppdrag av Svensk Torv, TorvForsk och Neova analyserat energitorvens klimatpåverkan i ett utvidgat systemperspektiv. Övriga finansörer omfattar Sandviken Energi, Skellefteå Kraft, Mölndal Energi, Karlskoga Kraftvärmeverk, Vapo samt Kommunbränsle i Ådalen.

Projektet har varit uppdelat i tre delar med en huvudstudie samt två fallstudier. Huvudstudiens främsta syfte har varit att för ett antal olika scenarier med hjälp av den så kallade konsekvensmetoden analysera den totala nettoklimatpåverkan som orsakas av energitorvanvändningen, där man tar hänsyn till både

² Med produktion av torv avses genomgående i rapporten skörd av torv och därtill förknippade aktiviteter.

upptag och utsläpp i olika delar av kedjan från torvmark, via torvbruk till förbränning av energitorv samt återställningsval av torvtäkten. Denna del av projektet har därför omfattat en övergripande insamling av information och referensdata. Inom ramen för detta har också genomförts ett flertal träffar och samtal med forskare inom området, där en viktig del i dessa samtal har varit att diskutera metodik samt säkerställa kvaliteten på de antaganden och referenser som har använts för analysen.

De två fallstudierna har formen av två så kallade utökade klimatbokslut, som beskriver ett energiföretags hela nettoklimatpåverkan i ett utvidgat systemperspektiv.

Idag genomförs utökade klimatbokslut för 28 olika energiföretag i Sverige. I dessa bokslut omfattas både direkta och indirekta utsläpp som uppkommer och/eller undviks på grund av energiföretagets verksamheter. Klimatboksluten beskriver på detta sätt hela klimatpåverkan av ett energiföretag och kan således ge en sammanställning av den klimatnytta som ett energiföretag i de flesta fall bidrar med i ett större samhällsperspektiv. Inom energibranschen idag redovisas nästan uteslutande endast de förbrännings- och produktionsrelaterade utsläppen för de företag som använder torv i sin energiproduktion. Den utökade scenarioanalysen för torv som har tagits fram inom ramen för huvudstudien utgör därmed ett viktigt komplement till de två klimatbokslut som har genomförts för Sandviken Energi respektive Neovas fjärrvärmeproduktion i Kramfors.

I syfte att illustrera konsekvenserna av att inkludera den utökade scenarioanalysen för torvanvändning i klimatboksluten ges i denna rapport även exempel från resultatet från fallstudierna. Respektive företags klimatbokslut redovisas däremot i sin helhet som separata rapporter.

Inom ramen för denna studie har vi huvudsakligen utgått från ett antal av de svenska studier som har genomförts inom området de senaste tio åren, främst Hagberg & Holmgren (2008), de Jong m.fl. (2015), Jordan (2016), Lindgren & Lundblad (2014), Lundblad m.fl. (2016), Norberg (2017) samt Olsson (2016). I referenslistan framgår samtliga studier som vi har beaktat inom projektet.

Vi vill här också passa på att rikta ett särskilt tack till Mats Olsson, Kerstin Berglund, Mattias Lundblad och Sabine Jordan på SLU Ultuna samt Åsa Kasimir och Leif Klemedtsson på Göteborgs universitet för mycket värdefulla diskussioner om klimatpåverkan från torvmarker och torvskörd. Vi vill även tacka Marcus Öhman på Luleå Tekniska universitet för hans kommentarer kring torvens förbränningstekniska egenskaper.

3 Torv

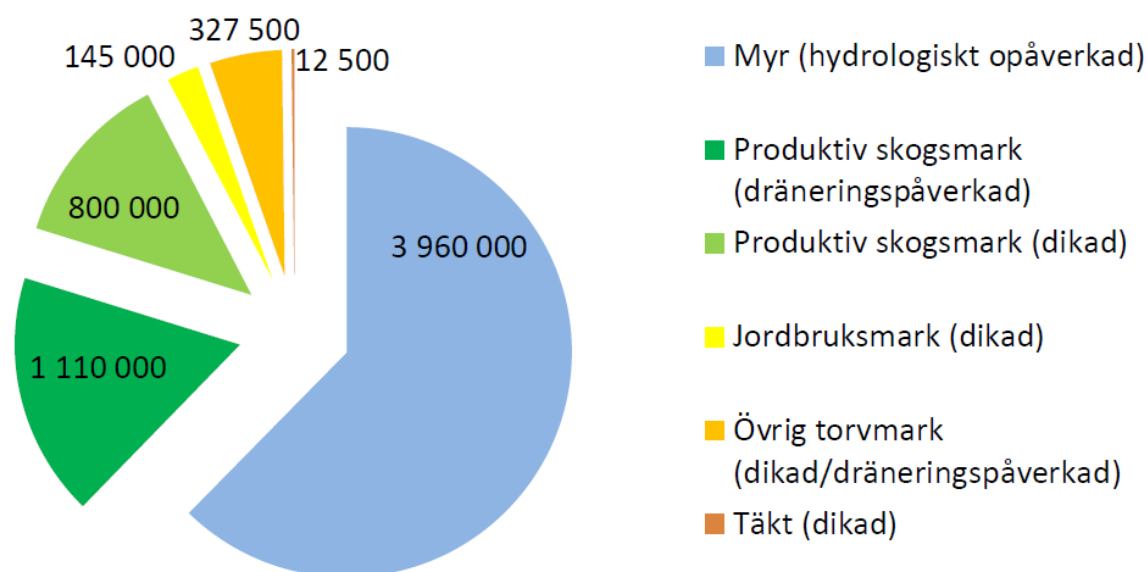
I detta kapitel ges en övergripande beskrivning av olika typer av torv och torvmarker samt något om användningen av energitorv i Sverige.

3.1 Olika typer av torv och torvmarker

Torv är en organisk jordart som bildas genom ofullständig nedbrytning av huvudsakligen växtmaterial, i en våt, syrefattig miljö. För att definieras som torv måste jorden bestå av minst 30 % (torrsubstans) dött organiskt växtmaterial (Göttlich, 1990, citerad i Jordan, 2016).

Med torvmark avses ett torvtäckt område med ett torvlager som är minst 30 cm tjockt. Torvmarkerna i Sverige har alla bildats efter den senaste istiden, och är ofta flera tusen år gamla. Tillväxttakten av torv är långsam, och i genomsnitt bedöms den uppgå till ca 18-20 Mm³ per år i Sverige (Naturvårdsverket, 2016). Totalt uppskattas omkring 3-4 % av jordens landyta utgöras av torvmark globalt³, och Sverige är ett av världens torvmarkstätaste länder. Omkring 15-25 % av den svenska landarealen täcks av torvmark enligt den geologiska definitionen på torvmark där torvlagret är minst 30 cm djupt, motsvarande ca 6 350 000 hektar (se t.ex. Naturvårdsverket, 2016; SGU, 2016; de Jong m.fl., 2015). Andra källor uppger att arealen ligger runt 6,5 - 6,6 miljoner hektar (t.ex. Energimyndigheten, 2010; IVL, 2016). Omkring 1 promille av denna yta skördas enligt Svensk Torv.

Figur 1 visar den svenska torvmarksarealen i hektar, dess markslag samt graden av dränering/dikning enligt Naturvårdsverket (2016).



Figur 1 Den svenska torvmarksarealen i hektar (totalt 6 350 000 hektar) uppdelat på markslag samt graden av dränering/dikning. Källa: Naturvårdsverket (2016).

Det finns olika typer av torvmarker, och den torv som växer på de olika markerna delas huvudsakligen in efter vilken typ av växtlighet de bildats av.

³ Olika källor anger olika uppskattningar. Enligt Yu m.fl., 2010 (citerad i Leifeld & Menichetti, 2018) utgörs ca 3 % av landytan av torvmark globalt.

Begreppet myr används ibland för att beskriva vissa våtmarker med torvjordar, där grundvattenytan ligger i eller nära markytan. Myrar delas in i mosse, kärr och blandmyr, och de kan vara öppna eller träd- och/eller skogsbevuxna.

Mossar får vatten enbart via nederbörd, vilket innebär att marken och därmed växtlighetens tillgång på näring är dålig. Mossarna karaktäriseras av ett slutet täcke av främst vitmossor (*Sphagnum*) och starr (*Carex*), och en i övrigt ganska artfattig flora. Så kallade högmossar är vanliga i nederbördsrika delar av Götaland, samt längs den biologiska norrlandsgränsen.



Figur 2 Orrspel på mosse. Foto: Ebba Löfblad

Kärr har tillrinning av vatten från ytligt rinnande grundvatten som för med sig näringsämnen och mineral från omkringliggande marker. Vegetationen karaktäriseras av mer näringskrävande växter och kärr har en betydligt större artrikedom jämfört med mossar. Kärr finns över hela landet.



Figur 3 Kärknipprot (*Epipactis palustris*), en orkidé som växer i kalkrika kärr och fuktängar. Foto: Ebba Löfblad.

Torvens struktur och egenskaper bestäms av hur nedbruten, eller humifierad, det ingående organiska materialet är liksom dess botaniska sammansättning, och därmed halten av mineralämnen och kväve i torven. Om syretillgången är hög under torvtillväxten uppkommer s.k. höghumifierade torvtyper, där växtdelarna har brutits ner i högre grad. Vid lägre syretillförsel går nedbrytningen långsammare och ger en s.k. låghumifierad torv. Beroende på om torven tillväxer i kärr- eller högmossevegetation, bland sjöväxter eller i skogsmark talar man om kärrtorv, mossetorv, sjötorv eller skogstorv. Mossetorv består till exempel till stor del av rester från vitmossa, och är ofta dåligt nedbruten. Kärrtorven däremot har skiftande karaktär beroende på bland annat vilken typ av vegetation som bygger upp denna torv.



Figur 4 Sileshår växande i vitmossa (*Sphagnum*). Foto: Ebba Löfblad

Torv används huvudsakligen för tre ändamål: energiproduktion (energitorv), odling (växt- eller odlingstorv) samt inom djurhållning (strötorv). I mindre omfattning används torv även som filter vid rening av t.ex. oljeutsläpp, i textilproduktion, i whiskeyproduktion, som byggnadsmaterial, isolering och isoleringsplattor samt torvtak.

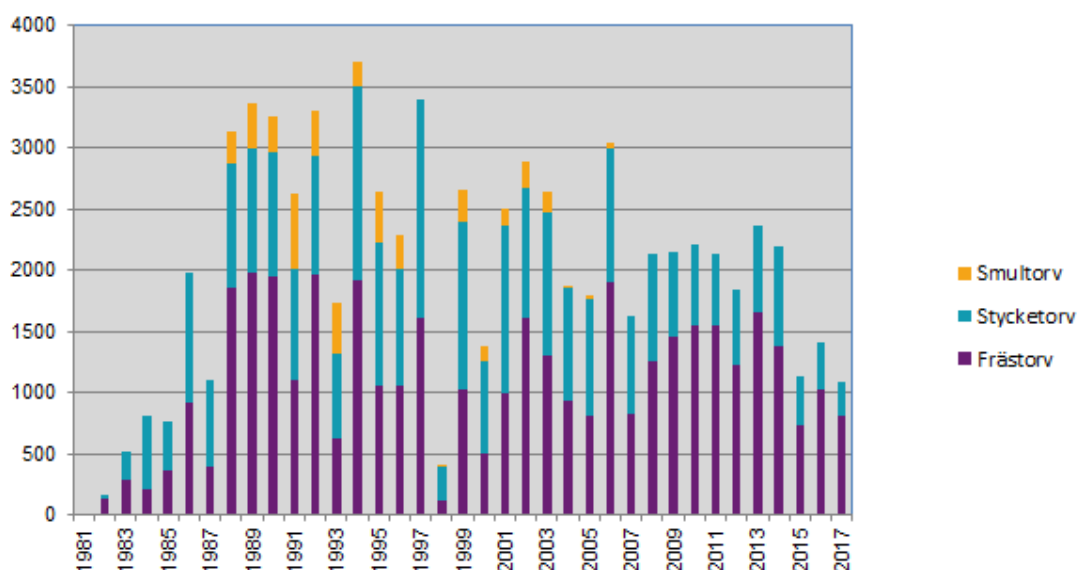
Torv delas in i olika typer beroende på produktionsmetoden: blocktorv, frästtorv, stycketorv och smultorv.

3.2 Energitorvanvändning i Sverige

SCB och SGU sammanställer varje år statistik kring energitorvanvändningen i Sverige. Den senast tillgängliga statistiken är från 2017 då det i Sverige skördades omkring 1,1 Mm³ energitorv (SCB, 2018). Energiinnehållet i torrsubstansen i landets totala torvresurser beräknas till omkring 57 000 TWh⁴. Den produktionsbara arealen (uppskattningsvis 340 000 hektar) motsvarar ca 3 800 TWh⁴. Med dagens produktionstakt beräknas den torv som idag bedöms som lämplig att utvinna att räcka i ungefär 1 000 år.

⁴ <https://www.sgu.se/samhallsplanering/energi/energitorv/>

Figur 5 visar den inrapporterade produktionsvolymen (1000-tals m³) av energitorv under åren 1982-2017 fördelat på kategorierna smultorv, stycktorv och frästtorv.



Figur 5 Den inrapporterade produktionsvolymen (1000-tals m³) av energitorv under åren 1982-2017. Diagram från SCB (2018).

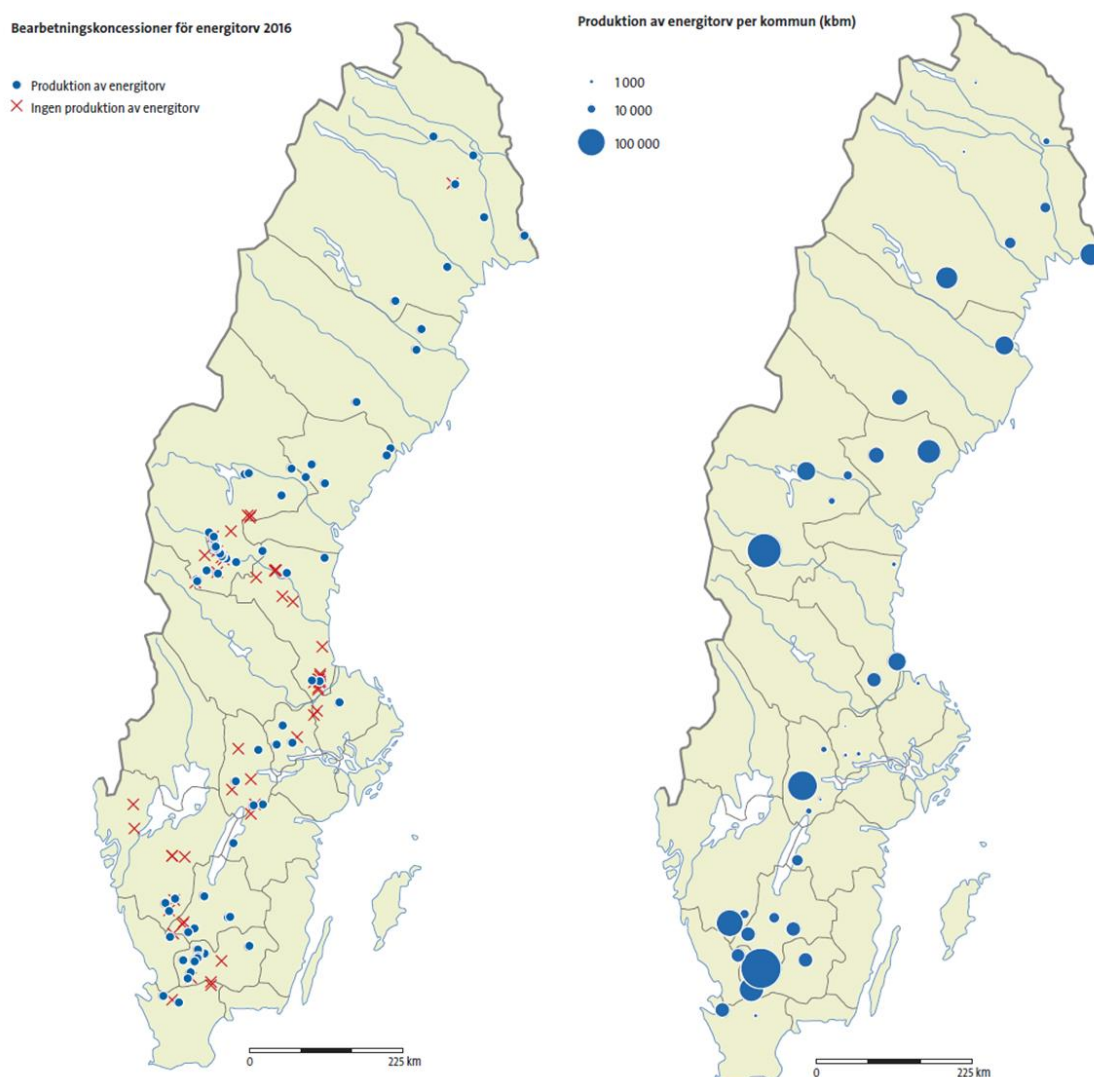
Variationen i volym mellan åren beror främst på skillnader i väderförhållanden vid skörden. Skörd av torv gynnas av varmt och torrt väder. Jämfört med 2016 då det skedde en viss återhämtning av produktionen jämfört med 2015, var vädret under 2017 mindre gynnsamt för torvproduktionen. Produktionsvolymerna ligger idag långt under rekordåren under slutet på 1980-talet och början av 1990-talet. Energiinnehållet i den energitorv som skördades under 2016 uppskattas till ca 1,4 TWh.

I Figur 6 redovisas det uppskattade energiinnehållet i den utvunna energitorven mellan åren 1999-2016. Kurvan korrelerar med produktionsvolymen i Figur 5.



Figur 6 Det uppskattade energiinnehållet i den utvunna energitorven mellan åren 1999-2016. Källa: SGU (2017).

I Figur 7 visas gällande bearbetningskoncessioner för energitorv under 2016 tillsammans med mängden producerad energitorv per kommun i m³ under samma år.



Figur 7 Kartan till vänster visar gällande bearbetningskoncessioner för energitorv i Sverige där produktion sker (blå punkter) respektive där ingen produktion sker (röda kryss). Kartan till höger visar produktionen av energitorv per kommun (m³) under 2016 (SGU, 2017).

3.3 Odlingstorv

Sverige är i ett europeiskt perspektiv en betydande producent av odlingstorv. Främst används odlingstorven i form av traditionell odlingsjord och som växtsubstrat vid storskalig växthusodling. Under 2016 ökade skörden av odlingstorv i Sverige med drygt 30 % från året innan. Detta främst tack vare ett gynnsamt väder under sommaren 2016. Totalt skördades knappt 1,7 Mm³ odlingstorv, vilket innebär att mängden odlingstorv som skördades under 2016 överstiger mängden skördad energitorv. Tidigare utgjorde odlingstorven ca 1/3 av den totala mängden torv som skördades i Sverige.

Odlingstorven används främst som naturlig jordbättring, där den lämpar sig särskilt bra för surjordsväxter som t.ex. rhododendron och blåbär. Odlingstorvens fördelar är att den både binder och behåller fukt, lukt och näringsämnen.

4 Klimatpåverkan från torvmarker

I detta kapitel ges en översiktlig beskrivning av de parametrar som påverkar klimatpåverkan och växthusgasbalansen för olika typer av torvmarker.

Torvmarker har stor betydelse för den globala kolbalansen (SGU, 2017). Till exempel innehåller norra halvklotets torvmarker ca 30 % av jordens markbundna kol, och dessa marker har en stor betydelse för flödena av koldioxid (CO₂), metan (CH₄) och dikväveoxid (N₂O, lustgas) och utbytet av dessa gaser mellan torvmarker och atmosfären. Främst metan och koldioxid, men även lustgas, avgår till atmosfären, medan koldioxid från atmosfären binds in i torvmarkerna när torven tillväxer. Att uppskatta den totala klimatpåverkan från torvmarker är komplex, inte minst eftersom torvmarkers upptag och utsläpp av växthusgaser varierar kraftigt beroende på vilken typ av mark man studerar. Detta finns redovisat i en lång rad studier, se t.ex. Hagberg & Holmgren (2008), Lundgren m.fl. (2016), Maljanen m.fl. (2010), Norberg (2017) samt Olsson (2016).

FAKTARUTA: Torvens klimatpåverkan enligt IPCC och EU

I syfte att vägleda klimatkonventionen UNFCCC:s⁵ medlemsländer i sin rapportering av de nationella utsläppen av växthusgaser⁶ tar IPCC fram riktlinjer, så kallade *Guidelines*, för hur utsläppen ska beräknas och rapporteras. I 2006 års *Guidelines* (IPCC, 2006), och efterföljande uppdaterade riktlinjer från 2013, klassificeras torv som varandes varken ett fossilt bränsle eller ett biobränsle. Man placerar det istället i den egna kategorin *Peat*, dvs. torv. Följande motivering ges till detta:

"Although peat is not strictly speaking a fossil fuel, its greenhouse gas emission characteristics have been shown in life cycle studies to be comparable to that of fossil fuels" (IPCC, 2006).

De referenser som hänvisas till i anslutning till definitionen är Nilsson & Nilsson (2004), Uppenberg m.fl. (2001) samt Savolainen m.fl. (1994). Sedan dessa studier genomfördes har kunskapen om torvens klimatpåverkan ökat. Dock råder fortfarande stora osäkerheter kring torvanvändningens verkliga nettoklimatpåverkan. Mätningar som har gjorts visar att variationerna i utsläpp från en och samma torvmark kan vara betydande, och studier pekar på att osäkerheten i varje enskild emissionsfaktor kan vara 100 % eller mer (se bl.a. Lundblad m.fl., 2016 och Norberg, 2017).

Obeaktat dessa osäkerheter jämföras torvens utsläpp av växthusgaser vid förbränning med utsläpp från förbränning av fossila bränslen, och anläggningar som använder energitorv ingår därför i EU:s system för handel med utsläppsrätter (EU-ETS). Den aktuella emissionsfaktorn för torv som används inom EU-ETS är 106 g CO₂-ekv/MJ (avser enbart de direkta utsläppen som sker vid förbränning av energitorv), och den är således högre än för både kol och fossil olja.

⁵ UNFCCC, The United Nations Framework Convention on Climate Change

⁶ I Sveriges rapportering till UNFCCC räknas och rapporteras enbart utsläpp av växthusgaser på grund av mänsklig påverkan, varför orörda torvmarker ej omfattas.

4.1 Parametrar som påverkar upptag och utsläpp av växthusgaser från torvmarker

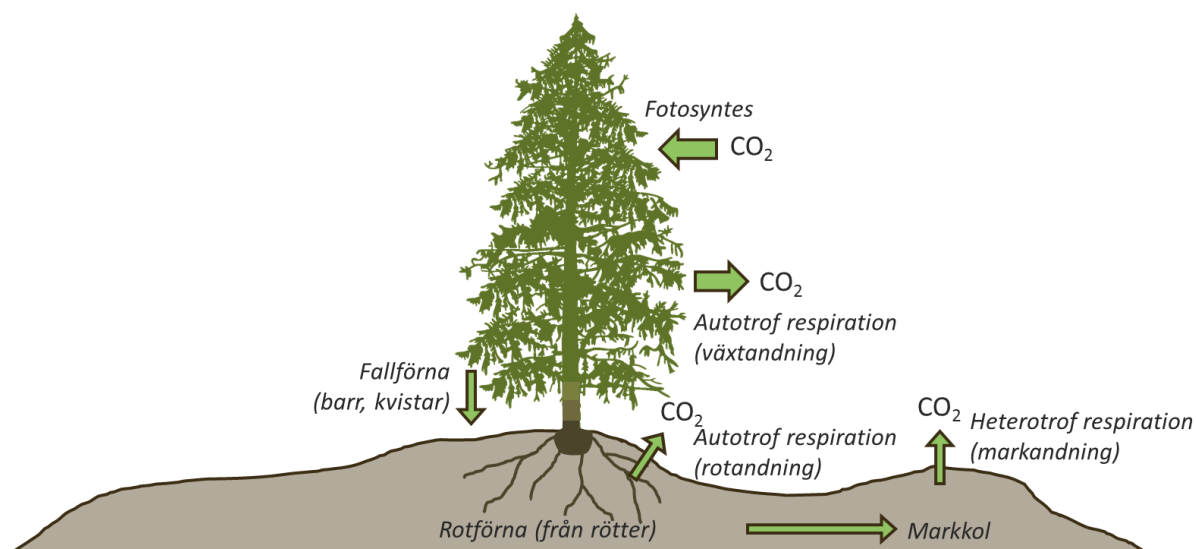
Det finns en mängd olika upptags- och avgångsprocesser att beakta när man ska beskriva torvens nettoemissioner, där en rad olika parametrar styr om det sker upptag eller utsläpp från en torvmark. I vissa torvmarker sker en nettoackumulation av kol, i andra marker kan nedbrytningsprocesserna vara större än ackumulationen och de blir då istället en nettokälla för koldioxid.

En torvmarks växthusgasbalans beror dels på klimatfaktorer som markfukt och temperatur, dels på variabler som markens syreinhåll som bland annat korrelerar med grundvattennivån (dräneringsgraden på torven), mängden av och kvaliteten på det organiska materialet samt markens näringsinnehåll och pH (se till exempel Maljanen m.fl., 2010; de Jong m.fl., 2015; Hjerpe m.fl., 2014).

De höga kolförråden i torvmarkerna på norra halvklotet beror främst på den långsamma nedbrytningen av organiskt material på grund av det kalla och fuktiga klimatet, samt att förnan som bildas är motståndskraftig och bidrar till en sur miljö i marken vilket gör markförhållandena ogynnsamma för nedbrytande mikroorganismer (Jordan, 2016; SLU, 2017). Enligt Olsson (2016) ligger ackumuleringshastigheten i en torvmark på mellan 20-26 g kol (C) per m² och år.

Genom fotosyntesen binds kol in i biomassan, samtidigt avgår koldioxid genom växtandningen. Markens kolbalans utgörs av skillnaden mellan flödet av kol in till marken av dött organiskt material i form av t.ex. fallförna (barr, grenar och kvistar som faller ner från den växande skogen) samt rotförna (döda rötter), och flödet ut från marken i form av koldioxid som bildas då organiskt material bryts ner av mikroorganismer (LUSTRA, 2008). Här ingår även läckage och avrinning av vattenlösligt kol från humus, s.k. DOC (*dissolved organic carbon*).

I Figur 8 nedan visas en principskiss för skogens kolbalans.



Principskiss för skogens kolbalans

Genom fotosyntesen binds kol in i levande biomassa. Växtandning (autotrof respiration) sker från växternas delar över och under jord. Marken tillförs kol genom förnaproduktion från döda växtdelar. Markandning (heterotrof respiration) sker när mikroorganismer i marken bryter ner dött organiskt material och omvandlar kolet i marken till koldioxid.

Figur 8 En översiktlig principskiss för skogens kolbalans. Figur: Profu.

Torvmarker kan delas in i tre grupper utifrån grundvattenytans nivå: 0-30 cm, 30-50 cm samt djupare än 50 cm (50-100 cm). Dessa tre typer motsvarar enligt de Jong m.fl. (2015) ungefär fuktighetstyperna *blöt* (motsvarar ungefär odränerad mark eller våtmark), *fuktig* (motsvarar ungefär måttligt dikad mark) samt *friskt fuktig och torrare* (motsvarar ungefär väl dikad mark) enligt det system för fuktighetsklassificering som Riksinventeringen av skog⁷ tillämpar.

