

RAPPORT
EN KLIMATNEUTRAL KOMMUNKONCERN I
SUNDSVALL 2030 - VAD KRÄVS?



UPPDRAG

313406, Konsulttjänster för Minskad klimatpåverkan, Sundsvall
Titel på rapport: En klimatneutral kommunkoncern i Sundsvall till 2030- Vad krävs?
Status: Koncept
Datum: 2021-11-08

MEDVERKANDE

Beställare: Sundsvall kommun
Kontaktperson: Linnea Mothander

Konsult: Tyréns AB
Uppdragsansvarig: Anna Sjöström
Handläggare: Ida Adolfsson, Marcus Öhlén, Emanuel Lindbäck
Kvalitetsgranskare: Ida Bohlin

SAMMANFATTNING

Sundsvalls kommun har som mål att vara klimatneutrala till år 2030. I denna rapport har klimatberäkningar genomförts för olika åtgärder med syftet att identifiera vilka åtgärder som kan krävas för att lyckas nå det målet. Inom ramen för detta uppdrag har det inte varit möjligt att utföra beräkningar på alla åtgärder som kommunkoncernen skulle kunna implementera utan ett urval har gjorts av de mest klimatpåverkande åtgärderna.

Arbetet utgår från en nulägesanalys som beskriver kommunkoncernen i Sundsvalls klimatpåverkan. Analysmetoden för undersökningen är en så kallad backcastinganalys, vilket innebär att utifrån ett förutbestämt mål, undersöks hur Sundsvalls kommunkoncern ska nå målet, d.v.s. vilka åtgärder som krävs för att nå målet.

Inom denna studie redovisas även ett business as usual scenario över hur Sundsvalls kommunkoncerns klimatpåverkan kommer påverkas av de åtgärder som genomförs i omvärlden till följd av mål och färdplaner. Detta scenario visar på en 7 % klimatminskningspotential för kommunkoncernen vilket betyder att kommunkoncernen måste utföra åtgärder för att vara klimatneutral till år 2030.

Utredningen i denna rapport visar att det kommer att krävas att Sundsvalls kommun genomför en rad åtgärder för att kunna nå klimatneutralitet till år 2030:

- Producera grön el
- Ökad utsortering av plastavfall
- Konvertera fossil olja till bioolja (fjärrvärme och lokala pannor)
- Konvertera personbilar till eldrift
- Bilersättning ersätts med kommunens egna fordon
- Konvertera fossila drivmedel till biobaserade
- Inga tjänsteresor med flyg eller fossildriven taxi
- Bygga med prefabricerade volymelement i trä
- Ställa materialkrav i bygg- och anläggningsprojekt
- Minska matsvinn och ökad andel klimatsmart mat
- Minimera förbrukningsartiklar och upphandla produkter av klimatsmarta material

Genom att genomföra dessa åtgärder visar beräkningarna i denna utredning att det finns en 40 % klimatminskningspotential.

Det kvarstår vissa utsläpp till år 2030 på grund av att kommunen inte har rådighet över all klimatpåverkan som orsakas av dess egen verksamhet exempelvis från fjärrvärmeproduktion och upphandling inom olika områden. För att nå hela vägen till netto-noll utsläpp kommer det krävas åtgärder för kolinlagring. För att åstadkomma detta kan Carbon Capture and Storage (CCS) och biokol användas. På grund av den stora mängd trädgårdsavfall som kommer behövas för att minska utsläppen i tillräckligt stor grad för att nå klimatneutralitet är det inte troligt att enbart biokol kan användas som metod för kolinlagring. Därför kommer CCS krävas, antingen i kombination med biokol eller i tillräckligt stor