Väl-dränerade, torrare torvmarker domineras av utsläpp av koldioxid och lustgas. Ju mindre dränerad och blötare marken är desto större betydelse får utsläppen av metan. I en våtmark dominerar klimatpåverkan från metanutsläppen, genom dess högre GWP-faktor⁸, och metanets påverkan kan därför i vissa fall överstiga upptaget av koldioxid i dessa marker (Lundblad m.fl., 2016). Utsläppen av metan från torvmarker är ett resultat av två olika processer under olika förhållanden. Metanutsläppen avgår dels från mikroorganismer som bryter ner organiskt material i syrefria miljöer, dels från mikroorganismer som omvandlar metan till koldioxid i syrerika miljöer (Hjerpe m.fl., 2014). Balansen mellan produktionen och nedbrytningen av metan, som kan ske samtidigt i en torvmark, bestämmer nettoutsläppet till atmosfären.

Enligt Lundblad m.fl. (2016) är drygt 60 % av de dränerade torvmarkerna näringsrika, även om fattigare myrtyper dominerar arealmässigt i Sverige. Vilken typ av markvegetation som dominerar speglar en marks näringsstatus (Lundblad m.fl., 2016). Till näringsrika marker räknas marker med ört-, blåbärs- och gräsarter, medan marker med starrarter och lingon räknas som näringsfattiga (de Jong m.fl., 2015).

Lustgas som avgår från marken härrör från olika mikroorganismers omvandling av ammonium till nitrat genom så kallad nitrifikation, eller omvandling av nitrat till kvävgas genom så kallad denitrifikation. Nitrifikationen sker i syrerik miljö, dvs. aeroba förhållanden, medan denitrifikation sker i syrefattiga miljöer, dvs. anaeroba förhållanden (Hjerpe m.fl., 2014). Avgången av lustgas är direkt kopplad till tillgången på kväve i marken (LUSTRA, 2007), och gasen kan bildas i relativt stora mängder om upplagrat kväve i marken frigörs till exempel genom dikning eller uppodling av näringsrika kärr. Flödena påverkas av förhållandet mellan mängden kol och kväve i marken, den så kallade C/N-kvoten⁹. Ju lägre kvot, desto mer näring innehåller marken och desto mer lustgas kan bildas.

4.2 Orörda torvmarker

Utsläpp och upptag av växthusgaser från orörda torvmarker uppvisar stora variationer beroende på vilken typ av torvmark det rör sig om.

En orörd torvmark, där ingen dränering har skett, har generellt sett högt stående grundvatten. Genom att nedbrytningen av det organiska material som ansamlas i marken i form av förna avstannar på grund av syrebristen som råder i vattenmiljön utgör orörda torvmarker ofta en långsiktig kolsänka¹⁰ (Olsson, 2016). På grund av de syrefria förhållanden som råder kan emellertid istället en anaerob nedbrytning ske. Blöta, odränerade torvmarker kan på grund av detta avge metan i en sådan mängd att nettoeffekten av koldioxid och metan, uttryckt som koldioxidekvivalenter, innebär att dessa marker blir en nettokälla för växthusgaser.

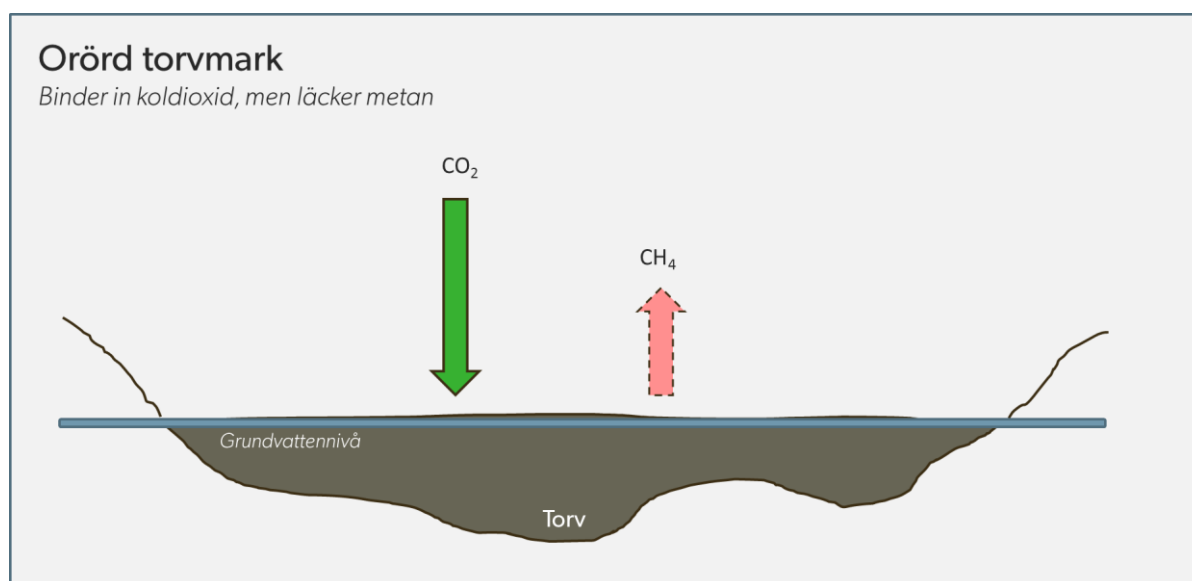
⁷ Riksinventeringen av Skog (RIS) är en rikstäckande inventering av skog (Riksskogstaxeringen) och mark (Markinventeringen) i Sverige som utförs av SLU och är en del av Sveriges officiella statistik.

⁸ GWP = Global Warming Potential, en faktor som talar om hur mycket ett utsläpp av en växthusgas bidrar till den globala uppvärmningen jämfört med samma utsläpp av koldioxid.

⁹ Förhållandet mellan mängden kol och kväve i marken är ett sätt att beskriva markens tillgång på kväve.

¹⁰ En kolsänka avser enligt LUSTRA (2008) processer eller aktiviteter som avlägsnar växthusgaser från atmosfären genom till exempel upptag i skogsbiomassa eller upplagring av kol i marken. Upplagringen av kol sker bland annat genom plantering av skog, kvävegödsling samt annat som stimulerar skogsproduktion.

Generellt verkar utsläppen av metan vara högre i näringsrika myrar (kärr) jämfört med näringsfattiga. Enligt Kasimir-Klemedtsson 2001 (citerad i Hagberg & Holmgren, 2008) är utsläppen av lustgas från orörda torvmarker i stort sett försumbara.



Figur 9 Principskiss över växthusgasflöden i en orörd torvmark. Figur: Profu.

4.3 Dränerad obeskogad torvmark

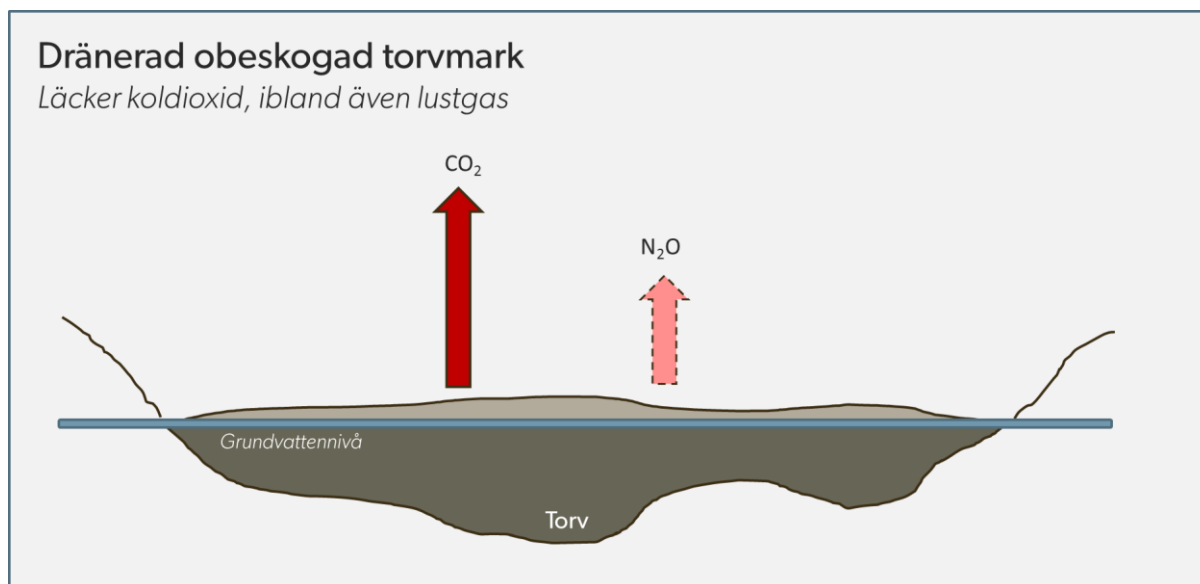
Torvmarkerna i Sverige har under lång tid brukats för bland annat skogsbruk, slåtter, bete, uppodling och som torvtäkt för energi- och odlingstorv¹¹. Markavvattning eller dikning var länge en åtgärd med syfte att sänka grundvattennivån i ett område för att gynna främst skogsproduktion eller skapa odlingsmark. När mark dikas sänks grundvattennivån och jordlagren syresätts. Utdikningen tog fart under andra halvan av 1800-talet, och idag är omkring 20 % av torvmarkerna i landet dikade. Definitionen på dikad torvmark är mark med ett dike inom 25 meters håll. Sedan länge måste man ha tillstånd för att dika skogsmark, och det är i dagsläget en ovanlig åtgärd.

I torvmarker där grundvattenytan har sänkts, genom exempelvis dikning eller genom växternas transpiration, förändras förutsättningarna för flödet av växthusgaser (upptag och utsläpp). Allteftersom torvmarken torkar, når syre och kväve från luften det organiska materialet i marken. Genom syretillgången ökar nedbrytningen av det organiska materialet och kolet oxideras till koldioxid som avgår från marken. Med den ökade tillgången till syre minskar metanbildningen och den metan som väl bildas oxideras istället till koldioxid.

Den ökade tillgången på syre som skapas genom dräneringen skyndar därmed på nedbrytningen av torven varför en obeskogad torvmark går från att vara en kolsänka i odränerat tillstånd till en utsläppskälla av koldioxid till atmosfären när marken dräneras och/eller dikas (bland annat Maljanen m.fl., 2010). Utöver detta tillkommer utsläpp av lustgas, som gynnas av en hög kvävetillgång, och dränerade, näringsrika torvmarker står därför för en betydande andel av Sveriges samlade utsläpp av lustgas.

¹¹ Genom tidigare stödåtgärder uppmuntrade staten utdikning av landets torvmarker i syfte att öka skogs- och jordbruksarealen. Det är dessa utdikade (av människan dränerade) torvmarker som är föremål för torvskörd idag.

Härutöver kan vatten i diken, i eller i anslutning till en dränerad torvmark, emittera metan. Tillsammans innebär alla dessa faktorer att dränerade obeskogade torvmarker kan utgöra en stor nettokälla till utsläpp av växthusgaser. De samlade utsläppen från hela arealen dikade torvmarker (obeskogade och beskogade) i Sverige bedöms enligt Lundblad m.fl. (2016) utgöra omkring en femtedel av landets totala utsläpp av växthusgaser.



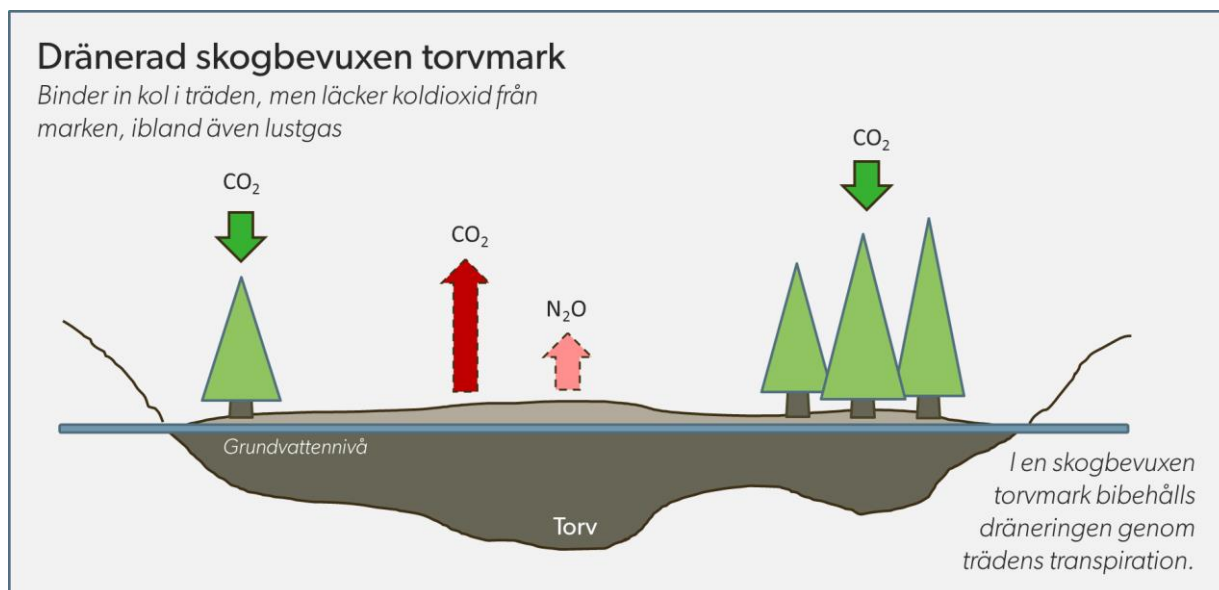
Figur 10 Principskiss över växthusgasflöden i en dikad obeskogad torvmark. Figur: Profu.

4.4 Dränerad skogbevuxen torvmark

I skogbevuxna torvmarksekosystem måste avgången av koldioxid från nedbrytningen av torven ställas i relation till trädens upptag av koldioxid genom fotosyntesen. Nettoemissionerna av växthusgaser från dikade, skogbevuxna torvmarker varierar kraftigt mellan olika platser. Förutom nämnda parametrar som klimat, hur väl-dränerad marken är liksom näringsinnehållet i marken beror den totala kolbalansen även på upptag av kol i den växande skogen, vilket varierar med skogens ålder.

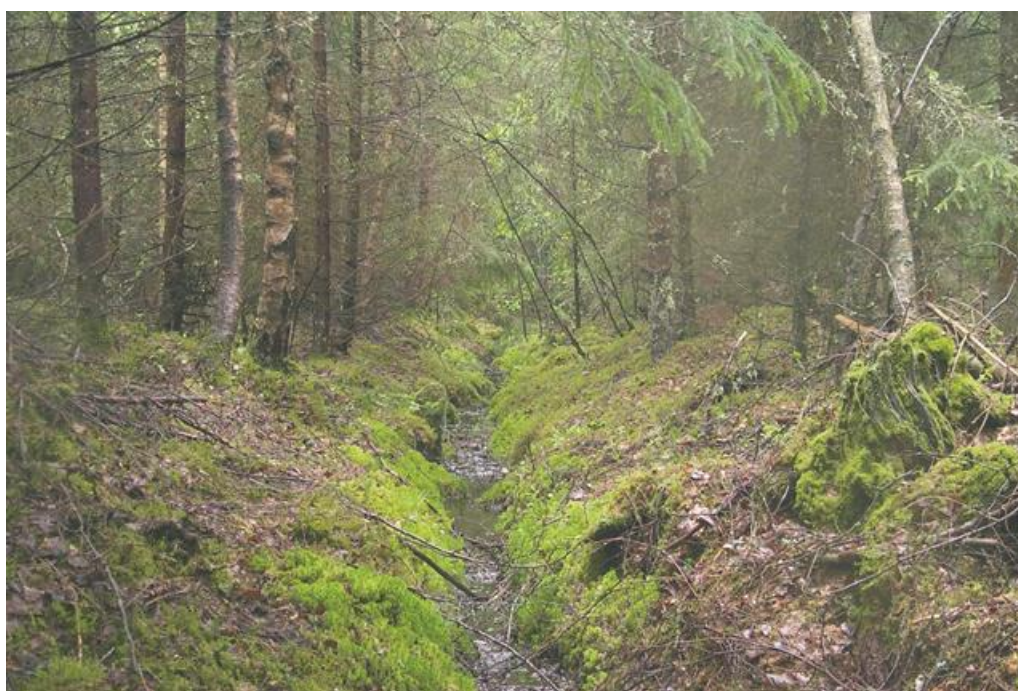
Enligt LUSTRA (2007) visar mätningar att utsläppen av växthusgaser från dikade, skogbevuxna torvmarker dessutom varierar kraftigt beroende på vilken typ av skog och trädslag som växer på marken. Även om den dikade skogsmarken i Sverige generellt verkar vara en källa för växthusgaser så gäller detta inte för alla typer, och framförallt blöta dikade skogar med torvlager som är tunnare än 30 cm har visat sig vara stora sänkor för växthusgaser (LUSTRA, 2007).

Även skogstillväxten beror på klimatzon, med en högre tillväxt i södra Sverige jämfört med i norra Sverige samt markens näringsinnehåll där en näringsrik mark har högre tillväxt jämfört med en näringsfattig mark.



Figur 11 Principskiss över växthusgasflöden i en dränerad skogbevuxen torvmark. Figur: Profu.

Omkring hälften av Sveriges torvtäckta marker utgörs av produktiv skogsmark¹², och enligt Lundblad m.fl. (2016) finns det omkring 800 000 hektar produktiv skogsmark som är dikad. En andel av de utdikade markerna anses vara misslyckade dikningar, varav en del är så kallade impediment, dvs. icke-produktiv skogsmark¹³. De sistnämnda markerna utgör en stor källa för växthusgaser.



Figur 12 Dräneringsdike i skogbevuxen torvmark. Foto: Mats Olsson.

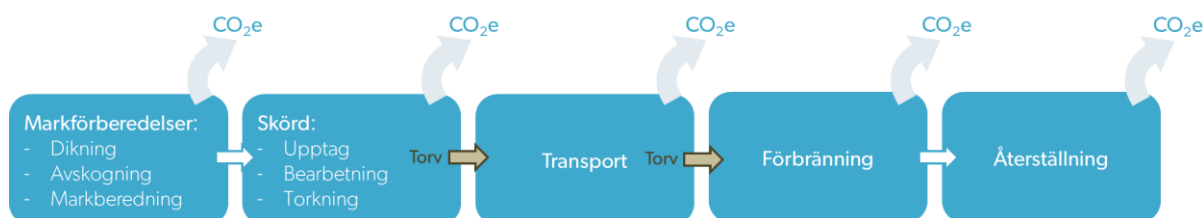
¹² Produktiv skogsmark definieras enligt Skogsvårdslagen som skogsmark som, enligt vedertagna bedömningsgrunder, i genomsnitt kan producera minst en kubikmeter per ha och år.

¹³ Skogsmark där skogsproduktionen understiger en kubikmeter per ha och år.

När man beaktar dränerade skogbevuxna torvmarker, liksom återskogning eller beskogning av torvmarker där torvproduktion har förekommit tillkommer tidsaspekter kopplat till skogsproduktionscykeln som i genomsnitt brukar anges till ca 70-90 år beroende på var i landet man befinner sig. Trädens upptag av koldioxid i biomassan genom fotosyntesen kan i vissa fall balansera emissionerna från den dikade marken, främst under näringsrika förhållanden. Inlagringen i träd är dock tidsmässigt begränsad. Mer om hur skogsekosystemet tar upp och avger kol under en produktionscykel samt varför biomassa betraktas som klimatneutral, se avsnitt 5.3.1.

5 Klimatpåverkan från produktion och användning av energitorv

I detta kapitel beskrivs klimatpåverkan från energitorv enligt den schematiska produktions- och användningskedjan i figuren nedan. Sist i kapitlet ges även en beskrivning av klimatkonsekvenser som kan kopplas till återställning av en torvtäkt utifrån ett antal återställningsmöjligheter.



I Sverige sker idag torvproduktion i ganska liten omfattning. Marker där torvdjupet är grundare än 1 meter är, *generellt sett*, inte av intresse för täktverksamhet (Hånell, 2006 citerad i Lundblad m.fl., 2016). Enligt Lundblad m.fl. (2016) har ungefär 50 % (1,1 Mha) av den dränerade marken i Sverige ett torvdjup (*torvmäktighet*) på mer än 1 meter.

Utsläppen vid användning av energitorv beror främst av följande faktorer:

1. **Val av torvmark:** Valet av torvmark är en viktig faktor för utsläppen av växthusgaser. Beroende på om man utgår från en orörd torvmark eller en tidigare dikad mark eller näringsrik respektive näringsfattig mark får man stora skillnader i nettoklimatpåverkan från energitorvanvändningen.
2. **Markförberedelser:** Utsläppen beror på vilken typ av markförberedelser som behövs. Ibland krävs skyddsdikning vilket genererar stora utsläpp av växthusgaser. Avverkning av skog och markberedning har ytterligare påverkan på växthusgasbalansen, och har inverkan på nettoklimatpåverkan.
3. **Skörd:** Här ingår emissioner under skördeprocessen med utsläpp från fordon, bränslen och lagring av torv. Tidsåtgången för skörd samt produktionssättet påverkar den totala nettoklimatpåverkan.
4. **Förbränning:** De direkta utsläppen vid förbränning av energitorv.
5. **Efterbehandling/återställning:** När man har tagit ut all torv från en torvtäkt måste täkten återställas i enlighet med täktens miljötillstånd. Beroende på val av efterbehandlingsmetod ges betydande skillnader i utsläpp av växthusgaser, vilket kan få stor inverkan på den totala nettoklimatpåverkan från torvanvändningen.

5.1 Klimatpåverkan från markförberedelser och torvskörd

Anläggande av en torvtäkt sker idag endast på torvmarker som redan är påverkade av dikning. Dessa torvtäkter är klassificerade i fyra klasser enligt Våtmarksinventeringen¹⁴ (VMI), där klass 1 och 2 utgör torvtäkter med höga naturvärden, medan klass 3 och 4 klassas som marker med lägre naturvärden. I Sverige ges idag nästan uteslutande tillstånd till torvtäkter i klass 3 och 4. Torvproduktion kan även återupptas i ofullständigt utvunna torvtäkter som lämnats oavslutade.

¹⁴ Våtmarksinventeringen finns tillgänglig via SLU Miljödata, som sammanställer data på uppdrag av Naturvårdsverket.

I detta avsnitt beskrivs först tillvägagångssättet, därefter ges en översiktlig beskrivning av de moment som ger upphov till klimatpåverkan.

5.1.1 Tillvägagångssätt

Torvproduktion sker i olika steg. Först sker markförberedelser av torvmarken. Beredningen innebär att all vegetation tas bort genom avverkning av skog och växtlighet samt att myren avvattnas genom skyddsdikning, för att säkerställa att vatten inte rinner in i produktionsområdet. I regel görs ett huvuddike med en eller flera sedimenteringsdammar liksom rand- och parallella tegdiken. Markavvattningen pågår sedan under hela den tid som verksamheten bedrivs. Tiden från dränering till dess att man kan börja skörda torv uppgår till ca två år.

Ytterligare markberedelse sker genom fräsning av markytan för att sönderdela stubbar, kvistar, ris m.m. Därefter tas torven upp och torkas. Beroende på om det rör sig om stycketorv, frästorv, smultorv eller blocktorv, sker produktionen i något olika steg. Idag produceras energitorv i Sverige endast i form av stycketorv och frästorv (se Figur 5).

Vid produktion av stycketorv tas torven upp från ett djup av ner till 50 cm med traktordragna maskiner. Torven pressas ut till cylinderformade stycken som därefter torkas på fältet i cirka tre veckor till dess att fukthalten minskat till ca 35-40 %. För att underlätta torkningen vänds torven två till tre gånger. Efter torkning sker insamling av stycketorven och den körs sedan till mellanlagring vid skördeplatsen. Vanligen sker tre skördar per sommar.



Figur 13 Stycketorv. Foto: Svensk Torv.

Vid produktion av frästorv fräses man upp ett tunt skikt på ca 1-2 cm av torvytan med en roterande fräs eller harv. Därefter vänds torven ett par gånger för att påskynda torkningen. När torvskiktet har torkat kan den pulverformiga torven skrapas ihop till en eller flera strängar på fälten. Lagring sker antingen i stack på mossen eller så transporteras den till upplag invid bilväg. Vid utlastning ligger fukthalten i frästorven på ca 40-55 %. Under en och samma sommar är det möjligt att hinna med upp till tolv produktionscykler på samma mosse.

Hur stor mängd energitorv som kan utvinna varierar mellan enskilda år, främst beroende på väderförhållanden. Under kalla och blöta somrar utvinns generellt sett mindre volymer energitorv än under varma och torra somrar. Detta eftersom det översta lagret av torven måste avvattas för att kunna skördas.

Typiskt sett pågår torvproduktion i en torvtäkt under ca 20 år (Jordan, 2016). I vissa torvtäkter plockas odlingstorv i regel ut från de översta lagren, därefter kommer man ner till tätare torvskikt med högre energiinnehåll som då plockas ut som energitorv.

5.1.2 Klimatpåverkan

Utsläppen kopplade till anläggandet av en torvtäkt härrör från markförberedelser, avverkning av skog, skörd och torkning samt transport till energianläggning.

Vid markförberedelser och skörd av torv förändras förutsättningarna för nedbrytning i torvmarken, och flödena av växthusgaser förändras. Är torvmarken beskogad sker först avverkning av skogen, vilket leder till utsläpp av växthusgaser kopplat till skogsavverkningen (avverkningsmaskiner m.m.).

Behövs skyddsdikning utföras, för att förhindra vatteninflöde i torvtäkten, ökar utsläppen av koldioxid och lustgas, och de extra diken som tillkommer bidrar med utsläpp av metan.

Övriga utsläpp kopplade till anläggandet av torvtäkten och skörd kommer från fordon för markförberedelser, skörd och torkprocessen (när torven torkas utomhus), liksom uttransport. Utsläppen från transporter och arbetsmaskiner kopplat till frästortv/smultortv respektive stycketortv skiljer sig något åt, men högre utsläpp av koldioxid per producerad mängd stycketortv jämfört med frästortv/smultortv (Lundblad m.fl., 2016).

5.2 Klimatpåverkan från förbränning

I dag använder ett tjugotal större värmeverk i Sverige torv, antingen som enda bränsle eller i kombination med andra bränslen.

I detta avsnitt beskrivs först förbränningstekniska fördelar med att använda torv, därefter beskrivs utsläppen vid förbränningen av torven.

5.2.1 Förbränningstekniska fördelar med att använda torv

Förbränningstekniskt har torv flera positiva effekter jämfört med eldning av enbart träbränslen. Inblandning av torv i biobränslen bidrar, främst genom sitt svavelinnehåll, bland annat till minskade korrosionsproblem och förlängd livstid på överhettarna. Hur stor inblandning av torv som krävs för att uppnå driftsfördelarna beror på vilket biobränsle som används, torvens ursprung och förbränningsteknik (rosterpanna eller fluidiserad bädd). Alternativet till att blanda in torv vid förbränning av biobränslen är att tillsätta granulärt svavel.

Vid biobränsleanläggningar relateras driftstörningar och driftsstopp framförallt till bränsleinmatning och bränslets askegenskaper (Burvall & Öhman, 2006). Genom att blanda in torv som additiv vid användning av biobränslen som GROT, halm och salix har Burvall & Öhman (2006) visat hur bland annat askrelaterade driftsproblem kan minskas. Genom att använda torv som additiv minimeras risken för bäddagglomering, vilket beror på att agglomereringstemperaturen höjs.

Öhman m.fl., (2006) påvisade i en försöksanläggning (fluidbäddreaktor av typ bubblande bädd, 5 kW) med efterföljande kemiska analyser att torvinblandning vid förbränning av GROT och salix kraftigt

reducerade mängden klor och kalium i finpartikelfraktionen. Försöken och analyserna som Öhman m.fl., (2006) utförde visade dessutom på att kalium och klorhalten minskade i de beläggningar som uppkommer jämfört med då torv inte används. Den minskade mängden kalium och klor i beläggningen och den minskade mängden kalium och klor i finpartikelfraktionen bidrar till minskad beläggningsskiktning och lägre påverkan av klorinducerad korrosion enligt Öhman m.fl., (2006). För pannägaren innebär detta i första hand lägre underhålls- och reinvesteringsskostnader.

I kraftvärmeverk produceras ånga som får passera genom en turbin, vilken i sin tur genererar el. För att höja temperaturen på den producerade ångan används överhettare¹⁵. Att använda torv som additiv vid biobränsleanvändning har visat sig förlänga överhettarnas livstid väsentligt (Öhman m.fl., 2006). Vidare innebär biobränsleledning med torv som additiv att anläggningens maximala ångdata kan utnyttjas med acceptabel korrosionshastighet hos överhettarna. Detta innebär, vid en inblandning av 10-30 % energitorv, att elproduktionen kan ökas med 6-8 % jämfört med fallet då endast biobränsle används (Burvall & Öhman, 2006; Öhman & Boman., 2018).

5.2.2 Klimatpåverkan

Vid förbränning av energitorv i energianläggningar sker utsläpp till luft av koldioxid samt mindre mängder metan och lustgas. Utsläppen i kg/m³ torv är något högre för stycketorv jämfört med frästörv/smultorv (Lundblad m.fl., 2016).

5.3 Klimatpåverkan kopplat till återställning av torvmark

Efter att torvproduktionen upphör och tälten avslutas finns det olika alternativ för att efterbehandla och återställa torvmarken främst för att gynna den biologiska mångfalden eller för att möjliggöra för skogsproduktion. I öppna, avslutade torvtälter bryts den återstående, ej skördade torven sakta ner då den kommer i kontakt med syre vilket är ett annat skäl till att överväga återställning av torvtälter. Eftersom även dikade torvmarker utan torvproduktion läcker finns även incitament att åtgärda dessa för att minska utsläppen av växthusgaser från dessa marker.

Återställningsalternativen varierar beroende på de lokala förutsättningarna. I denna rapport beskrivs alternativen beskogning, återvätning till våtmark samt anläggandet av sjö. Beskogning och återställning till våtmark är de två vanligaste efterbehandlingsvalen (Jordan, 2016). Beroende på torvtälstens utseende kan också flera återställningsmetoder kombineras (Rülcker, 2018).

I en nyligen publicerad artikel i Nature Communications (Leifeld & Menichetti, 2018) lyfts problematiken med torvmarker som läcker i ett globalt perspektiv. Författarnas slutsats är att återställning av påverkade torvmarker borde vara en viktig klimatåtgärd globalt, något de anser framhålls för lite i klimatdebatten.

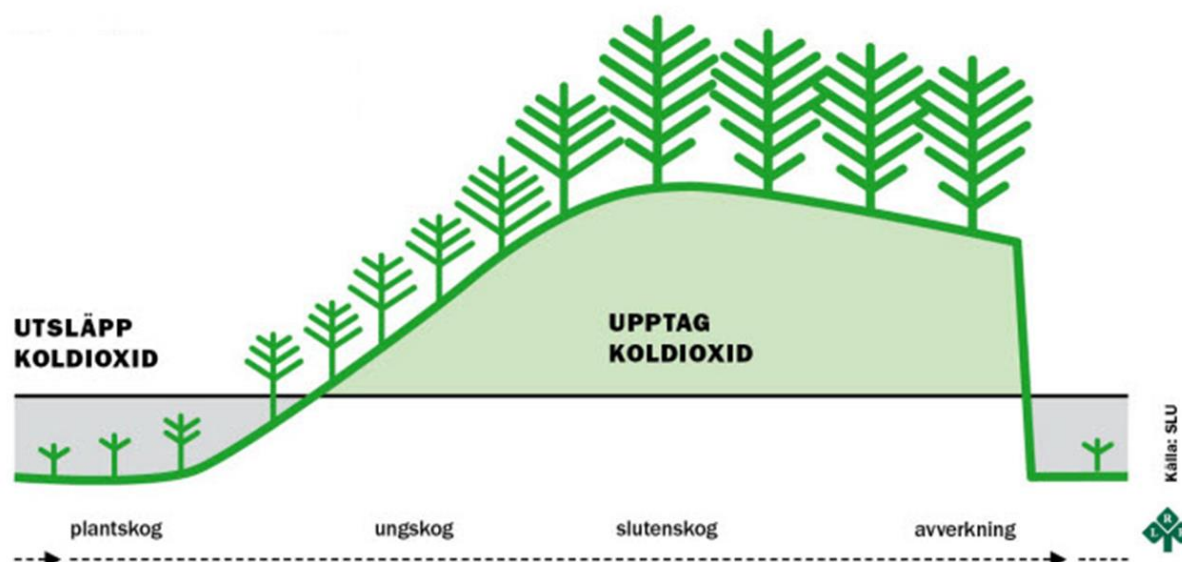
5.3.1 Beskogning

Ett sätt att efterbehandla och återställa en tidigare torvtält är att beskoga eller återbeskoga marken. Här får man då ta hänsyn till boniteten, dvs. skogens bördighet eller naturliga virkesproducerande förmåga, som uttrycks i skogskubikmeter per hektar och år. Boniteten kan användas som ett mått på medeltillväxten under hela omloppsperioden, från planta till avverkning (de Jong m.fl., 2015). Boniteten

¹⁵ Ju högre tryck och temperatur som ångan har, desto större blir elverkningsgraden.

beror främst på parametrar som områdets jordmån, klimat, fuktighetsförhållande och hur utsatt området är för väder- och vindpåverkan.

Figur 14 visar principen för hur ett skogsekosystem tar upp och avger kol under en produktionscykel från att man planterar en skog till att man avverkar den.



Figur 14 Principskiss för hur ett skogsekosystem tar upp och avger kol. Figuren visar nettoflöden, dvs skillnader mellan emissioner och upptag. Tidsperspektivet är 80-100 år mellan plantering till avverkning. Källa: LUSTRA (2008), bilden bearbetad av LRF (2016¹⁶).

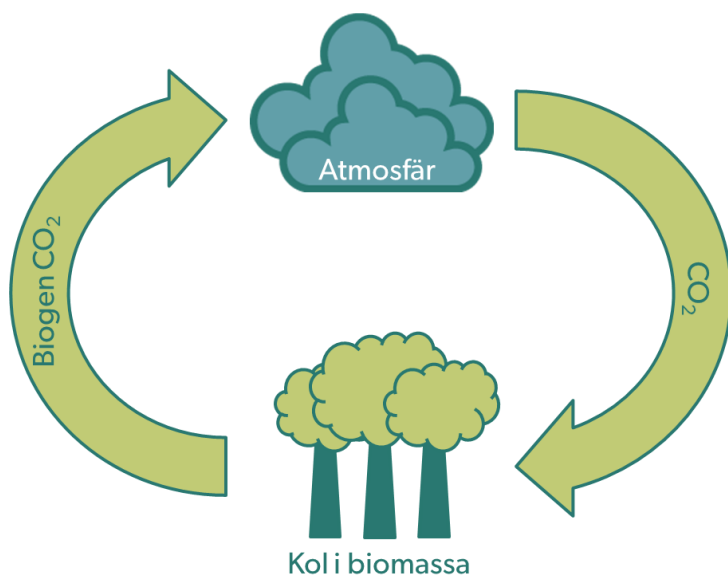
Exakt hur mycket kol som kan lagras i träd och skogsmark är svårt att med säkerhet säga då det är många faktorer som spelar in som påverkar kollagren, inte minst hur skogsskötseln bedrivs (LUSTRA, 2008). Växande träd binder in koldioxid från atmosfären och lagrar det som kol i biomassan. Ju äldre träden blir desto mindre kol lagras in. Beroende på skillnader i tillförseln av förna och hyggesrester från avverkningar varierar kolförrådet i marken under en omloppstid (SLU, 2017). Vid avverkningen sker utsläpp av koldioxid i takt med att trädet bryts ner eller eldas upp. Direkt efter skörd kan förrådet öka när skörderesterna bryts ner till humus. Under de följande decennierna blir nytillskottet av organiskt material däremot mindre eftersom en ung skog producerar relativt lite förna. Detta resulterar i en svacka i kolförrådet under några decennier efter avverkningen (SLU, 2017). På sikt, allteftersom skogen tillväxer och bli äldre och förnaproduktionen kommer igång ordentligt, kan marken åter börja lagra in en viss mängd kol i mineraljorden. Det finns dock skäl att anta att markens kolförråd i ett 100-årsperspektiv har nått ett nära "steady state"-förhållande¹⁷, förutsatt oförändrad skogsskötsel. Enligt den svenska nationella markinventeringen sker i vissa delar av Sverige en ytterst liten ökning av kolförrådet i marken, vilket kan bero på en allt intensivare skogsproduktion.

Principen för varför man betraktar biomassa som koldioxidneutral är att man antar ett cykliskt kolflöde, där utsläppet av koldioxid vid avverkning kompenseras av upptaget av koldioxid i den skog som man

¹⁶ <https://www.lrf.se/politikochpaverkan/aganderatt-och-miljo/aganderattsfragor/det-goda-agandet/trad-ar-som-tonaringar.-de-ater-mest-koldioxid-nar-de-vaxer/>

¹⁷ Vilket betyder att tillförsel och nedbrytning tar ut varandra.

återplanterar (se Figur 15). I detta sammanhang brukar man använda tidsperspektivet 100 år, eftersom det ungefär motsvarar tiden omloppstiden i produktiv skogsmark, från nyplantering till avverkning¹⁸.



Figur 15 Principen för det cykliska kolflödet kopplat till användning av biomassa. Figur: Profu.

5.3.2 Våtmark

Ett annat sätt att efterbehandla en torvtäkt är att återvåta marken i olika grader.

Genom att återvåta och höja grundvattennivån omvandlas torvtäcker med syrerika markförhållanden till en våtmark¹⁹ med företrädesvis syrefattiga förhållanden. Dessa förhållanden främjar tillväxt av torvbildande vegetation, som vitmossor och starr, som därmed kan bygga upp kolförrådet i marken när torven växer till. Återvätningen minskar därmed utsläppen av koldioxid och lustgas (Jordan, 2016).

Beroende på graden av återvätning skapas dock förutsättningar för metanbildning genom de syrefattiga förhållanden som råder. Olika studier har visat att återskapande av våtmark därför kan resultera i både en sänka för växthusgaser och en källa. En del visar att näringsfattiga torvmarker som återställs som våtmark kan bli en nettosänka för växthusgaser, medan näringsrika torvmarker fortsatt kan vara källor av växthusgaser (Jordan, 2016).

En viktig faktor är hur väl våtmarksvegetationen tillväxer eftersom det är denna som leder till kolförrådsupbyggnaden. Tillväxten av våtmarksvegetationen brukar ske under många år vilket betyder att den återskapade våtmarken kan fortsätta att vara en källa för koldioxid många år efter återvätningen (Lundblad m.fl., 2016). Lundin m.fl. (2016) konstaterar att efterbehandling av avslutade torvtäcker till våtmark kan vara till fördel för landskaps- och biodiversitet, även om effekten på växthusgasflödet varierar. Dock kommer torvbildningen på sikt att ackumulera kol.

¹⁸ Dock är användning av biomassa inte fullständigt koldioxidneutral eftersom koldioxid emitteras vid markberedning, plantering, röjning och avverkning.

¹⁹ Våtmark definieras i detta avseende som en torvmark med grundvattennivån när markytan, där vatten finns alldeles under, i eller strax över markytan (Lundblad m.fl., 2016). Hit räknas även vattenområden med en vegetationstäckning upp till 50 %.

5.3.3 Sjö

Ytterligare ett efterbehandlingsalternativ är att återväta torvtäkten till en sjö. Sjö definieras här som ett område täckt med vatten, där vattendjupet är minst 1 meter och där en öppen vattenspegel förekommer. När dessa förutsättningar råder upphör alla utsläpp av växthusgaser (Lundblad m.fl., 2016). I verkligheten kommer det naturligtvis, i kanterna på en sjö, skapas mer våtmarksliknande förhållanden som gör att utsläppen trots allt inte upphör helt. Även om vi här, på samma sätt som Lundblad m.fl. (2016), antar att utsläppen vid återställning av en torvtäkt till sjö helt upphör, kan det alltså ske vissa emissioner av metan och ett visst upptag av koldioxid på sina ställen.

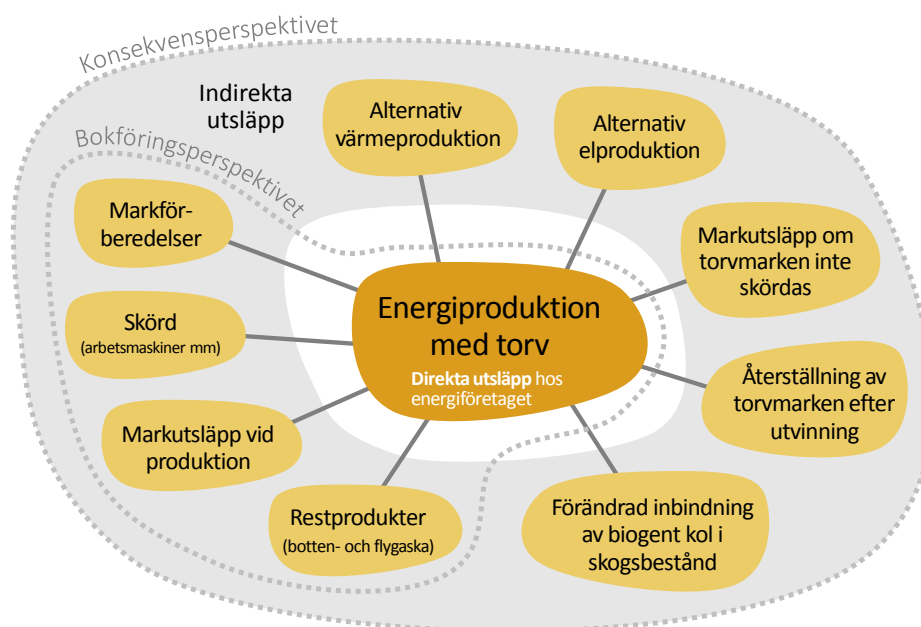
6 Systemperspektivet och konsekvensmetoden

I detta kapitel beskrivs principiellt hur energitorvens klimatpåverkan har beräknats. Ett viktigt moment för beräkningen är att välja en korrekt miljövärderingsprincip som kan användas för att bedöma vilken klimatpåverkan som uppkommer om vi väljer att producera el och värme från torv. I kapitel 6.1 beskrivs konsekvensperspektivet (vedertaget begrepp inom forskningen för systemperspektivet) vilket är den princip som används för denna utredning. Vidare förklaras här även några andra vanligt förekommande miljövärderingsprinciper.

Utredningen har under projektets gång dykt på två systemeffekter i omvärlden som kräver lite mer förklaring, och där andra publicerade utredningar/forskningsrapporter ibland har gjort olika antaganden. Dessa förklaras i kapitel 6.2 och 6.3.

6.1 Konsekvensperspektivet

De resultat som presenteras i denna rapport bygger på en analys som studerar torvens klimatpåverkan utifrån ett systemperspektiv. Med "systemperspektiv" avses här att man fångar upp och adderar alla klimateffekter som uppkommer från torvanvändningen. I forskningssammanhang benämns denna typ av miljövärdering som "konsekvensprincipen" eller "konsekvensanalys". Ordet "konsekvens" innebär att man ska följa och beskriva alla konsekvenser av en förändring/åtgärd. I denna studie är förändringen en ökad (eller minskad) användning av torv som bränsle. Konsekvensanalysen är ofta mer omfattande jämfört med andra miljövärderingsprinciper eftersom man behöver beskriva ett relativt stort system. Fördelen med konsekvensanalysen är man får fram den totala nettomiljöpåverkan av en förändring/åtgärd. Därmed får man fram ett värde som kan användas som beslutsunderlag inför föreslagna förändringar eller exempelvis ett redovisningsvärde för det totala nettobidraget under föregående år. I Figur 16 illustreras vilka delsystem som ingår i klimatberäkningarna.



Figur 16 Energitorvens klimatpåverkan i ett systemperspektiv. Figuren visar principiellt de direkta och indirekta utsläpp som ingår i klimatberäkningarna. Figuren visar även skillnaden mellan konsekvensperspektivet (systemperspektivet) och bokföringsperspektivet. Figur: Profu.

Det förekommer flera andra typer av miljövärderingar. En vanlig metod kallas för "bokföringsprincipen". Bokföringsprincipen beskriver inte alla konsekvenser utan endast de tillförda utsläppen som ett företag eller produkt ger upphov till. Systemgränsen är betydligt snävare och exkluderar t.ex. nyttan/onyttan från de produkter och tjänster företaget levererar. Om ett energiföretag exempelvis producerar el och värme med torv som bränsle så ingår inte nyttan av att denna energiproduktion ersätter annan produktion för el och värme. I bokföringsperspektivet ingår exempelvis inte heller att torvskörd bidrar till att undvika klimatpåverkande utsläpp från torvmarken, dvs. de markutsläpp som hade skett från torvmarken om torven inte skördades. I föregående figur (Figur 16) illustreras skillnaden i systemgräns mellan konsekvens- och bokföringsprincipen för energitorvens klimatpåverkan.

De resultat som ges från en analys med ett bokföringsperspektiv brukar skilja sig väsentligt från de resultat som ges från en konsekvensanalys. Inom energibranschen är det vanligtvis bokföringsvärden som lyfts fram när man bedömer energitorvens klimatpåverkan. Vanligt förekommande är även att man enbart presenterar de direkta skorstensutsläppen från torvförbränningen, eller något mitt emellan ett helt bokföringsperspektiv och skorstensutsläpp.

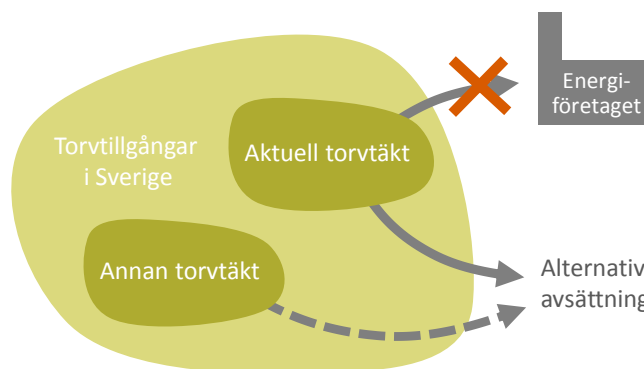
Eftersom det är stor skillnad mellan dessa miljövärderingsprinciper är det väsentligt att lyfta fram energitorvens klimatpåverkan utifrån en konsekvensanalys. Konsekvensanalysen ska användas både när man står inför ett beslut om förändring och ska bedöma åtgärdens nettomiljöpåverkan (dvs. ett *framåtblickande* perspektiv), och när man ska redovisa t.ex. föregående års nettoklimatpåverkan (dvs. ett *bakåtblickande* perspektiv). Man kan redan här lyfta fram att de resultat som presenteras senare i rapporten (kapitel 8) visar att torvens klimatpåverkan är i de flesta fall är väsentligt lägre i ett konsekvensperspektiv jämfört med ett bokföringsperspektiv. Mer information om konsekvensperspektivet och bokföringsperspektivet återfinns i åtskilliga forskningspublikationer, se t.ex. Profu (2018a, 2018b) för mer information samt andra referenser.

6.2 Vilka torvtäkter påverkas av torvanvändningen?

Om man för ett energiföretag vill studera konsekvenserna av att öka (eller minska) torvanvändningen så är det inte direkt uppenbart vilka torvtäkter som kommer att påverkas. Eftersom det är stor skillnad i klimatpåverkan mellan olika torvtäkter (vilket visas mer utförligt i kommande kapitel) så är det väsentligt att man från fall till fall väljer det alternativ som bäst speglar konsekvensen av den förändrade torvanvändningen.

Vid en första anblick så är det naturligt att välja att studera klimatpåverkan från den torvtäkt som redan utnyttjas eller som man tänker börja utnyttja. Med detta val är det givet vilka förutsättningar som gäller, exempelvis om den aktuella torvtäkten är näringsrik eller näringsfattig. Ett problem med detta antagande är dock att man inte speglar de långsiktiga konsekvenserna av ett förändrat torvuttag. Om man ökar torvuttaget så innebär detta enligt konsekvensperspektivet att man, för att balansera efterfrågan, kommer att tidigarelägga öppnandet av en ny torvtäkt och vice versa. Därmed påverkar ett ökat torvuttag även andra framtida torvtäkter. Vilka torvtäkter som kommer att påverkas framöver är inte självklart, men som grundfall i de beräkningar som genomförs i denna utredning så har vi valt en beskogad näringsrik torvmark som efter torvproduktionen återigen beskogas. Som i alla torvscenarier i denna utredning så studeras endast redan dränerad torvmark, dvs inga orörda torvmarker. Detta innebär att det inte är den torvtäkt som man faktiskt kommer att använda till energiproduktion de närmaste åren som beskrivs i klimatberäkningarna. Istället beskrivs klimatpåverkan från den torvtäkt som behöver tas i bruk tidigare på grund av den ökade torvanvändningen. Detta är en rimlig och bättre beskrivning av vilken klimatpåverkan som kommer att uppkomma i ett 100-årsperspektiv på grund av det förändrade torvuttaget. Valet av tidsperspektiv beskrivs i kapitel 6.4.

Samma konsekvens kan även förklaras med följande. Om energiföretaget idag använder en specifik torvtäkt och ökar uttaget från den så minskar leveranserna från den specifika torvtäkten till andra torvkunder varvid de behöver söka sig till en ny torvtäkt. Analogt, om energiföretaget minskar uttaget från en specifik torvtäkt så kan torven säljas till andra kunder varvid dessa inte behöver ta en ny torvtäkt i anspråk lika tidigt. I detta avseende ska dock tilläggas att marknaden är större än bara energitorv. Den största marknaden för torven är till jordförbättring (odlingstorv). Figur 17 illustrerar grovt ovanstående konsekvenskedja.



Figur 17 Torvtäkt som långsiktigt och indirekt påverkas av ett förändrat uttag från en specifik torvtäkt. Om energiföretaget minskar sin torvanvändning så påverkas torvproduktionen någonstans i Sverige. Troligen senareläggs öppnandet av en ny torvtäkt (100-årsperspektivet). Om energiföretaget ökar sin torvanvändning så tidigareläggs öppnandet av en ny torvtäkt.

Specialfall:

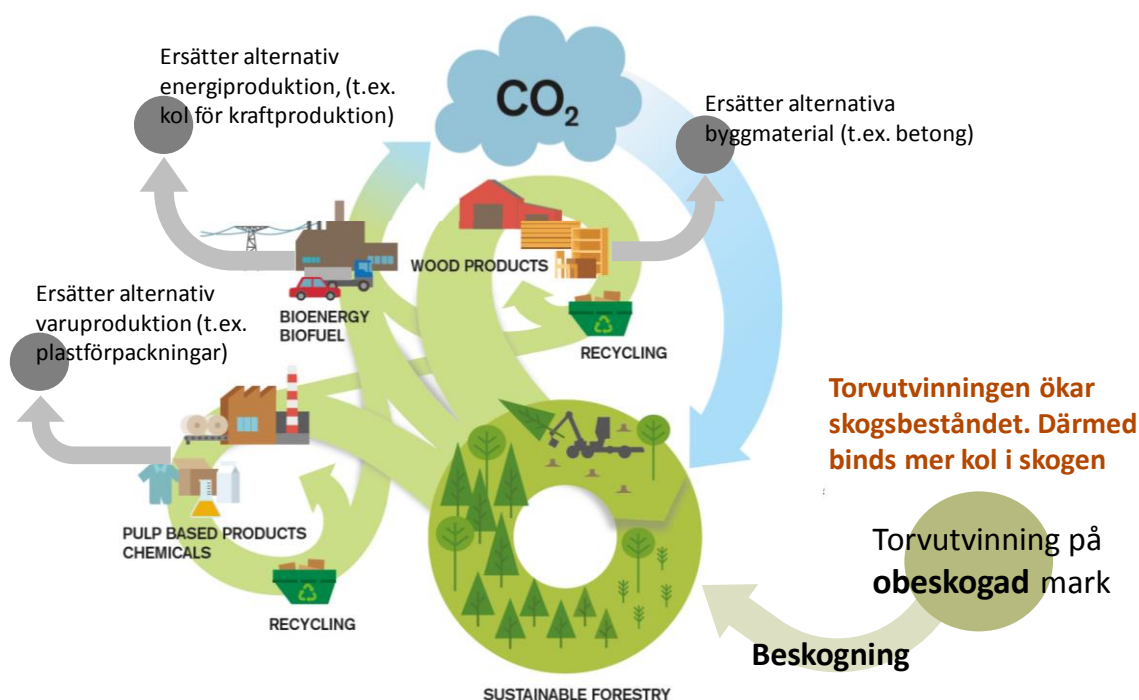
Om vi får en tydlig och långsiktigt vikande torvanvändning eller till och med en förtida avveckling av aktiva torvtäkter så uppkommer en ny situation. I detta fall kan befintliga torvtäkter räcka till för det svenska torvbehovet även i ett 100-års perspektiv. I denna situation ska inte beräkningarna inkludera att öppnandet av en ny torvtäkt tidigareläggs vid ökad torvanvändning. En sådan situation har Finland idag (enligt samtal med Svensk Torv och Neova). I utredningen har detta specialfall inte tagits med i beräkningarna.

6.3 Substitutionseffekter

I detta kapitel diskuteras ett begrepp som brukar kallas "substitutionseffekten". Det som avses här är att skogsråvara kan användas för att substituera andra råvaror i samhället. Exempelvis byggmaterial (betong, tegel, mm), förpackningsmaterial (plast, aluminium, mm) och bränslen (olja, naturgas, mm). I dessa exempel, med material som ger en relativt hög klimatbelastning, så ger substitutionen med skogsråvara en tydlig klimatvinst. Substitutionseffekten analyseras ofta i samband med forskningsstudier kring skogens framtida roll i klimatarbetet.

I beräkningar för torvens klimatpåverkan diskuteras också substitutionseffekter på grund av skogsråvaror. Eftersom många torvtäkter anläggs på beskogad mark eller återställs med ny skog när all torv har skördats så påverkar torvtäkterna Sveriges totala skogsförråd. Om nettoeffekten är att torvproduktionen bidrar till en ökad (eller minskad) beskogning så påverkas mängden tillgänglig skog i Sverige. I fallet där en torvtäkt anläggs på en obeskogad torvmark och återställs efter torvproduktionen med skog så kommer torvproduktion netto att bidra med ett ökat skogsbestånd. Även i flera av de andra fallen som diskuteras i nästkommande kapitel så påverkas skogsbeståndet. Exempelvis i fallet där man

utgår från en beskogad torvmark som sedan återställs som våtmark. I detta fall minskar skogsbeståndet på grund av torvproduktionen. I bägge dessa fall påverkas mängden biogent kol som binds i skogen, vilket får betydelse för klimatberäkningarna. I detta kapitel diskuteras dock endast huruvida mängden skog också bidrar till substitution av råvaror. I Figur 18 illustreras ovanstående resonemang. Figuren inkluderar exemplet med obeskogad torvmark som efter produktion återställs med skog, dvs ett fall där skogsbeståndet ökar i Sverige.



Källa: Grundfigur Berndes et al 2016 (Sveaskog), tillägg Profu

Figur 18 Principbild för substitutionseffekten för skogsråvaror inklusive ett fall där torvproduktionen leder till ett ökat skogsbestånd. Skogen har stor potential att minska klimatpåverkan genom att substituera andra råvaror, dock leder inte ett ökat/ minskat skogsbestånd till ökad/minskad substitution. Torvproduktionen ska därför varken belastas eller krediteras eventuella substitutionseffekter på grund av ändrat skogsbestånd.

Ovanstående resonemang utgör utgångspunkten för att diskutera substitutionseffekter från skogsråvaror. Nästa steg är att studera konsekvensen av att skogsbeståndet ökar. Det är ingen tvekan om att skogen kan användas för att substituera andra råvaror och att detta leder till en klimatnytta, men frågan är om ett ökat skogsbestånd också leder till ökad substitution? I denna utredning så är svaret på denna fråga - Nej. Orsaken är att vi redan idag har ett stort skogsbestånd och oavsett om olika aktörer i samhället väljer att använda skogsråvaror istället för andra material för deras produktion så är skogsråvaran tillgänglig oberoende av hur torvproducenterna agerar. I detta perspektiv finns det även ett stort överskott av skogsråvara. Under de senaste 70 åren har den årliga skogstillväxten varit större än det årliga uttaget och vi har därmed succesivt byggt upp ett stort skogsbestånd. En ökad beskogning leder därmed till att skogsförrådet ökar ytterligare men inte till att mer skog används för att producera byggmaterial, papper, mm. Detta är situationen idag och den bedöms bestå även i en överblickbar framtid. I ett ännu längre framtidsperspektiv kan situationen eventuellt förändras. Med höjda klimatambitioner och ett ökat utnyttjande av skogsråvara kan en situation uppstå där all tillgänglig skog utnyttjas som råvara i samhället, dvs en situation utan skogsöverskott. Utbudet av produktiv skogsmark kan även komma att begränsas ytterligare genom utökade naturvårdsavsättningar. I ett sådant läge blir

det relevant att inkludera substitutionseffekten i klimatberäkningarna, men inte innan dess. I forsknings-sammanhang skiljer man på råvaror som utgör en "begränsad resurs" respektive "obegränsad resurs" i miljöberäkningarna. Enligt ovanstående resonemang är skogen idag en "obegränsad resurs". Detta betyder att en aktör som ökar sin användning av skogsråvara därmed inte kommer att hindra någon annan aktör att få tag i skogsråvara genom denna ökning.

6.4 Tidsperspektivets betydelse

En viktig fråga för beräkningen av torvens klimatpåverkan är valet av studerad tidperiod. I utredningen har vi valt att presentera resultat för tre tidsperioder: 20 år, 100 år respektive 300 år. Dessa tre tidsperioder återfinns även i flera av de referenser som har använts för denna utredning. Som grundfall har vi valt 100 år, men resultat för de två övriga tidsperioderna återfinns på flera ställen i rapporten. Vi har valt att inkludera alla tre tidsperioder just för att valet har stor betydelse.

För nästa alla scenarier som studeras i utredningen så kan man konstatera följande för markutsläppens klimatpåverkan:

- I ett **20 års-perspektiv** ges en tydlig ökad klimatpåverkan. De första 20 åren är den aktiva perioden för torvtäkten då torvproduktionen pågår.
- I ett **100 års-perspektiv** minskar klimatpåverkan betydligt jämfört med 20-årsperspektivet
- I ett **300 års-perspektiv** minskar klimatpåverkan ytterligare.

Eftersom vald tidsperiod får stor betydelse för resultatet så uppkommer frågan vilken tidsperiod man bör välja för klimatberäkningarna? På den frågan finns inget entydigt svar, och man kan argumentera för alla tre tidsperspektiv.

Att räkna på 20 år kan vara relevant om klimatproblematiken bedöms som akut, dvs. utifrån argumentet att vi har inte råd att fortsätta öka klimatpåverkan idag eftersom det är bråttom att stoppa utsläppen så snart som möjligt om vi ska klara det uppställda 1,5 gradersmålet. Det är inte vanligt att man räknar på så korta perspektiv och om man gör detta så är det väsentligt att även studerar vad som kommer att hända efter de 20 åren. Om man räknar på 20 år ska man även göra detta för de alternativ som man jämför energitorven med. Exempelvis så ger biobränsle på detta korta perspektiv ett stort nettoutsläpp eftersom man då inte kan tillgodoräkna sig att ny skog kommer att växa upp och binda motsvarande mängd biogent kol.

Ett 100-årsperspektiv är det vanligast använda tidsperspektivet, vilket återfinns i de flesta andra klimatstudier. Inte minst i energisammanhang. Exempelvis används det när man studerar klimatpåverkan av biobränsle. Under denna tidsperiod hinner ny skog växa upp från den som avverkats, vilket är skälet till att man betraktar biobränsle som klimatneutralt då den nya växande skogen tar upp (och "kompenserar") den koldioxid som släpptes ut då biobränslet eldades upp.

Ett 300-årsperspektiv kan å andra sidan också vara relevant att beakta, eftersom de åtgärder vi gör idag behöver vara effektiva även på lång sikt. Det är dock ovanligt med så pass långa tidsperioder i klimatbedömningar, främst för att det är svårt att förhålla sig till de osäkerheter kring rådande förutsättningar som uppkommer under en så lång period.

Utredningens rekommendation är att som grundfall använda ett 100-årsperspektiv, men att komplettera resultaten med både ett 20-års- och 300-årsperspektiv. 20-årsperspektivet används för att belysa att vi initialt får en högre klimatbelastning och 300-årsperspektivet för att belysa att det långsiktigt finns ytterligare klimatvinster.

7 Metodik, antaganden och utvalda scenarier

Syftet med denna studie har varit att visa på den svenska energitorvanvändningens klimatpåverkan i ett utvidgat systemperspektiv.

7.1 Metodik och antaganden

Som utgångspunkt för våra beräkningar har vi använt oss av metodik och underlag från Lundblad m.fl. (2016). Rapporten gjordes på uppdrag av Naturvårdsverket²⁰ i syfte att redovisa kunskap kring klimatpåverkan från torvtäkter på dikade torvmarker. Rapporten bygger på kunskap från tidigare studier, bland annat Lindgren & Lundblad (2014) samt de Jong m.fl. (2015). Utöver detta har vi för beräkningarna använt Olsson (2016), Olsson och Rülcker (2017) samt visst underlag från Hagberg & Holmgren (2008).

En viktig anledning till att Lundblad m.fl. (2016) valdes som huvudreferens är dess transparens vad gäller hur beräkningarna för de olika scenarierna togs fram. Detta gäller i synnerhet utsläppen från torvmarken som är tydligt specificerade. Dessutom så ingår resultat och analyser från tidigare utredningar i underlaget till utredningen. Rapporten är därmed både sammanfattande och relativt ny. Totalt har Lundblad m.fl. (2016) studerat 22 olika scenarier rörande olika alternativ för väl-dränerad torvmark. Scenariernas utformning varierar beroende på om den väl-dränerade torvmarken:

- Är näringsrik eller näringsfattig
- Är beskogad eller obeskogad
- Ska lämnas orörd, användas för torvproduktion eller någon annan åtgärd
- Ska återställas efter torvproduktion genom beskogning, våtmark eller sjö.

I beräkningarna med torvproduktionen används genomgående ett torvdjup på 1,8 m där torv skördas ned till 1,7 m djup.

I våra beräkningar utgår vi från samma metodik och samma antaganden som Lundblad m.fl. (2016) med några undantag:

1. I beräkningarna av växthusgasutsläpp uttryckt i koldioxidekvivalenter för klimatpåverkan på 100 års sikt (Global warming potential, GWP100) har vi justerat beräkningarna för klimatpåverkan från metan. Lundblad m.fl. (2016) använde ett ekvivalentvärde på 25 för metan och detta värde har här justerats till 34 i enlighet med värderingen i IPCC (2013).
2. När det gäller CO₂ som binds in vid beskogning av obeskogad torvmark respektive frigörs när torv skördas från beskogad torvmark så använder vi en något annorlunda metodik. Denna beskrivs nedan under avsnitt 7.2.
3. Vi har även lagt med en känslighetsanalys för alternativet att anlägga en torvtäkt på dränerad jordbruksmark, vilket inte finns med i Lundblad m.fl. (2016). Beräkningarna för detta alternativ bygger på samma metodik som för övriga alternativ.

När det gäller effekter på el- och värmeverkningsgrader av sameldning mellan torv och biobränsle så har vi huvudsakligen baserat våra antaganden på data från Burvall och Öhman (2006).

²⁰ Denna referens utgjorde en bilaga till Naturvårdsverkets utredning 2016 om torv ("Torvutvinningens och torvanvändningens klimat- och miljöpåverkan")

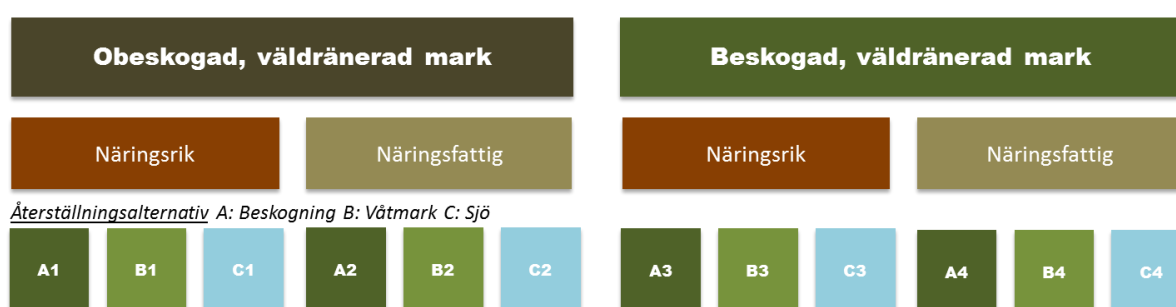
7.2 Utvalda scenarier för utsläpp från torvmark

7.2.1 Studerade scenarier för utsläpp från skogsmark

Utifrån den beskrivna metodiken har tolv olika scenarier analyserats. Utgångspunkten är en väl-dränerad torvmark som är antingen obeskogad eller beskogad, näringsrik eller näringsfattig och som antingen återställs genom beskogning, som våtmark eller som sjö.

Figur 19 nedan visar matrisen med de tolv scenarierna. Scenario A1 ska utläsas som att en obeskogad, väl-dränerad och näringsrik torvmark används för torvproduktion i 20 år och därefter återställs marken genom beskogning. På motsvarande sätt ska t.ex. Scenario B4 utläsas som att en beskogad, väl-dränerad och näringsfattig mark används för torvproduktion i 20 år och därefter återställs marken genom anläggande av våtmark.

Man bör notera att i de scenarier som beskrivs här ingår inte användningen av torv. För att kunna beräkna energitorvens nettoklimatpåverkan måste även förbränningens direkta utsläpp tas med samt även den alternativa el- och värmeproduktionen som energitorven ersätter. Resultaterande klimatpåverkan från de torvscenarier som beskrivs i detta avsnitt presenteras i avsnitt 8.1. I avsnitt 8.2 - 8.4 kompletteras resultaten med förbränningens direkta utsläpp och nyttan av att man ersätter alternativ el- och värmeproduktion.



Figur 19 De tolv studerade scenarierna varierar beroende på om den väl-dränerade marken är obeskogad eller beskogad, om den är näringsrik eller näringsfattig och vilken återställningsmetod som används efter att torvtäkten är avslutad.

I analysen studeras nettoeffekten av torvproduktionen i ett konsekvensperspektiv under tre olika tidsperioder: 20, 100 respektive 300 år.

- Första delen av nettoeffekten är att man summerar de utsläpp som sker till följd av markförberedelser (utsläpp före torvtäkten är aktiv), skörd (utsläpp under den aktiva perioden) samt återställningen (utsläpp efter den aktiva perioden).
- Andra delen av nettoeffekten är att man summerar de utsläpp som undviks genom torvproduktionen, dvs de utsläpp som skulle skett om marken lämnats orörd utan någon torvproduktion.
- Nettoeffekten beräknas sedan som differensen mellan dessa två delar, dvs summan av tillförda utsläpp minus summan av undvikna utsläpp. I scenarierna A1, B1 och C1 beräknas t ex de

undvikna utsläppen som summan av de utsläpp som sker för en obeskogad, väldränerade och näringsrik torvmark.

Samtliga beräkningar rörande utsläppen från torvmark baseras på scenarier som studerats av Lundblad m.fl. (2016). Detta gäller såväl de tillförda utsläppen till följd av torvproduktion som de utsläpp som undviks och annars hade skett om marken lämnats orörd utan någon torvproduktion.

Som vi beskrev under avsnitt 7.1 använder vi en annan värdering av den klimatpåverkan som metan ger upphov till än Lundblad m.fl. (2016). Vi använder en värdering enligt IPCC (2013) medan Lundblad m.fl. (2016) använder värderingen enligt IPCC (2007).

Den andra skillnaden gäller hur stor mängd biogen CO_2 som binds upp i skog när torvmarken (som var obeskogad innan torvproduktionen startade) beskogas som en återställningsmetod när torvproduktionen är avslutad. Detta redovisas i form av en figur i Lundblad m.fl. (2016) för olika scenarier där man ser hur de kumulativa utsläppen varierar under 300 år beroende på var man ligger i skogens "livscykel" från plantering till avverkning. "Livscykeln" tar ca 80 år och efterföljs sedan av en ny "livscykel" som startar med nyplantering efter avverkning. Till skillnad från utsläppen från torvmark och de antaganden som gäller för detta (som redovisas tydligt i bilaga C i Lundblad m.fl. (2016) och som därför går bra att "återskapa" för våra beräkningar) så finns inte samma tydliga dataunderlag för denna figur. Samma sak gäller det omvända fallet, dvs när beskogad mark används för torvproduktion och återställningen sker i form av våtmark eller sjö, dvs när man förlorar den biogena kolinbindning som finns i den stående skogen.

Baserat på diskussioner med forskare under projektet har vi istället valt att använda följande angreppssätt när det gäller effekter av skog på torvmark:

- Om marken som används är beskogad före torvproduktion startar och den återställs genom beskogning så har vi antagit att detta kan ses som ett "nollsummespel" både i ett 100- och i ett 300-årsperspektiv. Det innebär att den biogena CO_2 som frisläpps genom att skogen tas bort för att torvproduktion ska kunna ske, kompenseras av den biogena CO_2 som binds in i den skog som planteras efter det att torvproduktionen är avslutad. Implicit antar vi då att den skog som nyplanteras har samma egenskaper som den skog som fanns på plats innan torvproduktionen startade. På denna specifika yta där torvproduktionen sker räknar vi sålunda med oförändrade skogsförråd både i ett 100- och i ett 300-årsperspektiv. Man skulle kunna tänka sig att den nya skogen växer bättre eller sämre jämfört med den skog som avverkades, men sådana variationer har vi inte inkluderat i analysen. Om vi hade räknat med att den nya skogen växer bättre och bygger upp ett större skogligt förråd än den gamla så hade detta inneburit lägre klimatpåverkande utsläpp från torvproduktionen och viceversa om den nya skogen hade växt sämre än den gamla skogen. I ett 20-års perspektiv inkluderas hela förlusten av biogen CO_2 till följd av att skogen avverkas samt att ingen inbindning av ny biogen CO_2 ännu har hunnit ske. Ett annat sätt att uttrycka detta är att på 20 år förloras hela skogsförrådet på marken, men på 100 år (och 300 år) har det återbildats genom beskogningsåtgärden.
- Om marken som används är obeskogad före torvproduktion startar och återställs genom beskogning så har vi antagit att det skogsförråd som byggs upp i ett 100-årsperspektiv motsvarar $200 \text{ m}^3\text{sk/ha}$. Baserat på metodik och data enligt Olsson och Rülcker (2017) motsvarar detta en CO_2 -inbindning på $264 \text{ ton CO}_2/\text{ha}$. Utöver detta sker även CO_2 -inbindning i form av humustillskott från skogsförna. Enligt Olsson och Rülcker (2017) varierar denna beroende på om marken är näringsrik eller näringsfattig och uppgår i ett 100-årsperspektiv till

43,3 ton CO₂/ha respektive 25,3 ton CO₂/ha. Samma data antas gälla i ett 300-årsperspektiv, utifrån att skogsförrådet inte antas öka under de "livscyklar" som sker från plantering till avverkning och därefter nyplantering. I ett 20-årsperspektiv antas ingen biogen CO₂ bindas in eftersom torvproduktionen precis är avslutad efter 20 år.

- Om marken som används är beskogad före torvproduktion startar och den återställs i form av våtmark eller sjö (dvs utan beskogning) så antar vi att biogen CO₂ frigörs i samma omfattning som det binds in i föregående fall på grund av det "förlorade" skogsförrådet. Detta gäller i alla de studerade tidsperspektiven.

7.2.2 Studerat scenario för utsläpp från åkermark

I detta scenario studeras om torvproduktionen istället skulle ske från åkermark. Lundblad m.fl. (2016) räknar inte på ett sådant scenario, men man inkluderar vissa data kring utsläppen åkermark som vi har använt som utgångspunkt. Tabell 1 nedan är hämtad från Lundblad m.fl. (2016) och illustrerar den betydligt större växthusavgången som sker från åkermark i jämförelse med skogsmark. I jämförelse med väl-dränerad skogsmark (vilket är den typ av mark som studeras i de 12 scenarierna i avsnitt 7.2.1) så är CO₂-avgången 4-5,5 gånger högre för åkermark.

Tabell 1 Emissionsfaktorer för dränerad mark. Enheten är mängd växthusgas (kg) per arealenhet (hektar). Tabellen är hämtad från Lundblad m.fl. (2016). ¹⁾ DOC (*Dissolved organic carbon*) är löst kol som transporteras bort från markprofilen med markvattnet

Typ av mark	Närings-status	kg CO ₂ ha ⁻¹ år ⁻¹			kg N ₂ O ha ⁻¹ år ⁻¹		kg CH ₄ ha ⁻¹ år ⁻¹		
		Väl-dränerad	Sämre dränerad	DOC ¹	Väl-dränerad	Sämre dränerad	Väl-dränerad	Sämre dränerad	dike
Dränerad Skogsmark	Rik	5610	2810	440	4,8	0,7	2,2	111,5	5,4
	Fattig	4020	2010	440	1,8	0,3	5,4	42,4	5,4
Åkermark	-	22400		440	20,4		0,0		58,3

I denna känslighetsanalys använder vi samma metodik som för de 12 scenarierna i avsnitt 7.2.1. En utmaning är dock att det inte finns dataunderlag för alla delar i Lundblad m.fl. (2016). Detta gör analysen mer osäker eftersom vi har fått komplettera med egna antaganden.

Nedan följer de centrala antaganden vi har gjort:

- För utsläpp från orörd åkermark används utsläppskoefficienter baserat på Lundblad m.fl. (2016) enligt Tabell 1. Här antas att dessa emissioner gäller årligen utan förändring.
- Vidare antas torvdjupet vara 0,85 m då torvskörd påbörjas (dvs halva skördedjupet jämfört med skogsmark). Enligt kontakter med Neova varierar skördedjupet i verkligheten beroende på de aktuella förutsättningarna, det kan alltså både vara djupare och grundare, men 0,85 m kan ses som en vanlig nivå (Borg Dunge, 2018). I och med den betydligt större växthusavgången från åkermark jämfört med skogsmark så får valet av skördedjup större betydelse för resultaten (se även nedan). Eftersom skördedjupet är hälften av det som antogs för skogsmark (0,85 m jämfört med 1,7 m) och produktionstakten antas vara densamma, så innebär detta att produktionen här antas ske på 10 år istället för 20 år.

- Vidare antas att torven som skördas har samma egenskaper som från skogsmark. Detta innebär en volymvikt på 0,1 ton TS torv/m³ och en kolhalt på 50 % av TS. Detta innebär att det finns $0,85 * 0,1 * 50 \% * 10\ 000 = 425$ ton C/ha.
- Givet det höga CO₂-utsläppet från orörd åkermark enligt ovan så kommer torvmarken att oxidera av sig själv ned till 0,8 meters djup innan 100 år har gått. Om vi räknar enbart på CO₂-emissionen från åkermarken så uppgår den till 22 400 kg CO₂/ha, år (enligt Tabell 1) vilket motsvarar drygt 6,1 ton C/ha, år. Detta skulle ge en oxidationstid på $425 / 6,1 = \text{ca } 70$ år, givet att oxidationstakten inte förändras. Om man väger in förlust av kol via DOC och metan enligt Tabell 1 blir denna tid ännu kortare och landar på 68 år. Utifrån detta har vi valt att fokusera resultaten på 20-års- och 100-årsperspektivet.
- När det gäller utsläpp vid torvproduktion från åkermark finns ingen data om detta i Lundblad m.fl. (2016). Vi har istället skattat detta utifrån relativa förändring av utsläppen som Lundblad m.fl. (2016) visar för torvproduktion under 20 års tid från väl-dränerad, obeskogad och näringsrik skogsmark i jämförelse med att lämna marken orörd. Detta innebär att utsläppen från åkermarken ökar under de 10 år som torvproduktionen sker i jämförelse med att lämna åkermarken orörd.
- Slutligen har vi här efter torvproduktionen antagit att återställning sker i form av anläggning av en sjö. På samma sätt som för skogsmark i Lundblad m.fl. (2016) antas då att samtliga utsläpp av växthusgaser helt upphör.

8 Resultat

I detta kapitel redovisar vi resultaten från våra beräkningar. Kapitlet är uppbyggt av avsnitt där vi successivt bygger upp helhetsbilden av klimatpåverkan från energitorv ur ett systemperspektiv.

I avsnitt 8.1 redovisas resultaten som gäller utsläpp från torvmark, både med och utan torvproduktion. Fokus ligger på hur markutsläppen förändras givet de olika scenarier som ställs upp i avsnitt 7.2. Detta kapitel är relativt omfattande eftersom totalt 13 olika scenarier har studerats.

I avsnitt 8.2 kompletteras resultat från avsnitt 8.1 med de utsläpp som sker vid förbränningen av energitorven samt de utsläpp som kommer från olika typer av fordon och arbetsmaskiner i samband med skörd av torv (inklusive lagring och distribution).

I avsnitt 8.3 kompletteras resultaten i avsnitt 8.2 med nyttan av att alternativ elproduktion kan ersättas när energitorv eldas i kraftvärmeverk.

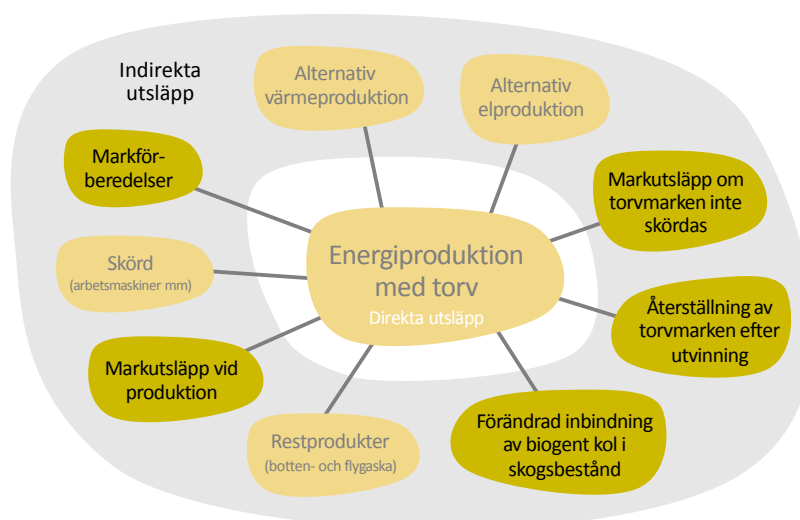
Och slutligen, i avsnitt 8.4, ges en fullständig bild av energitorvens klimatpåverkan i ett systemperspektiv genom att nyttan av att man ersätter både alternativ el- och värmeproduktion inkluderas. Detta görs genom att presentera två energiföretags (Sandviken Energi och Neova Kramfors) totala klimatpåverkan för året 2017 i form av ett utökat klimatbokslut.

8.1 Utsläpp från mark vid olika scenarier för torvproduktion

I detta avsnitt redovisas resultaten som gäller utsläpp från mark vid torvproduktion. Resultaten fokuserar på de grönmarkerade delarna i Figur 20, dvs en delmängd av hela klimatpåverkan för energitorv ur ett systemperspektiv.

Redovisningen fokuserar på resultat för torvens klimatpåverkan i ett 100-årsperspektiv, men även resultat i 20-års och 300-årsperspektiv inkluderas i viss mån.

I avsnitt 8.1.1 - 8.1.3 görs en detaljerad resultatpresentation för 3 av de 12 scenarier som gäller torvproduktion från skogsmark. Denna detaljerade presentation förklarar olika delar som inkluderats i beräkningarna och i avsnitt 8.1.4 redovisas det sammanlagda resultatet för alla de 12 scenarierna. I avsnitt 8.1.5 redovisas motsvarande resultat för scenariot som gäller torvproduktion från åkermark.

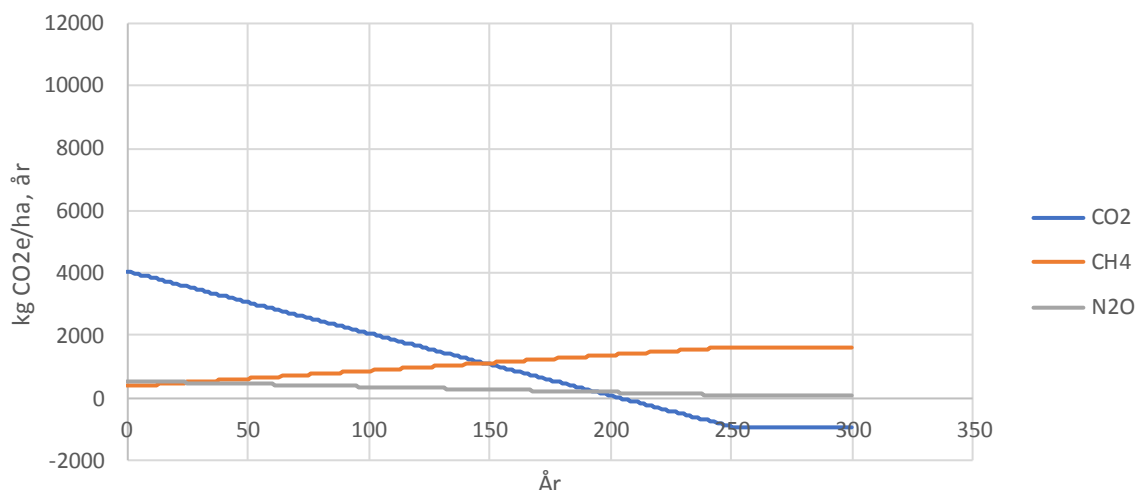


Figur 20 Systemgräns för klimatutvärdering av energitorv ur ett systemperspektiv. De grönmarkerade delarna är i fokus för resultaten i detta avsnitt.

8.1.1 Skogsmark: Resultat för scenario A2

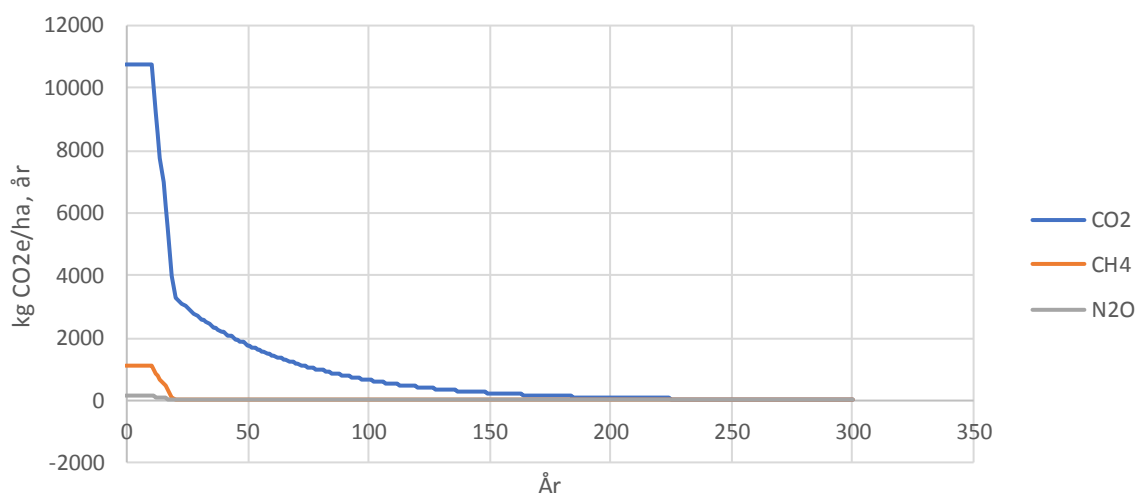
Scenario A2 innebär (jämför Figur 19) att en obeskogad, väl-dränerad och näringsfattig torvmark används för torvproduktion i 20 år och därefter återställs genom beskogning.

Utgångspunkten för beräkningen av nettoeffekten är då vilka utsläpp som skulle ske om marken lämnas orörd, dvs utan att torvproduktion sker. Dessa utsläpp illustreras i Figur 21 baserat på Lundblad m.fl. (2016). Figuren visar de årliga utsläppen från den orörda torvmarken under hela 300-årsperioden. Under alla åren så ger denna torvmark ett nettoutsläpp av CO₂e. I slutet av perioden sker viss inbindning av CO₂ men även då ger torvmarken ett nettobidrag till ökad klimatpåverkan på grund av ökade utsläpp av metan.



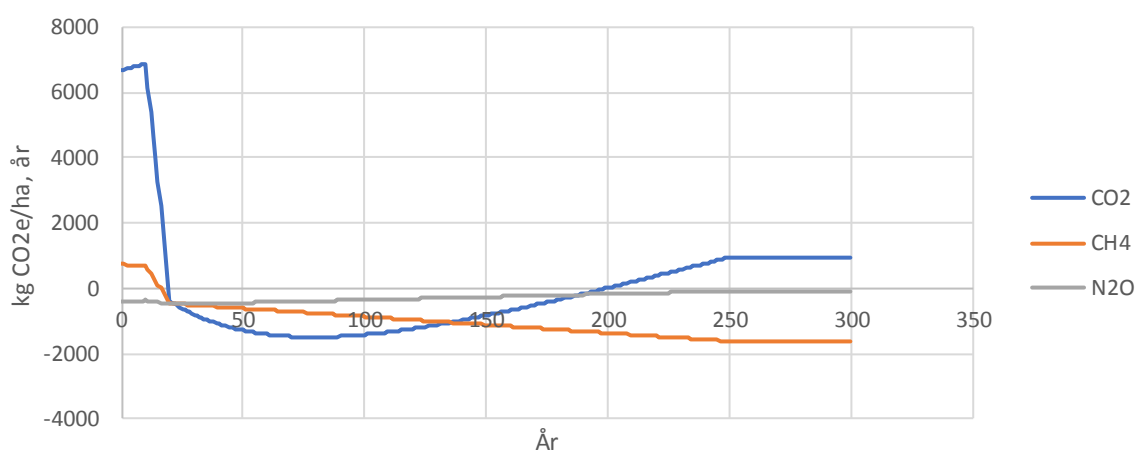
Figur 21 Årliga utsläpp från orörd mark i scenario A2. Den obeskogade, väl-dränerade och näringsfattiga torvmarken bidrar till utsläpp av CO₂ under knappt 200 år, men börjar sedan binda in CO₂ då den övergår i ett våtmarksliknande tillstånd. Under hela 300-årsperioden sker utsläpp av metan och lustgas, vilka här har räknats om till koldioxidekvivalenter.

Genom att istället producera torv på denna torvmark så kommer ovanstående utsläpp att undvikas. Istället tillkommer det andra markutsläpp under de 20 år som torven produceras och därefter även ett långsamt utsläpp av CO₂ från den torv som återstår i torvtäkten. Dessutom tillkommer utsläpp från markförberedelser innan torvtäkten tas i drift och andra utsläpp kopplade till återställningen av torvmarken. Som angivits i förutsättningarna i Lundblad m.fl. (2016) är torvdjupet 1,8 m och skörd sker ned till och med 1,7 m. Baserat på detta fås, i scenario A2, utsläpp från torvmarken enligt Figur 22.



Figur 22 Årliga utsläpp från mark där torv produceras i scenario A2. Utsläppen av CO₂ sker framförallt under de 20 år som torvproduktionen sker, därefter sker en gradvis nedbrytning av återstående torv som lämnats kvar i torvtäkten. Utsläppen av metan och lustgas upphör helt efter att torvproduktionen är avslutad. Utsläpp kopplade till markförberedelser och återställning (exklusive beskognings effekter) ingår i dessa värden (dock ej utsläpp vid skörd).

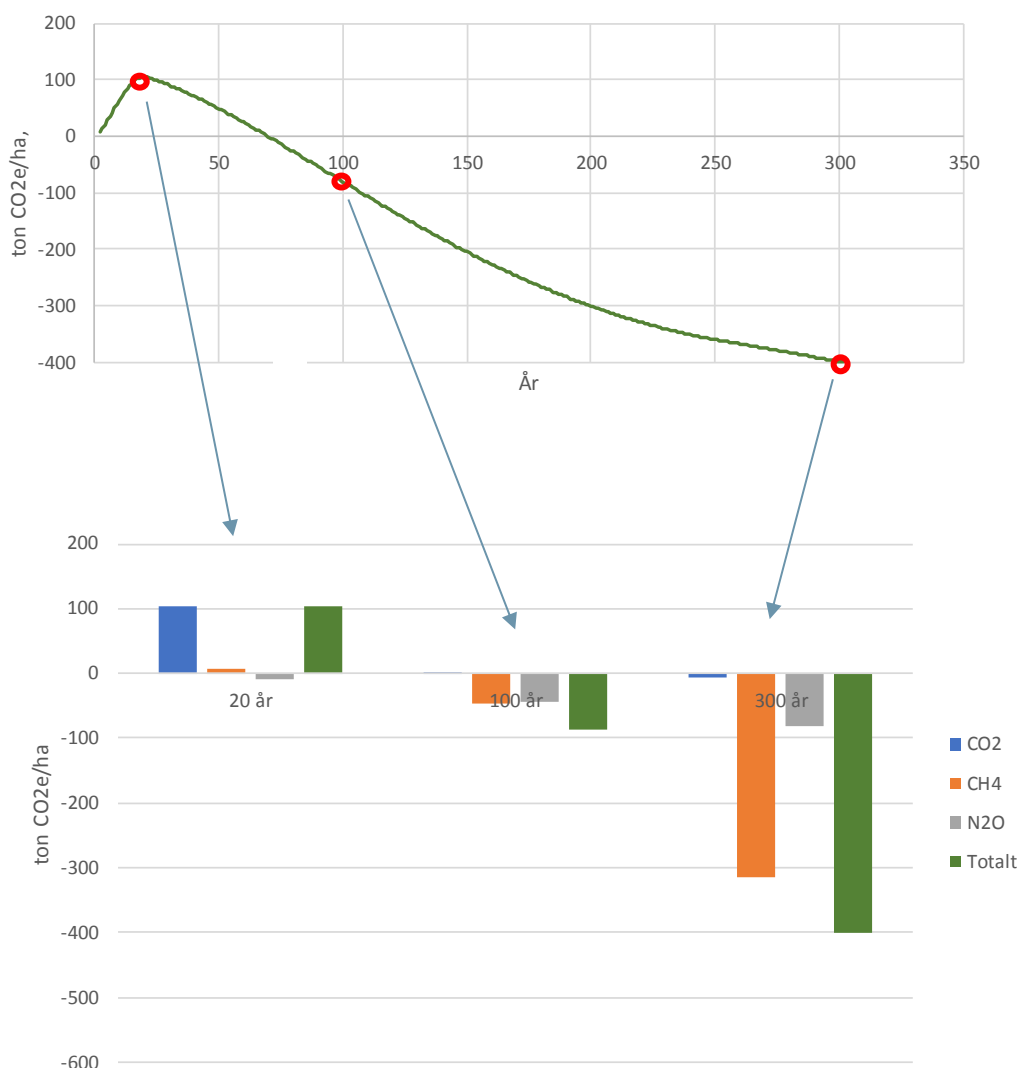
Nettoeffekten av torvproduktionen när det gäller utsläppen från mark kan nu beräknas som utsläppen där produktion ingår (enligt Figur 22) **minus** de utsläpp som skulle skett om marken lämnats orörd (enligt Figur 21). Detta ger ett resultat enligt Figur 23. Figuren visar olika resultat beroende på vilken växthusgas som studeras.



Figur 23 Nettoeffekt för årliga utsläpp från torvmark i scenario A2. Figuren har tagits fram genom att ta utsläpp enligt Figur 22 **minus** utsläpp enligt Figur 21.

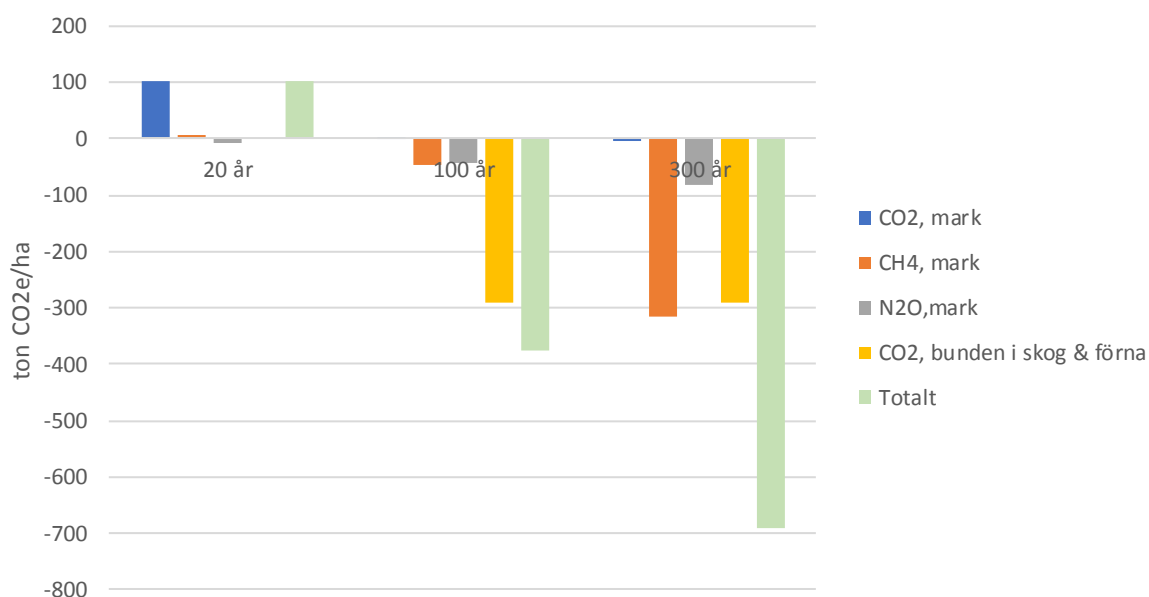
Det är viktigt att poängtera att Figur 23 endast illustrerar den **årliga** nettoeffekten för respektive växthusgas. Mer intressant är att titta på den ackumulerade nettoeffekten under olika tidsperspektiv. Detta illustreras i Figur 24 nedan. Den övre figuren visar den ackumulerade nettoeffekten för samtliga växthusgaser som funktion av antalet år. Den nedre figuren visar bidraget från CO₂, metan och lustgas för den ackumulerade nettoeffekt som fås i ett 20-, 100- respektive 300-års perspektiv. Figuren visar att den ackumulerade nettoeffekten resulterar i ett ökat markutsläpp i ett 20-års perspektiv, medan det

omvända galler i ett 100- och 300-årsperspektiv. I ett 100-årsperspektiv är det både minskade utsläpp av metan och lustgas som bidrar till minskningen, medan det i ett 300-årsperspektiv framförallt är minskade utsläpp av metan som bidrar till minskningen.



Figur 24 Ackumulerad nettoeffekt för utsläpp från torvmark i scenario A2. Figuren har tagits fram genom att summera de årsvisa förändringarna enligt Figur 23. OBS! Observera att här används skalan ton CO₂e/ha.

Utöver nettoeffekten för utsläpp från torvmark enligt Figur 24 så binds i detta scenario även biogen CO₂ från luften genom det skogsförråd som byggs upp. I enlighet med förutsättningarna i avsnitt 7.2.1 innebär detta en utsläppsreduktion i ett 100- och i ett 300-årsperspektiv. Detta ger oss resultatet enligt Figur 25.

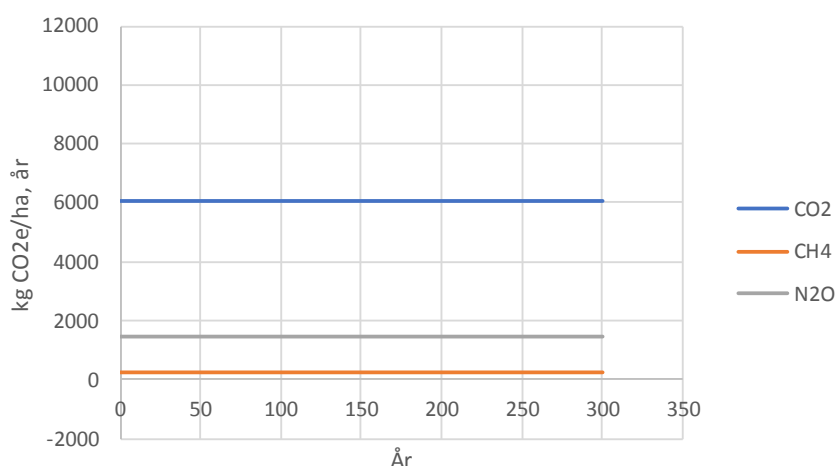


Figur 25 Ackumulerad nettoeffekt för utsläpp från torvmark + effekten av återställning genom beskogning i scenario A2. Figuren har tagits fram genom att använda den nedre figuren i Figur 24 och addera den beräknade mängden inbunden CO₂ i skog och förna.

8.1.2 Skogsmark: Resultat för scenario A3

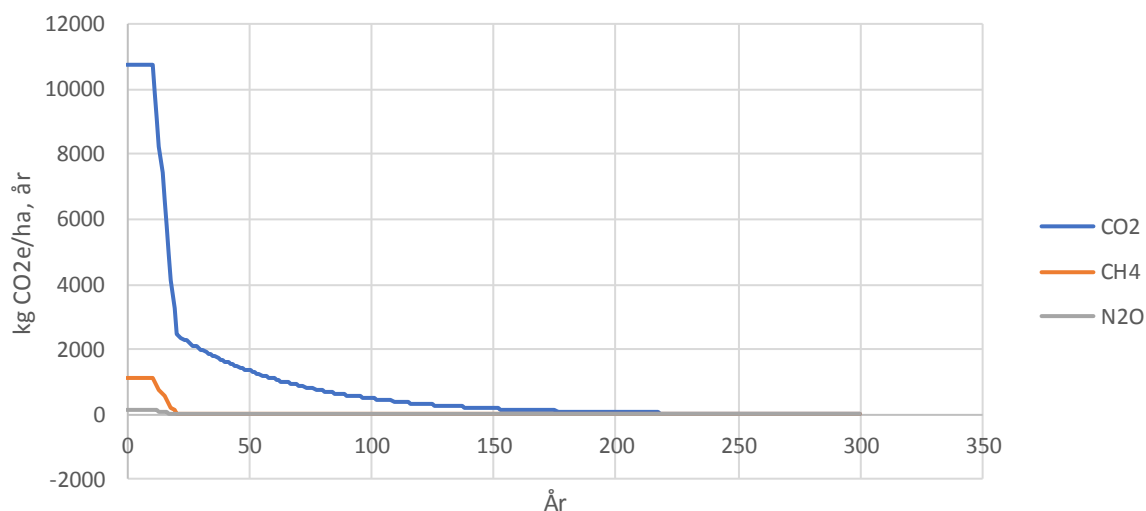
Scenario A3 innebär (jämför Figur 19) att en beskogad, väl-dränerad och näringsrik torvmark används för torvproduktion i 20 år och därefter återställs genom beskogning.

Utgångspunkten för beräkningen av nettoeffekten är då vilka utsläpp som skulle ske om marken lämnas orörd, dvs utan att torvproduktion sker. Dessa utsläpp illustreras i Figur 26 baserat på Lundblad m.fl. (2016). Figuren visar alltså att denna typ av mark läcker växthusgaser och är en nettokälla för ökad klimatpåverkan om den lämnas orörd.



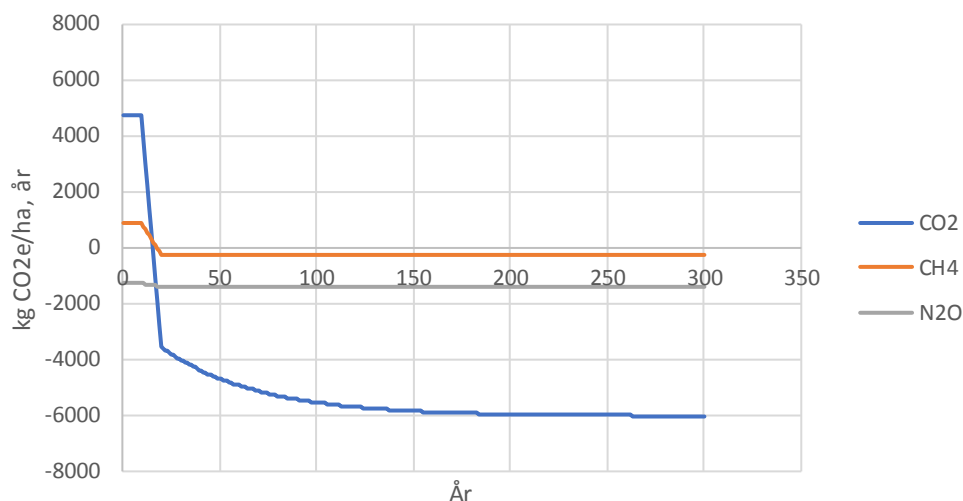
Figur 26 Årliga utsläpp från orörd mark i scenario A3. Den beskogade, väl-dränerade och näringsrika torvmarken bidrar till utsläpp av CO₂, metan och lustgas under hela 300-årsperioden. Figuren baseras helt på data från Lundblad m.fl. (2016), Profu har enbart räknat om CO₂-ekvivalent värdet för metan från 25 till 34.

Genom att starta torvproduktion på marken så kommer ovanstående utsläpp att undvikas. Istället kommer det att tillkomma utsläpp från marken under de 20 år som torven produceras och därefter kommer det ske ett långsamt utsläpp av CO₂ från den torv som återstår i torvtäkten. Baserat på detta fås, i scenario A3, utsläpp från torvmarken enligt Figur 27.



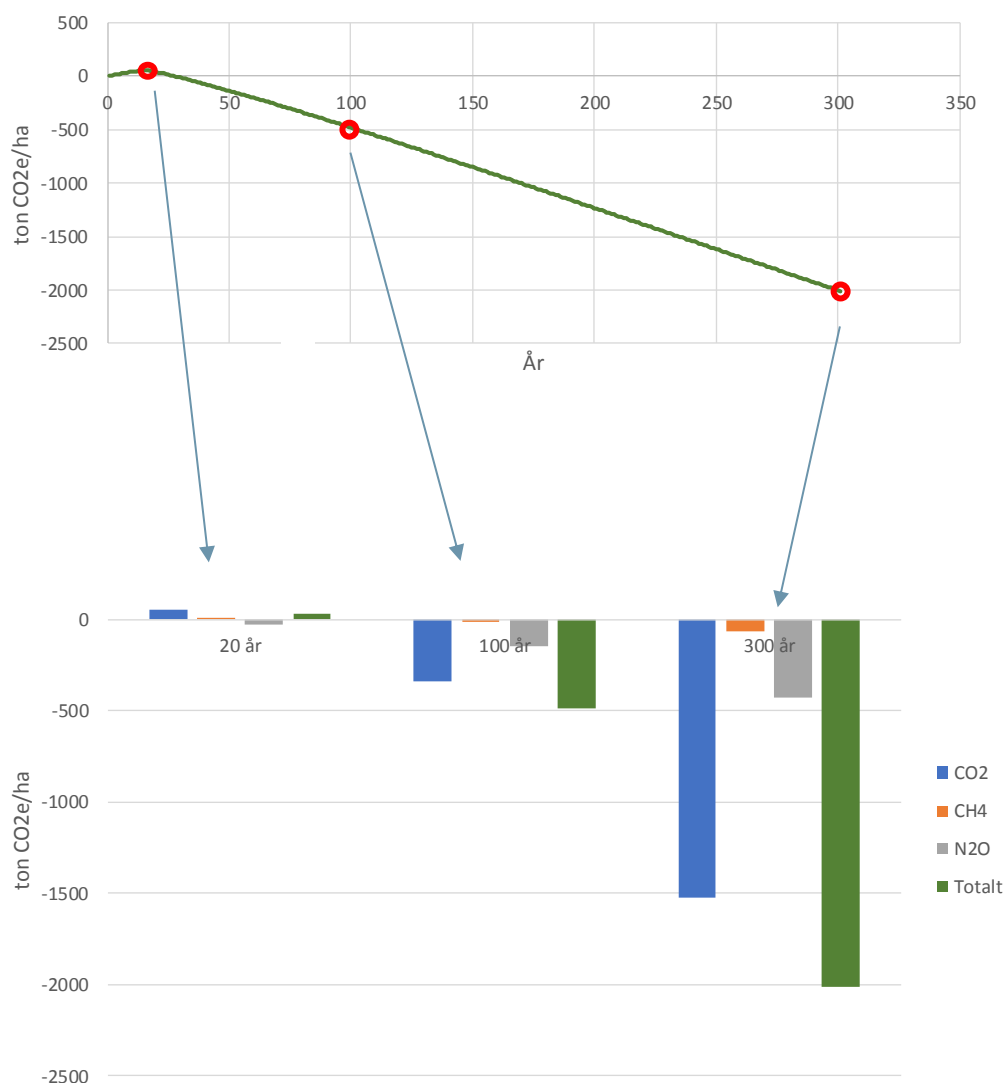
Figur 27 Årliga utsläpp från mark där torv produceras i scenario A3. Utsläppen av CO₂ sker framförallt under de 20 år som torvproduktionen sker, därefter sker en gradvis nedbrytning av återstående torv som lämnats kvar i torvtäkten. Utsläppen av metan och lustgas upphör helt efter att torvproduktionen är avslutad. Utsläpp kopplade till markförberedelser och återställning (exklusive avskognings- och beskognings effekter) ingår i dessa värden (dock ej utsläpp vid skörd).

Nettoeffekten av torvproduktionen när det gäller utsläppen från mark kan nu beräknas som utsläppen där produktion ingår (enligt Figur 27) **minus** de utsläpp som skulle skett om marken lämnats orörd (enligt Figur 26). Detta ger ett resultat enligt Figur 28. Figuren visar olika resultat beroende på vilken växthusgas som studeras.



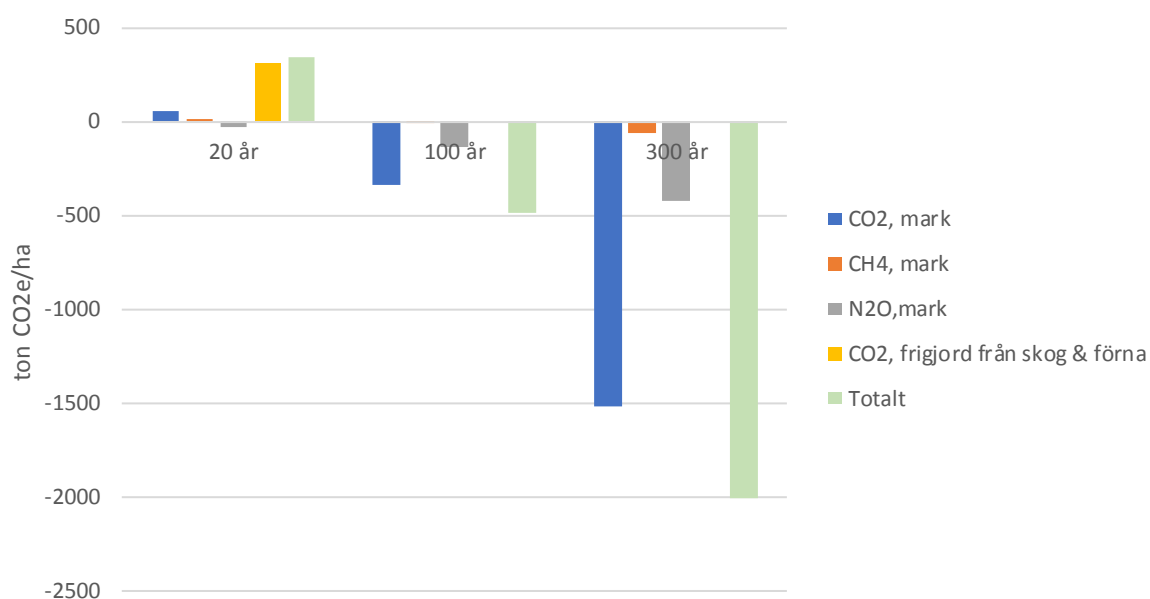
Figur 28 Nettoeffekt för årliga utsläpp från torvmark i scenario A3. Figuren har tagits fram genom att ta utsläpp enligt Figur 27 **minus** utsläpp enligt Figur 26.

Det är viktigt att poängtera att Figur 28 enbart illustrerar den **årliga** nettoeffekten för respektive växthusgas. Mer intressant är att titta på den ackumulerade nettoeffekten under olika tidsperspektiv. Detta illustreras i Figur 29 nedan. Den övre figuren visar den ackumulerade nettoeffekten för samtliga växthusgaser som funktion av antalet år. Den nedre figuren visar bidraget från CO₂, metan och lustgas för den ackumulerade nettoeffekt som fås i ett 20-, 100- respektive 300-årsperspektiv. Figuren visar att den ackumulerade nettoeffekten resulterar i ett ökat markutsläpp i ett 20-årsperspektiv, medan det omvända gäller i ett 100- och 300-årsperspektiv. Både i ett 100-årsperspektiv och i ett 300-årsperspektiv är det framförallt minskade utsläpp av CO₂ som bidrar till minskningen.



Figur 29 Ackumulerad nettoeffekt för utsläpp från torvmark i scenario A3. Figuren har tagits fram genom att summera de årsvisa förändringarna enligt Figur 28. OBS! Observera att här används skalan ton CO₂e/ha.

Utöver nettoeffekten för utsläpp från torvmark enligt Figur 29 så frigörs i detta scenario även biogen CO₂ från luften i ett 20-årsperspektiv genom det skogsförråd som tas bort. I enlighet med förutsättningarna i avsnitt 7.2.1 fås ingen sådan effekt i ett 100- och i ett 300-årsperspektiv genom att det borttagna skogsförrådet kompenseras av det nya skogsförrådet genom beskogningen. Detta ger oss resultatet enligt Figur 30.

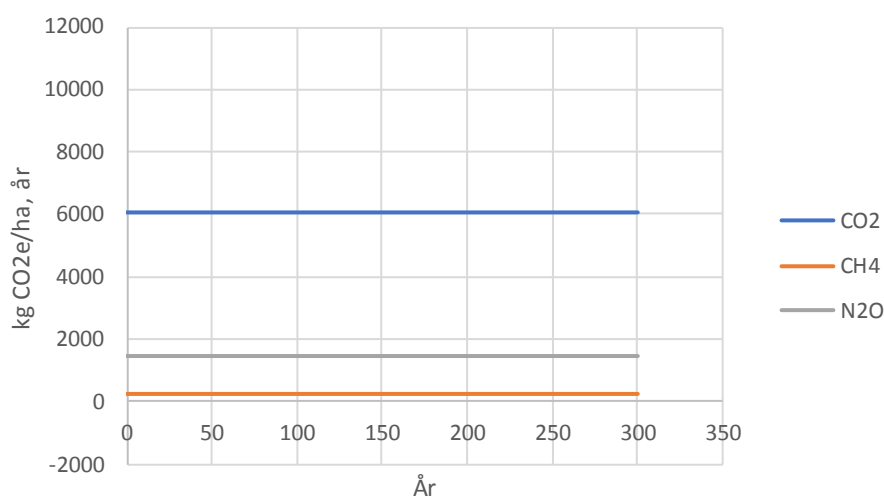


Figur 30 Ackumulerad nettoeffekt för utsläpp från torvmark + effekt av avskogning i scenario A3. Figuren har tagits fram genom att använda den nedre figuren i Figur 29 och addera den beräknade mängden frigjord CO₂ från skog och förna i ett 20-årsperspektiv.

8.1.3 Skogsmark: Resultat för scenario C3

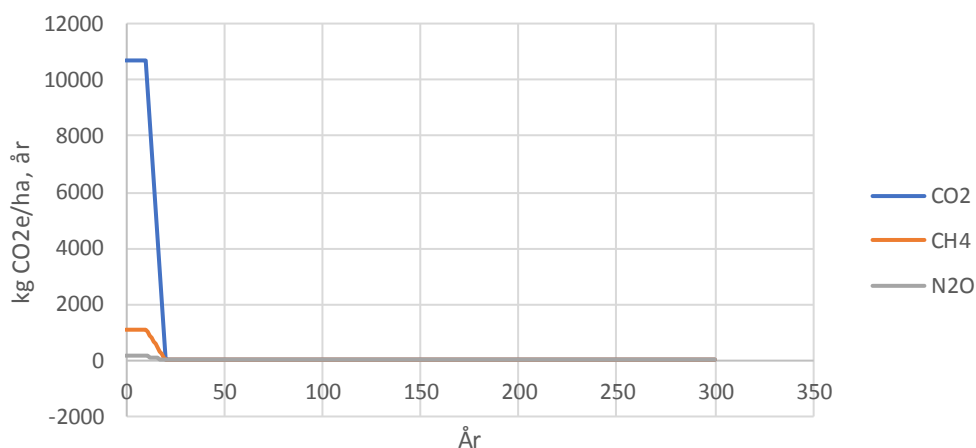
Scenario C3 innebär (jämför Figur 19) att en beskogad, väl-dränerad och näringsrik torvmark används för torvproduktion i 20 år och därefter återställs genom anläggning av en sjö.

Utgångspunkten för beräkningen av nettoeffekten är då vilka utsläpp som skulle ske om marken lämnas orörd, dvs utan att torvproduktion sker. Dessa utsläpp illustreras i Figur 31 baserat på Lundblad m.fl. (2016). Figuren visar alltså att denna typ av mark läcker växthusgaser och är en nettokälla för ökad klimatpåverkan om den lämnas orörd.



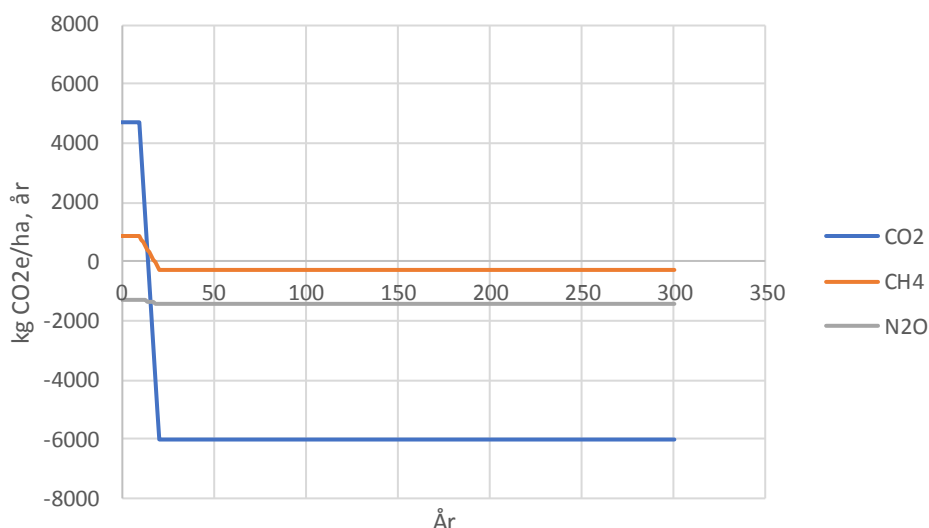
Figur 31 Årliga utsläpp från orörd mark i scenario C3. Den beskogade, väl-dränerade och näringsrika torvmarken bidrar till utsläpp av CO₂, metan och lustgas under hela 300-årsperioden.

Genom att starta torvproduktion på marken så kommer ovanstående utsläpp att undvikas. Istället kommer det att tillkomma utsläpp från marken under de 20 år som torven produceras och därefter kommer utsläppen att upphöra helt när sjön anläggs enligt Lundblad m.fl. (2016). Baserat på detta fås utsläpp från torvmarken enligt Figur 32 när torv produceras i scenario C3.



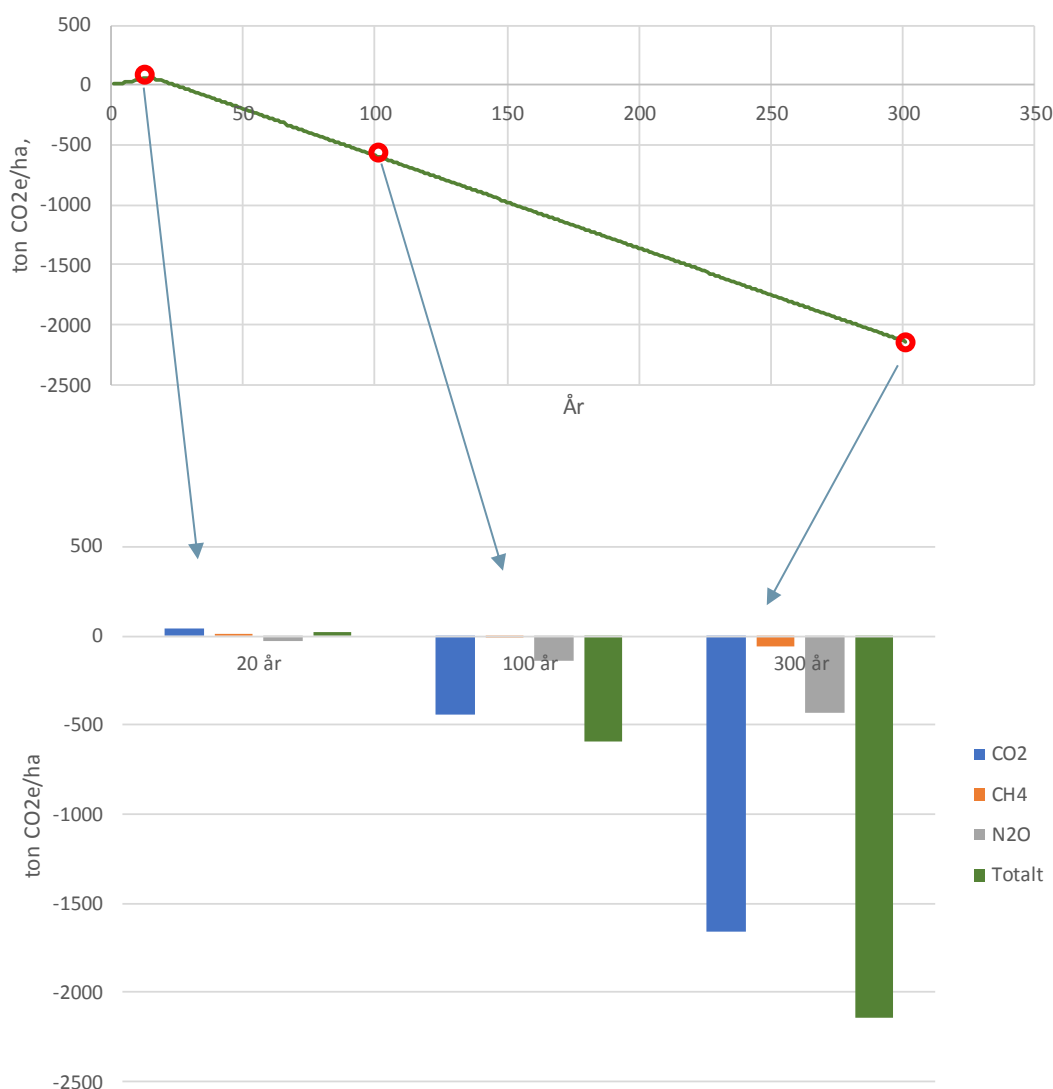
Figur 32 Årliga utsläpp från mark där torv produceras i scenario C3. Utsläppen av CO₂ sker under de 20 år som torvproduktionen sker, därefter upphör utsläppen så snart sjön anläggs. Utsläpp kopplade till markförberedelser och återställning (exklusive avskogningseffekter) ingår i dessa värden (dock ej utsläpp vid skörd).

Nettoeffekten av torvproduktionen när det gäller utsläppen från mark kan nu beräknas som utsläppen där produktion ingår (enligt Figur 32) **minus** de utsläpp som skulle skett om marken lämnats orörd (enligt Figur 31). Detta ger ett resultat enligt Figur 33. Figuren visar olika resultat beroende på vilken växthusgas som studeras.



Figur 33 Nettoeffekt för årliga utsläpp från torvmark i scenario C3. Figuren har tagits fram genom att ta utsläpp enligt Figur 32 minus utsläpp enligt Figur 31.

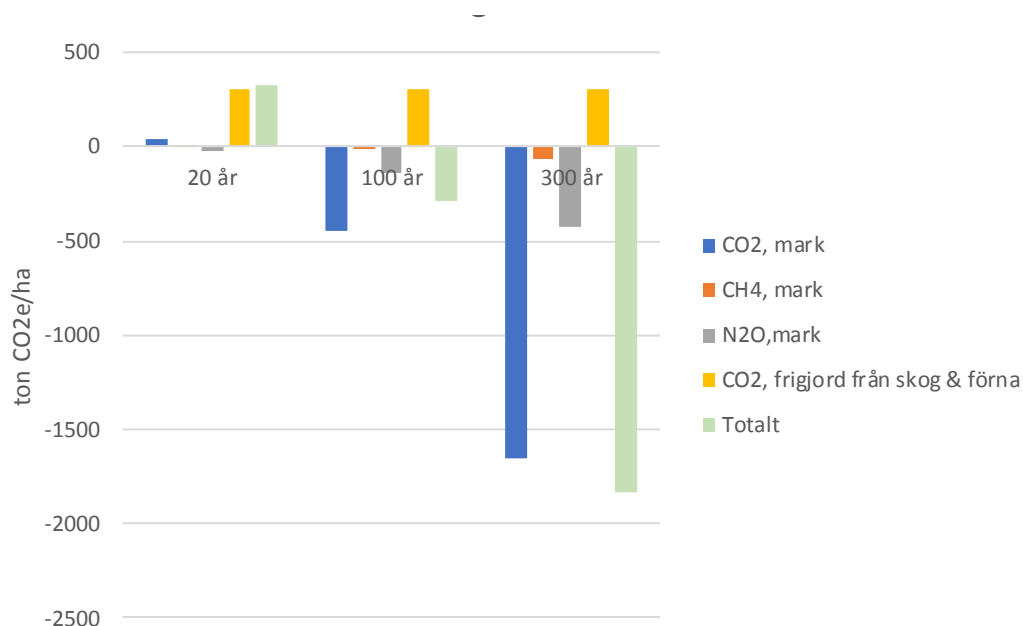
Det är viktigt att poängtera att Figur 33 enbart illustrerar den **årliga** nettoeffekten för respektive växthusgas. Mer intressant är att titta på den ackumulerade nettoeffekten under olika tidsperspektiv. Detta illustreras i Figur 34 nedan. Den övre figuren visar den ackumulerade nettoeffekten för samtliga växthusgaser som funktion av antalet år. Den nedre figuren visar bidraget från CO₂, metan och lustgas för den ackumulerade nettoeffekt som fås i ett 20-, 100- respektive 300-årsperspektiv. Figuren visar att den ackumulerade nettoeffekten resulterar i ett ökat markutsläpp i ett 20-årsperspektiv, medan det omvända gäller i ett 100- och 300-årsperspektiv. Både i ett 100-årsperspektiv och i ett 300-årsperspektiv är det framförallt minskade utsläpp av CO₂ som bidrar till minskningen.



Figur 34 Ackumulerad nettoeffekt för utsläpp från torvmark i scenario C3. Figuren har tagits fram genom att summera de årsvisa förändringarna enligt Figur 33. OBS! Observera att här används skalan ton CO₂e/ha.

Utöver nettoeffekten för utsläpp från torvmark enligt Figur 34 så frigörs i detta scenario även biogen CO₂ från luften i ett 20-, 100- och 300-årsperspektiv genom det skogsförråd som tas bort²¹. Detta ger oss resultatet enligt Figur 35.

²¹ I ett 20-årsperspektiv kan denna effekt vara något överskattad. Enligt Skogsindustrierna var det svenska råvaruuttaget till sågverks- och massa- och pappersindustrin 71,9 miljoner m³ fub år 2016. Av detta utgjorde brännved och dylikt som förbränns knappt 9 %. Mindre än 1 % exporterades. 57 % hamnade som input till massa- och pappersindustrin (inklusive sågverksflis) och användes både som energikälla (främst genom returlutar) och som del i produkter. Dessa produkter (t ex förpackningar, papper och hygienprodukter) har i de allra flesta fall en betydligt kortare livslängd än 20 år, vilket innebär att de oxideras till CO₂ vid förbränning av avfall inom 20 år. De återstående knappa 34 % hamnade i sågverkens produkter där en delmängd utgörs av produkter med relativt kort livslängd och som faller som träavfall vid t ex nybyggnation eller kortvarig användning (träpallar, kabeltrummor) och därefter förbränns inom 20 år. Merparten byggs dock in i olika byggnadskonstruktioner med en livslängd större än 20 år och skulle man ta hänsyn till detta så skulle denna utsläppsstapel i Figur 35 minska i ett 20-årsperspektiv. Vi bedömer dock inte att denna eventuella justering skulle påverka slutsatserna kring energitorvsanvändningen, dvs att det blir ett tydligt nettoutsläpp i ett 20-årsperspektiv.

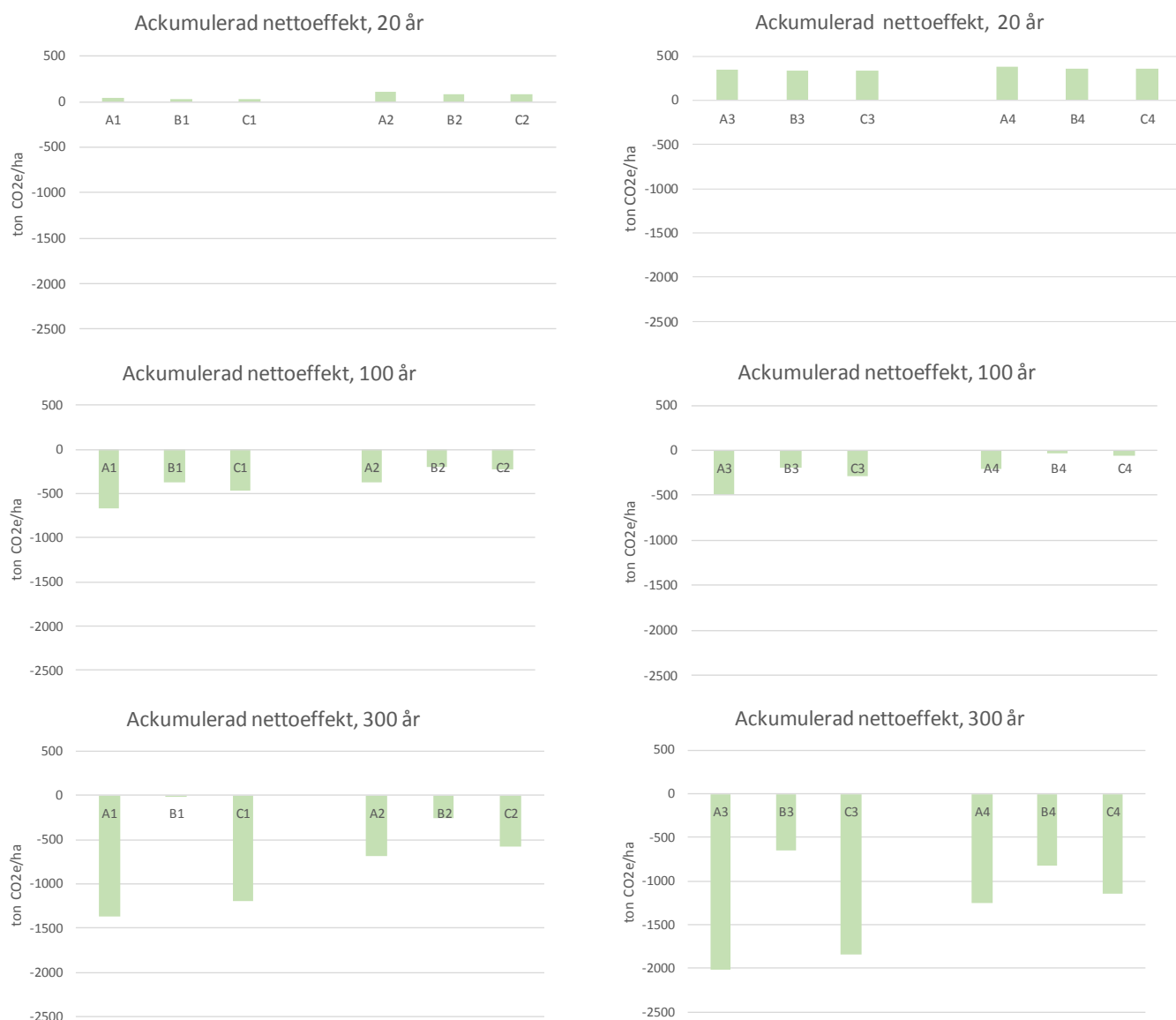


Figur 35 Ackumulerad nettoeffekt för utsläpp från torvmark + effekt av avskogning i scenario C3. Figuren har tagits fram genom att använda den nedre figuren i Figur 34 och addera den beräknade mängden frigjord CO₂ från skog och förna.

8.1.4 Skogsmark: Resultat för samtliga 12 scenarier

I Figur 36 sammanfattas totalresultatet för de 12 scenarierna i de tre olika tidsperspektiven. Resultaten för scenarierna A2, A3 och C3 är hämtade från Figur 25, Figur 30 och Figur 35 och för övriga scenarier har motsvarande beräkningar utförts.

Notera att alla delfigurer har samma skala. Det är därmed tydligt att tidsperspektivet har mycket stor betydelse för resultaten. Även valet av scenario, dvs vilken typ av mark som skördas och hur den återställs, har stor betydelse för totalresultatet.

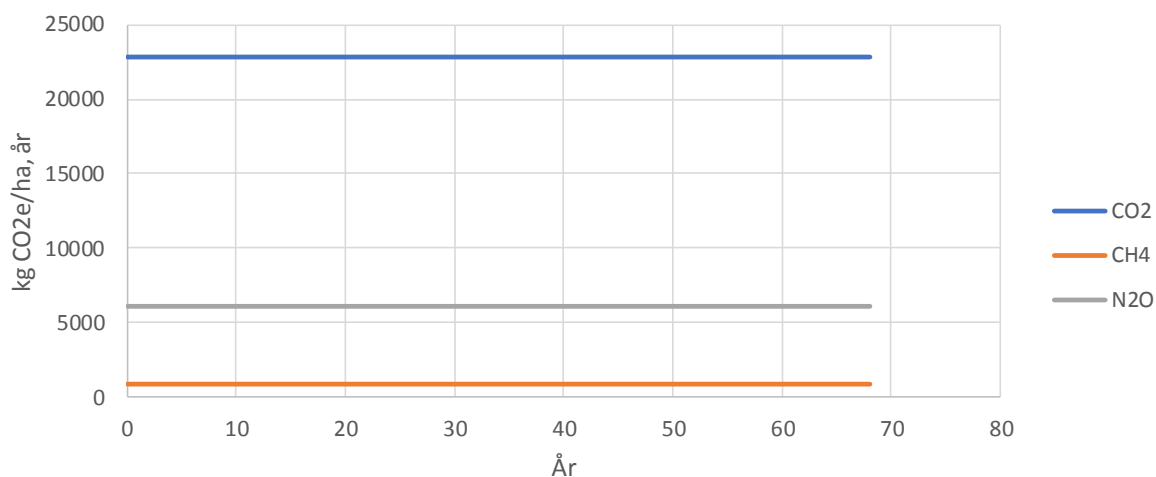


Figur 36 Totalresultat för den ackumulerade nettoeffekten för utsläpp från torvmark (inklusive effekt av avskogning/beskogning) för de 12 scenarierna i tre olika tidsperspektiv.

8.1.5 Åkermark

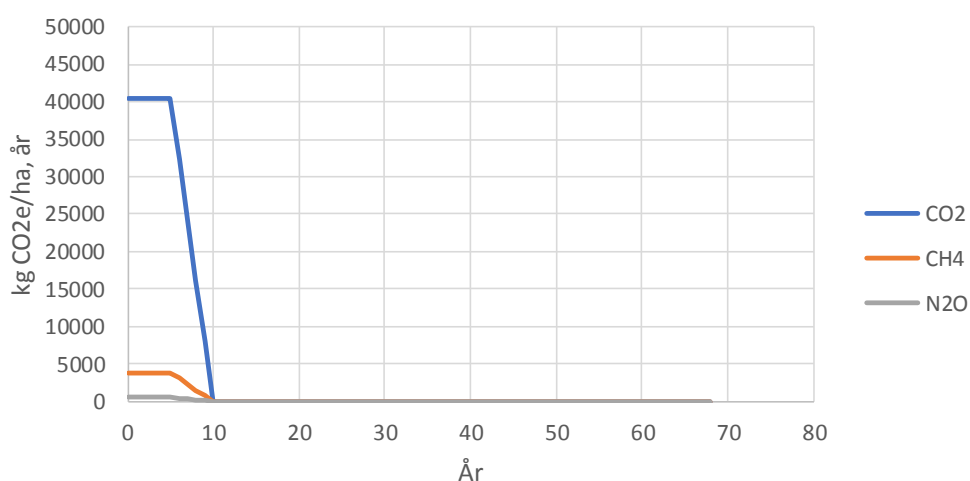
Detta scenario innebär (jämför avsnitt 7.2.2) att åkermark används för torvproduktion i 10 år (ned till halva skördedjupet jämfört med skogsmark, dvs 0,85 m istället för 1,7 m) och därefter återställs marken genom att en sjö anläggs. Som vi betonade i avsnitt 7.2.2 är data och antaganden mer osäkra i detta scenario jämfört med tidigare 12 studerade scenarierna.

Utgångspunkten för beräkningen av nettoeffekten är då vilka utsläpp som skulle ske om marken lämnas orörd, dvs utan att torvproduktion sker. Dessa utsläpp illustreras i Figur 37. Givet förutsättningarna i avsnitt 7.2.2 är utsläppen på en betydligt högre nivå för åkermark och det innebär att det kol som finns i torven ned till 0,85 meters djup kommer att oxidera innan 100 år har gått (jämför också avsnitt 7.2.2). Detta gör att ett kortare tidsperspektiv används i figuren.



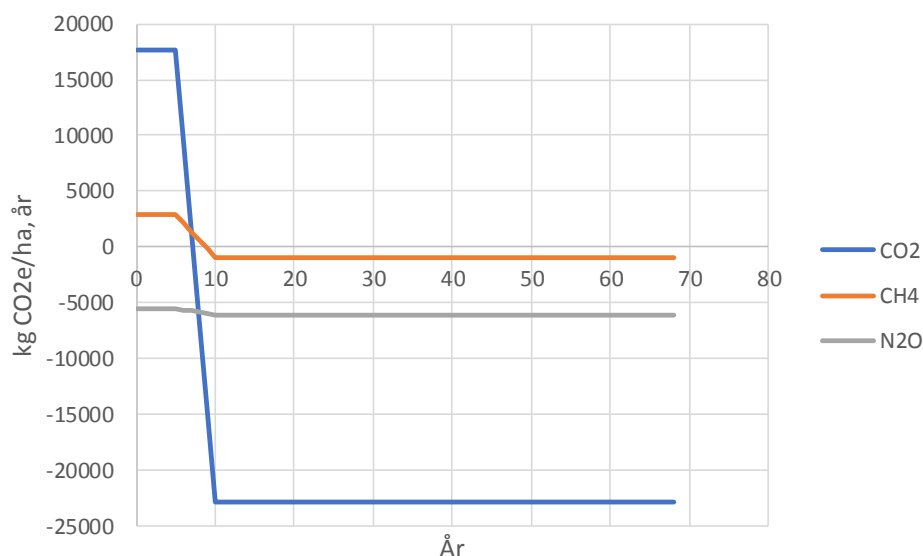
Figur 37 Årliga utsläpp från orörd åkermark. Åkermarken bidrar till utsläpp av CO₂, metan och lustgas. Efter knappt 70 år motsvarar CO₂-utsläppen den kolmängd som finns i torven ned till 0,85 m.

Genom att starta torvproduktion på åkermarken så kommer ovanstående utsläpp att undvikas. Istället kommer det att tillkomma utsläpp från marken under de 10 år som torven produceras och därefter kommer utsläppen upphöra helt när sjön anläggs enligt förutsättningarna i avsnitt 7.2.2. Baserat på detta fås utsläpp från åkermarken enligt Figur 38 när torv produceras i detta scenario.



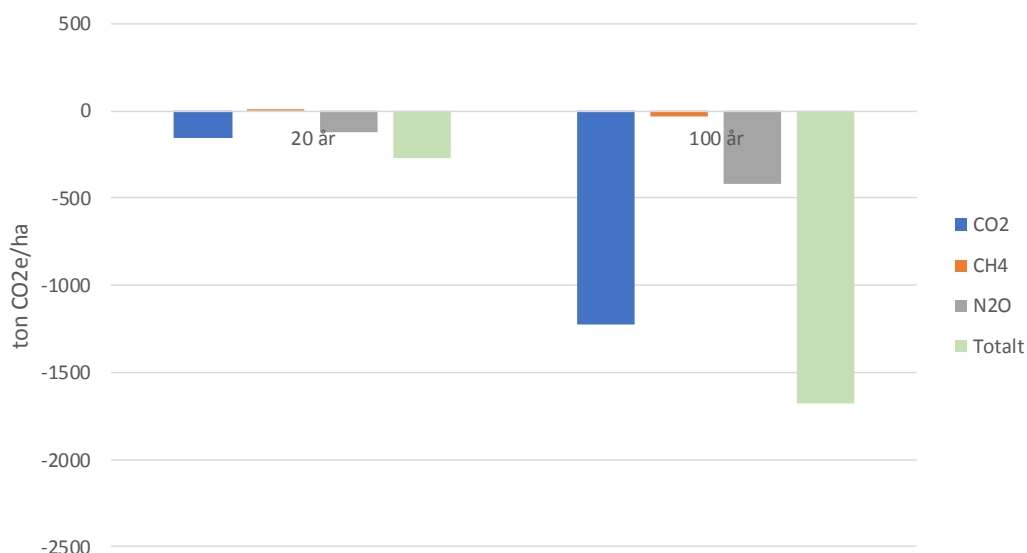
Figur 38 Årliga utsläpp från åkermark där torv produceras i detta scenario. Utsläppen av CO₂ sker under de 10 år som torvproduktionen sker, därefter upphör utsläppen så snart sjön anläggs.

Nettoeffekten av torvproduktionen när det gäller utsläppen från åkermark kan nu beräknas som utsläppen med produktionen (enligt Figur 38) **minus** de utsläpp som skulle skett om marken lämnats orörd (enligt Figur 37). Detta ger ett resultat enligt Figur 39. Figuren visar olika resultat beroende på vilken växthusgas som studeras.



Figur 39 Nettoeffekt för årliga utsläpp från åkermark i detta scenario. Figuren har tagits fram genom att ta utsläpp enligt Figur 38 minus utsläpp enligt Figur 37.

Det är viktigt att poängtera att Figur 39 endast illustrerar den **årliga** nettoeffekten för respektive växthusgas. Mer intressant är att titta på den ackumulerade nettoeffekten under olika tidsperspektiv. Detta illustreras i Figur 40 nedan. Figuren visar bidraget från CO₂, metan och lustgas för den ackumulerade nettoeffekt som fås i ett 20- och i ett 100-årsperspektiv. Figuren visar att torvproduktionen netto minskar utsläppen från marken både i ett 20-årsperspektiv och i ett 100-årsperspektiv. Speciellt tydlig är effekten i ett 100-årsperspektiv, vilket inte är överraskande givet att allt kol som finns i marken oxideras på knappt 70 år givet förutsättningarna i avsnitt 7.2.2.

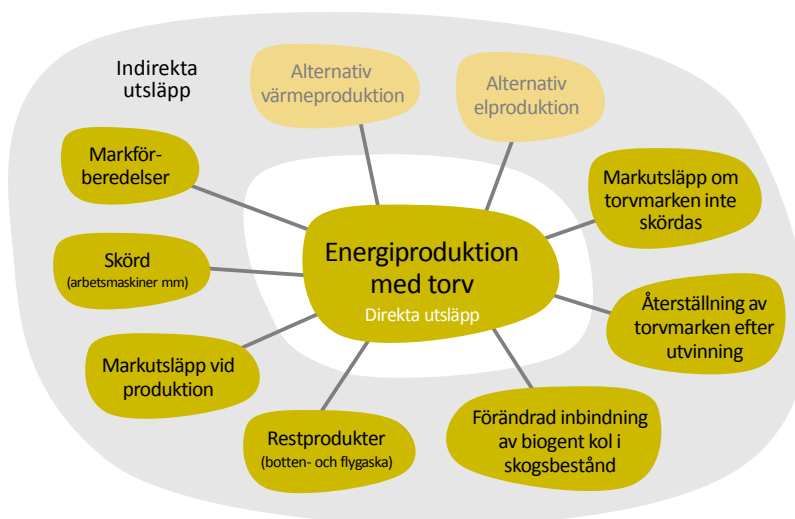


Figur 40 Ackumulerad nettoeffekt för utsläpp från åkermark i detta scenario. Figuren har tagits fram genom att summera de årsvisa förändringarna enligt Figur 39. OBS! Observera att här används skalan ton CO₂e/ha.

Resultatet i ett 100-årsperspektiv ligger i linje med resultaten enligt Hagberg och Holmgren (2008) som också uppvisade betydligt större undvikta utsläpp i det fall torv produceras på "odlad torvmark" jämfört med "dikad skogsmark".

8.2 Resultaten för energitorv som bränsle

I detta avsnitt kompletteras resultat från avsnitt 8.1 med de utsläpp som sker vid förbränningen av energitorven samt de utsläpp som kommer från olika typer av fordon och arbetsmaskiner i samband med skörd av torv (inklusive lagring och distribution). Detta innebär att resultaten fokuserar på de grönmarkerade delarna i Figur 41.



Figur 41 Systemgräns för klimatutvärdering av energitorv ur ett systemperspektiv. De grönmarkerade delarna är i fokus för resultaten i detta avsnitt.

I detta avsnitt har vi valt att som huvudfall gå vidare med det scenario som kallas A3 i avsnitt 8.1. Scenario A3 innebär torvproduktion från en beskogad och näringsrik torvmark som

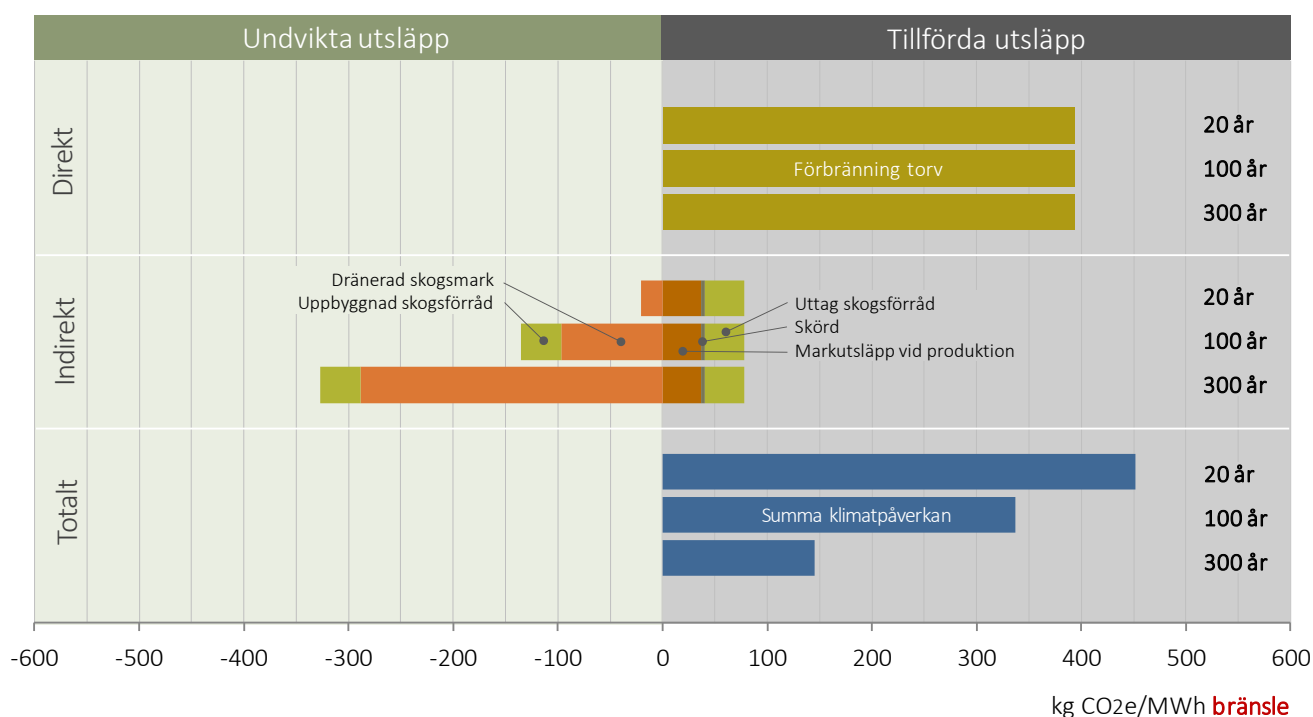
återbeskogas efter avslutad torvproduktion (jämför även avsnitt 8.1.2). Baserat på våra kontakter med Svensk Torv, Neova och de olika forskarna inom ramen för projektet bedömer vi att detta är ett vanligt förekommande fall när det gäller vilken torvmark som idag används för torvproduktion. Även om fokus ligger på scenario A3 så har vi även med generella observationer för samtliga scenarier.

I Figur 42 illustreras produktion och användning av energitorv ur ett konsekvensperspektiv med ett 20-, 100- respektive 300-årsperspektiv på utsläppen, där de olika effekterna enligt scenario A3 har inkluderats.

De direkta utsläppen (gulgrön stapel till höger i figuren) sker vid förbränningen och domineras av CO₂-utsläpp, men även mindre utsläpp av metan och lustgas sker. När det gäller de indirekta effekterna så finns det poster som både ökar och undviker utsläpp. Posten "Skörd" inkluderar de utsläpp som sker vid produktion, lagring och distribution av energitorven. Övriga fyra poster kommer från beräkningarna i avsnitt 8.1.2:

- Posten "Markutsläpp vid produktion" avser de markutsläpp som sker i samband med att energitorven produceras. Utsläpp kopplade till markförberedelser och återställning (exklusive besognings effekter som hamnar i posten "Uppbyggnad skogsförråd" nedan) ingår i denna post.
- Posten "Uttag skogsförråd" avser den CO₂ som frigörs från skog och förna i samband med den avskogning som sker för att skörd av torv skall kunna starta. Denna balanseras av posten "Uppbyggnad skogsförråd" i ett 100- och 300-årsperspektiv, men inte i ett 20-årsperspektiv²².
- Posten "Dränerad skogsmark" avser de utsläpp som undviks och som hade skett om torvmarken lämnats orörd.
- Posten "Uppbyggnad skogsförråd" avser den CO₂ som binds in i skog och förna genom återbesogningen.

²²Se även föregående fotnot



Figur 42 Klimatpåverkan från energitorv för tre tidsperspektiven (20-, 100- och 300-årsperspektivet), vid produktion och användning av torv från en beskogad och näringsrik väl-dränerad torvmark som återbesogas (Scenario A3²³).

Figuren illustrerar tydligt hur viktigt tidsperspektivet är för slutresultatet. Vidare kan vi också, med ledning av resultaten i avsnitt 8.1.4, konstatera att valet av scenario för vilken mark som används har betydelse för resultatet. Den ackumulerade nettoeffekten för utsläpp vid torvproduktion från skogsmark (inklusive effekt av avskogning/återbeskogning) enligt scenarierna i avsnitt 8.1.4 motsvarar:

- ett tillkommande utsläpp på mellan 1 och 12 % av utsläppen vid förbränning i ett 20-årsperspektiv
- ett undviket utsläpp på mellan 1 och 21 % av utsläppen vid förbränning i ett 100-årsperspektiv
- ett undviket utsläpp på mellan 0 och 63 % av utsläppen vid förbränning i ett 300-årsperspektiv

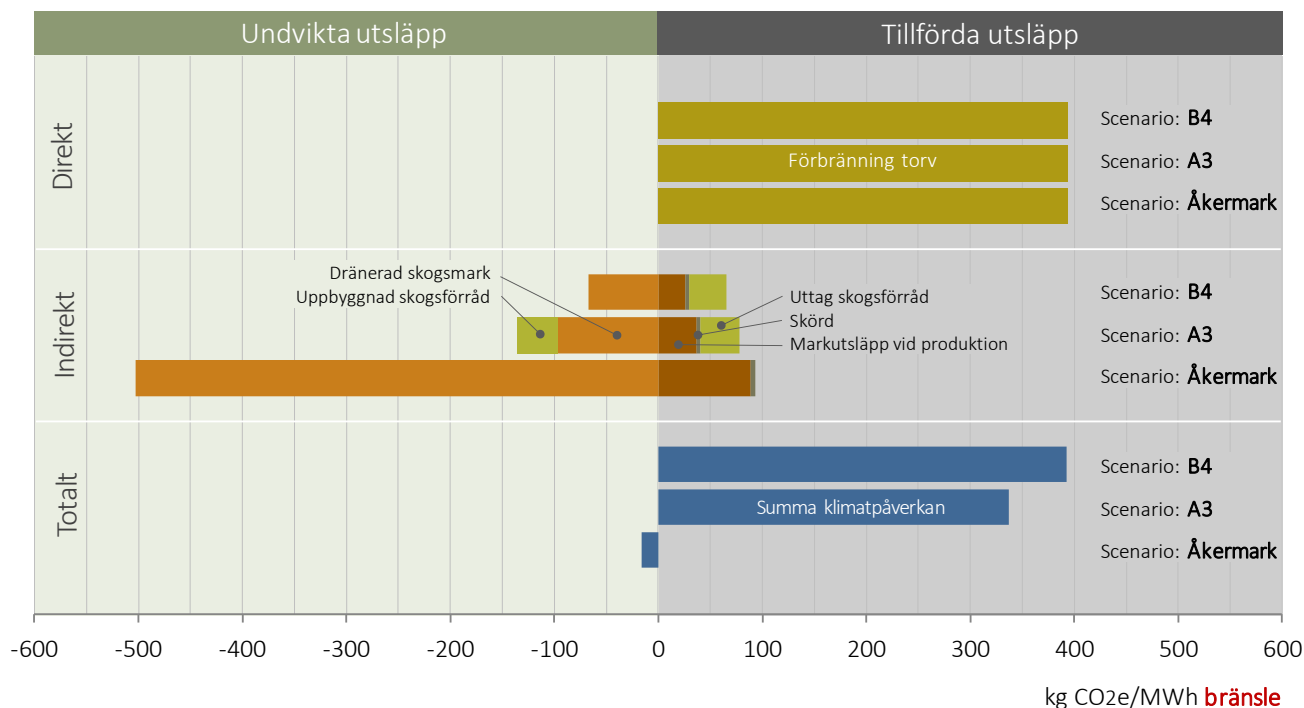
Gör man samma komplettering för scenario "Åkermark" motsvarar den ackumulerade nettoeffekten vid torvproduktion från åkermark, enligt avsnitt 8.1.5:

- ett undviket utsläpp på 17 % av utsläppen vid förbränning i ett 20-årsperspektiv
- ett undviket utsläpp på 105 % av utsläppen vid förbränning i ett 100-årsperspektiv. Att de undvikta utsläppen blir över 100 % av förbränningsutsläppen beror på att
 1. allt kol oxideras till CO₂ i den orörda åkermarken om den inte skördas i ett 100-årsperspektiv och
 2. skörd av torv innebär att utsläpp av lustgas och metan netto undviks. Det är framförallt de undvikta utsläppen av lustgas som har betydelse för resultatet (jämför Figur 39).

Ytterligare ett sätt att illustrera betydelsen av valet av mark och återställningsmetod är att komplettera scenario A3 (det scenario som anses vara mest vanligt förekommande i Sverige idag) med de två scenarier med sämst respektive bäst utfall i ett 100-årsperspektiv. Scenariot med sämst utfall i ett 100-

²³ Se även föregående fotnot.

årsperspektiv är scenario B4, vilket innebär att en beskogad, väl-dränerad och näringsfattig torvmark används för torvproduktion i 20 år och därefter återställs marken genom anläggande av våtmark. Scenariot med bäst utfall är scenariot med torvproduktion från åkermark. De tre scenarierna jämförs i nedanstående Figur 43.



Figur 43 Klimatpåverkan från energitorv. Produktion och användning av torv från två typer av skogsmark (scenario A3 och B4) samt från åkermark i 100-årsperspektiv. Figuren visar huvudfallet (A3) samt de två scenarierna med sämst respektive bäst utfall. (Se figur 19 för mer information om studerade scenarier)

Sämst utfall - Scenario B4:

Beskogad väl-dränerad och näringsfattig mark som efter skörd återställs som våtmark.

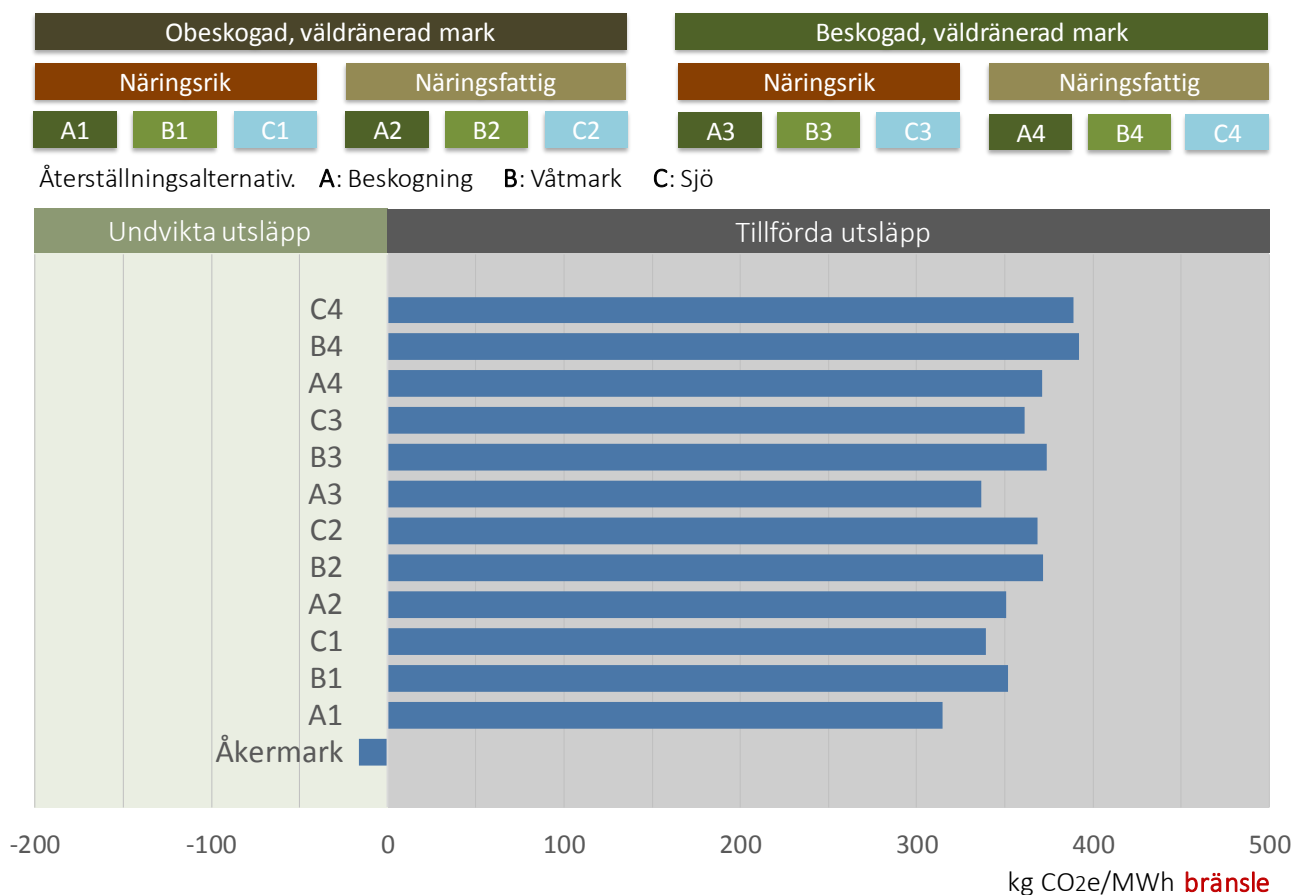
Huvudfall – Scenario A3:

Beskogad väl-dränerad och näringsrik mark som efter skörd återställs med skog.

Bäst utfall – Scenario Åkermark:

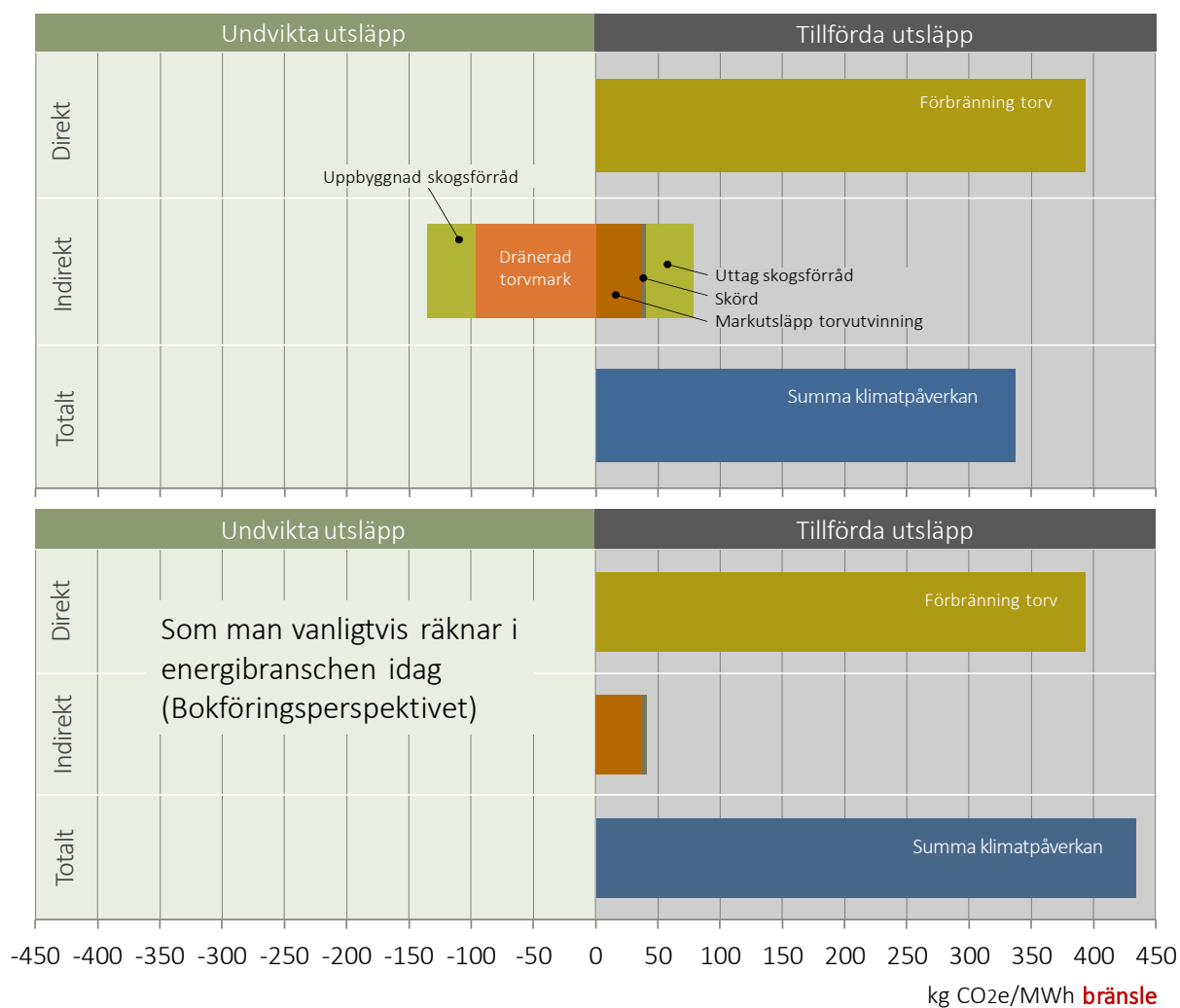
Åkermark som efter skörd återställs som sjö.

Betydelsen av valet av torvmark och återställningsmetod illustreras också i Figur 44. Där ser man nettoutfallet (dvs de blå staplarna i Figur 43) för samtliga 13 scenarier i ett 100-årsperspektiv.



Figur 44 Klimatpåverkan från energitorv. Produktion och användning av torv, nettoutfall för samtliga 13 studerade scenarier i 100-årsperspektiv.

För att illustrera betydelsen av metodval i beräkningar av klimatpåverkan från torv jämförs i Figur 45 resultatet för scenario A3 (huvudfallet) enligt Figur 42 (konsekvensperspektivet) med det sätt som man idag huvudsakligen använder i energibranschen när man utvärderar energitorv, dvs det sk bokföringsperspektivet. Det är stor skillnad mellan nettoresultaten och skillnaden ligger huvudsakligen i de undvikta utsläppen som omfattas när man använder konsekvensperspektivet.



Figur 45 Resultat för scenario A3 i ett konsekvensperspektiv (övre bilden, 100-årsperspektiv) jämfört med det sätt som man idag räknar på energitorv i energibranschen (nedre bilden).

8.3 Resultaten inklusive alternativ elproduktion

I detta avsnitt kompletteras resultat från avsnitt 8.2 med nyttan av att alternativ elproduktion kan ersättas när energitorv eldas i kraftvärmeverk. Detta innebär att resultaten fokuserar på de grönmarkerade delarna i Figur 46.

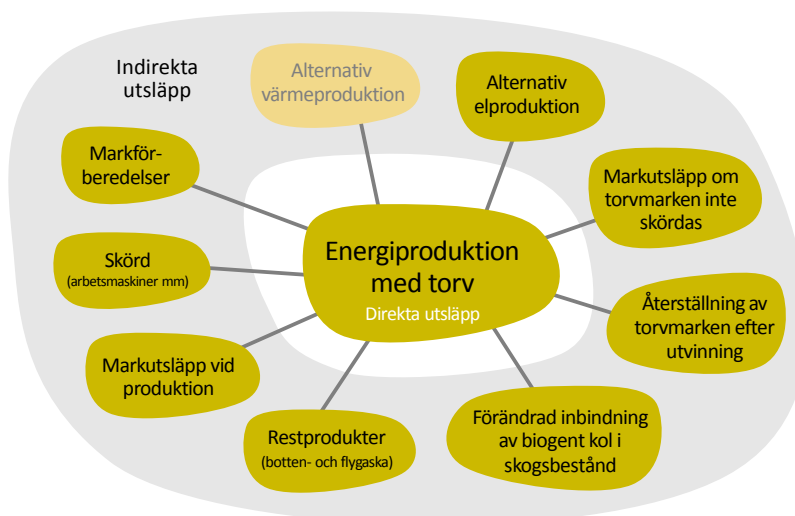
Vi har gått vidare med huvudfallet från avsnitt 8.2, dvs scenario A3 i ett 100-årsperspektiv. Vidare har vi lagt till de utsläpp som kan undvikas när torv används för elproduktion i ett kraftvärmeverk. I enlighet med konsekvensperspektivet systemsyn ersätter den producerade elen annan elproduktion i

det nordeuropeiska kraftsystemet och därmed kan motsvarande utsläpp undvikas. Det resulterande värdet beräknas utslaget per MWh värme som produceras.

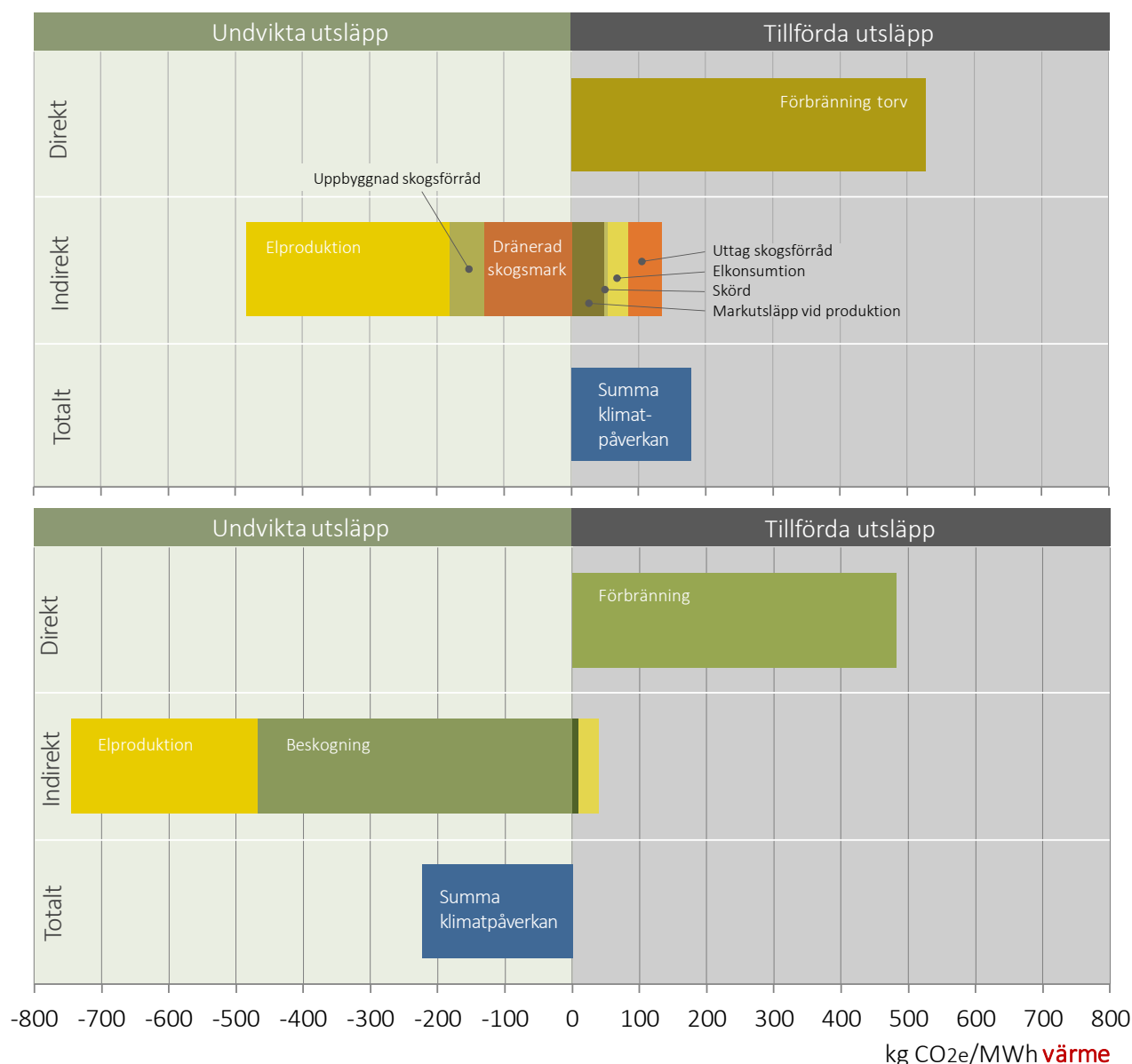
I Figur 47 (övre bilden) har vi utgått från de utsläpp som undviks givet situationen i det nordeuropeiska kraftsystemet år 2017 (för mer detaljer kring det nordeuropeiska kraftsystemet och dess utsläpp, se de två fallstudierna i Sandviken respektive Kramfors). I figuren framgår det att kraftvärmeverket även konsumerar el i form av driftel. Elproduktionen är dock betydligt större än elkonsumtionen.

Vidare har vi lagt in en jämförelse mot eldning av biobränsle i form av skogsbränsle i ett kraftvärmeverk (se Figur 47, nedre bilden). Även för biobränsle finns ett implicit 100-årsperspektiv eftersom man räknar med att de CO₂-utsläpp som sker vid förbränningen kommer att bindas in i ny växande skog där biobränslet hämtades. Vi har illustrerat detta i den nedre bilden där det sker biogena CO₂-utsläpp vid förbränningen av biobränslet. Detta kompenseras av undvikta utsläpp genom återbeskogning. Netto sker ändå ett litet utsläpp, vilket härrör från förbränningsrelaterade utsläpp av metan och lustgas samt utsläpp för produktion och distribution av biobränslena.

Vid jämförelsen har vi, baserat på Burvall och Öhman (2006) och Burvall (2006), också antagit att man når 2 % högre elverkningsgrad i samma typ av kraftvärmeverk vid eldning av torv istället för biobränsle. Även om detta är en gynnsam effekt för energitorv jämfört med biobränsle, så har det liten påverkan på resultat i Figur 47. Denna fördel kommer också att avta successivt eftersom utsläppen från alternativ elproduktion kommer att minska i takt med omställningen av det nordeuropeiska kraftsystemet.

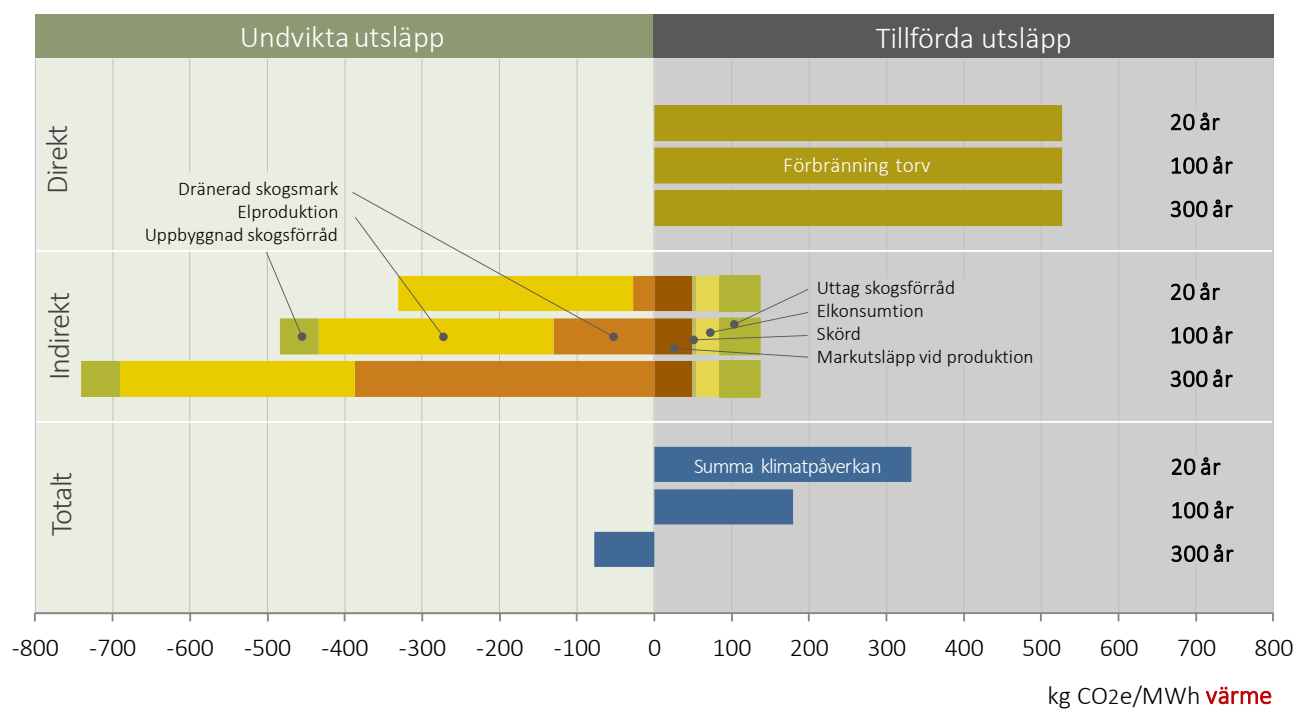


Figur 46 Systemgräns för klimatutvärdering av energitorv ur ett systemperspektiv. De grönmarkerade delarna är i fokus för resultaten i detta avsnitt



Figur 47 Resultat i ett konsekvensperspektiv för energitorv för scenario A3 (övre bilden) och biobriant (nedre bilden), inklusive hänsyn till elproduktion från kraftvärmeproduktion (100-årsperspektiv). Energitorven respektive biobriant används för kraftvärmeproduktion. Värmeproduktionen bidrar därigenom även till elproduktion.

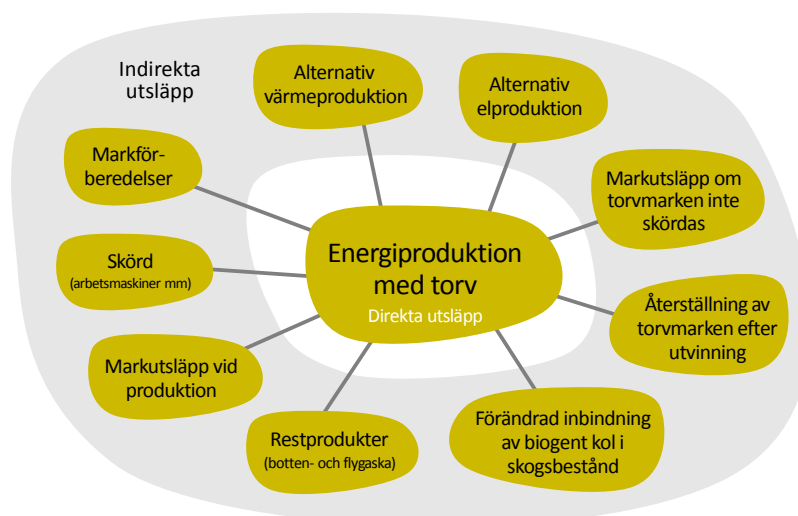
På samma sätt som i kapitel 8.2 presenteras här skillnaden i resultat beroende vilket av de tre tidsperspektiven som studeras (20-, 100- och 300-årsperspektivet), se Figur 48. Till skillnad från kapitel 8.2 inkluderas här även klimatpåverkan från elproduktionen i ett kraftvärmeverk. Effekten av att inkludera elproduktion från kraftvärmeförbrukning resulterar i att nettoklimatpåverkan här blir lägre jämfört med resultatet i kapitel 8.2. I 300-årsperspektivet blir nettoklimatpåverkan till och med negativ, dvs kraftvärmeproduktion från torv enligt torvscenario A3 bidrar till att nettoutsläppen minskar.



Figur 48 Klimatpåverkan från energitorv för tre tidsperspektiv (20-, 100- och 300-årsperspektivet). Produktion och användning av energitorv enligt scenario A3. Energitorven används för kraftvärmeproduktion. Värmeproduktionen bidrar därigenom även till elproduktion.

8.4 Resultaten applicerade på klimatbokslut

I detta avsnitt ges en fullständig bild av energitorvens klimatpåverkan i ett systemperspektiv genom att inkludera nyttan av att man ersätter både alternativ el- och värmeproduktion. Detta görs genom att presentera två energiföretags (Sandviken Energi och Neova Kramfors) totala klimatpåverkan för året 2017 i form av ett s.k. utökat klimatbokslut. Därmed är alla relevanta delar för energitorven ur ett systemperspektiv inkluderade enligt Figur 49.



Figur 49. Systemgräns för klimatutvärdering av energitorv ur ett systemperspektiv. De grönmarkerade delarna är i fokus för resultaten i detta avsnitt, dvs hela systemomgivningen.

De följande figurerna illustrerar de utökade klimatboksluten för Sandviken Energi och Neova Kramfors för år 2017 (För mer detaljer kring beräkningarna hänvisas till de två fallstudierna). Noterbart är att Sandviken Energi även har annan verksamhet än fjärr- och kraftvärmeverksamhet som inkluderas i klimatbokslutet. Till exempel kom all elproduktion år 2017 från vattenkraft och ingen elproduktion producerades med energitorv på grund av att elpriserna under 2017 inte gjorde det lönsamt att köra anläggningen i Sandviken i kraftvärmedrift. För Neovas anläggning i Kramfors utgör fjärrvärmeverksamheten hela delen av klimatbokslutet. Pannan som eldar torv i Kramfors är en hetvattenpanna, dvs ingen elproduktion sker där.

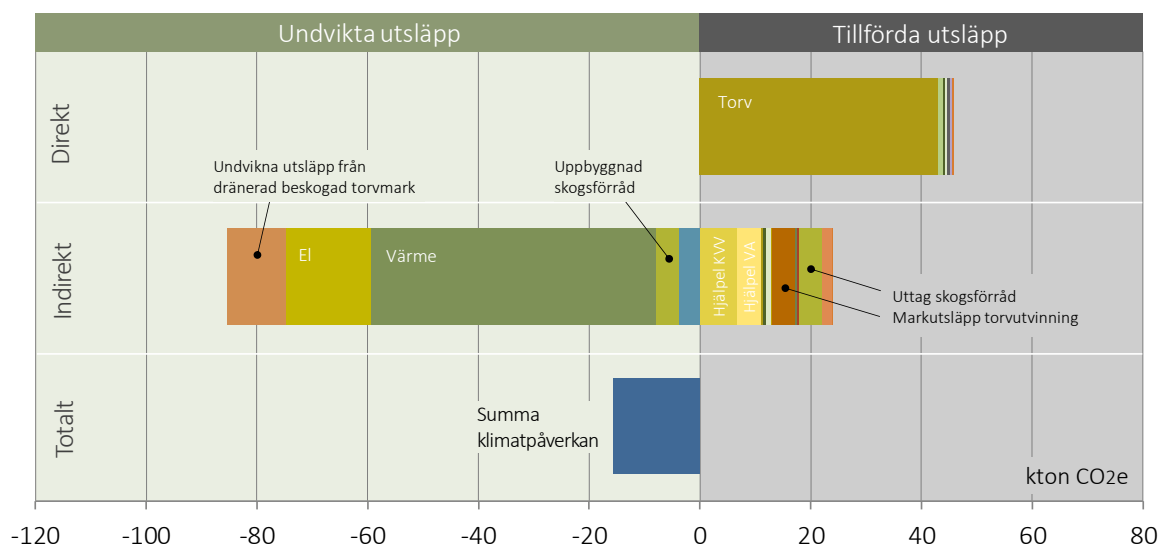
När det gäller den totala bränsletillförseln till fjärrverksamheten 2017 så stod energitorv för 35 % i Sandviken och 18 % i Kramfors.

Jämfört med resultaten i kapitel 8.3 ingår här även konsekvenserna av att fjärrvärmens ersätter annan individuell uppvärmning av bostäder och lokaler. I klimatbokslutet visar konsekvensperspektivet konsekvensen av att hela energiföretaget tas bort och ersätts med alternativ produktion för de produkter och tjänster som företaget tillhandahåller. Därmed tillkommer även alternativ värmeproduktion. Den alternativa värmeproduktionen består av en mix av ekonomiskt och ur klimatsynpunkt konkurrenskraftiga alternativ (olika typer av värmepumpar och pellets pannor)²⁴. Totalt sätt bidrog på detta sätt både Sandviken Energi och Neova Kramfors till att betydande klimatpåverkan undveks under 2017.

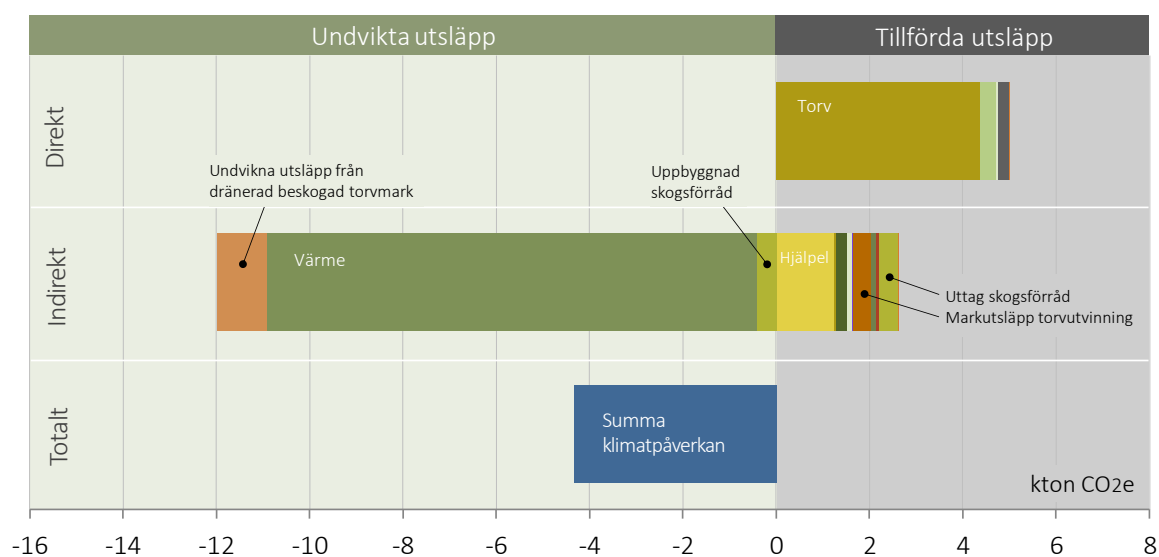
- För varje kg CO₂e som Sandviken Energis verksamhet gav upphov till under 2017 så bidrog företaget samtidigt till att utsläpp av **1,2 kg CO₂e** kunde undvikas på annat håll.
- För varje kg CO₂e som Neova Kramfors verksamhet gav upphov till under 2017 så bidrog företaget samtidigt till att utsläpp av **1,6 kg CO₂e** kunde undvikas på annat håll.

²⁴ Mixen beskrivs i rapporterna för de fallstudierna.

I Figur 50 och Figur 51 visas den sammanlagda klimatpåverkan för Sandviken Energi samt Neova Kramfors i enlighet med de två klimtboksluten.



Figur 50 Sandviken Energis sammanlagda klimatpåverkan under 2017 uppdelat i direkt och indirekt klimatpåverkan. Totalt bidrog Sandviken Energi till att reducera CO₂e-utsläppen med 15 600 ton under 2017 (summa klimatpåverkan, blå stapel).



Figur 51 Neova Kramfors sammanlagda klimatpåverkan under 2017 uppdelat i direkt och indirekt klimatpåverkan. Totalt bidrog Neova Kramfors till att reducera CO₂e-utsläppen med 4 300 ton under 2017 (summa klimatpåverkan, blå stapel).

De två klimtboksluten har varit en betydelsfull plattform för de resultat som presenteras i denna rapport. Beräkningar, scenarier mm har testats och diskuteras i samband med arbetet med att ta fram klimtboksluten. De två klimtboksluten beskrivs utförligt i separata rapporter för dessa två företag.

9 Referenser

Borg Dunge, F. (2018) Neova, personlig kommunikation, 2018-05-04

Burvall, J. & Öhman M. (2006). *Samförbränning av torv och biobränslen – askrelaterade systemfördelar*. Energimyndigheten, Eskilstuna. (ER 2006 33).

Burvall J., 2006 *Minskade askrelaterade driftsproblem (beläggning, slaggning, högttemperaturkorrosion, bäddagglomerering) genom inblandning av torv i biobränslen*, projekt A5-514. Värmeforsk, Stockholm.

de Jong, J., Brandel, M., Erlandsson, Å., Jordan, S., Lundberg, K., Olsson, M., Rülcker, C. & von Stedingk, H. (2015). *Förvaltning av torvtäckt skogsmark med avseende på klimat och naturvärden*. Slutrapport 2015-06-30.

Energimyndigheten (2010). Uppdrag om underlag avseende torvanvändning och växthusgasbalanser. ER 2010:43.

Hagberg, L. & Holmgren, K. (2008). *The climate impact of future energy peat production*. IVL Report B1796, September 2008.

Hjalmarsson, L. & Kjörk, A. (1998). *Korrosion i överhettare vid biobränsleeldning*. projekt M6-640. Värmeforsk, Stockholm.

Hjerpe, K., Eriksson, H., Kanth, M., Boström, B., Berglund, K., Berglund, Ö., Lundblad, M., Kasimir, Å., Klemedtsson, L., Eksvärd, J., Lindgren, A. & Svensson, E. (2014). *Utsläpp av växthusgaser från torvmark*. Jordbruksverket, rapport 2014:24.

IPCC (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme. Eggleston, H.S., Bueinda, L., Miwa, K., Ngara, T. & Tanabe, K. (eds). Published: IGES, Japan.

IPCC (2007). *Intergovernmental Panel on Climate Change 2007: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp.

IPCC (2013). *Working group 1 contribution to the IPCC fifth assessment report: Climate change 2013: The physical science basis*. Draft Underlying Scientific-Technical Assessment.

IVL (2016). Torvutvinningens miljöpåverkan. IVL Rapport Nr C, April 2016.

Jordan, S. (2016). *Greenhouse Gas Emissions from Rewetted Extracted Peatlands in Sweden*. Doctoral Thesis No. 2016:102. Faculty of Forest Sciences, SLU.

Leifeld, J. & Menichetti, L. (2018). The underappreciated potential of peatlands in global climate change mitigation strategies. *Nature Communications*, (2018)9:1071.

Lundblad, M., Stendahl, J., Lundin, L. & Olsson, M. (2016). *Den svenska torvutvinningens klimatpåverkan. Om huruvida torvutvinningen kan bli mer gynnsam ur ett klimatperspektiv*. SLU, Institutionen för mark och miljö, 2016-06-15.

Lundin, L., Lode, E., Nilsson, T., Strömgren, M., Jordan, S. & Koslov, S. (2016). *Effekter vid restaurering av avslutade torvtäkter genom återvätning; undersökningar vid Porla, Toftmossen och Västkärr*. TorvForsk, Stiftelsen Svensk Torvforskning, Projektrapport nr 18.

LUSTRA (2007). *Skogsklädda torvtäckta marker*. Kolet, klimatet och skogen. Ett MISTRAfinansierat forskningsprogram.

LUSTRA (2008). *Så kan skogsbruket påverka*. Kolet, klimatet och skogen. Ett MISTRAfinansierat forskningsprogram.

Maljanen, B., Sigurdsson, D., Guðmundsson, J., Óskarsson, H., Huttunen, J.T. & Martikainen, P.J. (2010). *Greenhouse gas balances of managed peatlands in the Nordic countries – present knowledge and gaps* Biogeosciences, 7, 2711–2738, 2010. doi:10.5194/bg-7-2711-2010.

Naturvårdsverket (2016). *Torvutvinningens och torvanvändningens klimat- och miljöpåverkan*. Redovisning av regeringsuppdrag M2015/03518/Nm. Skrivelse 2016-06-29.

Nilsson, K. & Nilsson, M. (2004). *The Climate Impact of Energy Peat Utilisation in Sweden – the Effect of former Land-Use and After-treatment*. IVL Report B1606, Stockholm 2004.

Norberg, L. (2017). *Greenhouse Gas Emissions from Cultivated Organic Soils. Effect of Cropping System, Soil Type and Drainage*. Doctoral Thesis, Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, 2017.

Olsson, M. (2017). Emissioner av växthusgaser från brukad torvmark i areella näringar. Projektrapport nr 15:2. Torvforsk. Stiftelsen Svensk Torvforskning.

Olsson, M. & Rülcker, C. (2017). *Beräkning av den verkliga emissionen av CO₂ekv efter 100 år vid skörd och förbränning, under beaktande av undvikta utsläpp och av efterbehandling genom beskogning*, ppt-serie

Profu (2018a). *Klimatbokslut 2017 Sandviken Energi. – Fördjupning. Fördjupad beskrivning av metoden, avgränsningar och antaganden för "Klimatbokslut för Energiföretag"*. Sandviken Energi, april 2018.

Profu (2018b). *Klimatbokslut – Fördjupning. Fördjupad beskrivning av metoden, avgränsningar och antaganden för "Klimatbokslut för Energiföretag"*. Profu, publiceras under våren 2018.

Rülcker, C. (2018), Svensk Torv, personlig kommunikation 2018-02-19

SCB (2017). *Torv 2016, produktion, användning och miljöeffekter: Skörden av odlingstorv ökade kraftigt under 2016*. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/torv-produktion-anvandning-och-miljoeffekter-torv/pong/statistiknyhet/torv-2016--produktion-anvandning-och-miljoeffekter/>

SCB (2018). *Skörden av energitorv minskade under 2017*. Statistiknyhet från SCB 2018-06-12. <https://www.scb.se/hitta-statistik/statistik-efter-amne/miljo/markanvandning/torv-produktion-anvandning-och-miljoeffekter-torv/pong/statistiknyhet/torv-2017-produktion-anvandning-och-miljoeffekter-/>

SGU (2017). *2016 års energitorvproduktion och koncessionsläget 2016-12-31*. SGU Rapport 2017:08.

SGU (2016). *Geologiska undersökningar och bedömning av hydrologisk påverkan vid ansökan om torvtäkt*. Schoning, K., Sohlenius, G. & Thorsbrink, M., maj 2016. SGU Rapport 2016:05.

SLU (2017). *Skogsdata 2017. Aktuella uppgifter om de svenska skogarna från Riksskogstaxeringen. Tema: Skogsmarkens kolförråd*. SLU, Sveriges Officiella Statistik.

Uppenberg, S., Zetterberg, L. & Åhman, M. (2001). *Climate impact from Peat Utilisation in Sweden*. IVL Report B1423. Stockholm, August 2001.

Öhman, M. & Boman, C. (2018). *Peat as a co-combustion fuel/fuel additive to biomass for reduced ash related problems in heat and power generation plants – A state of the art report*. Research report, Luleå Tekniska universitet. ISSN 1402-1528.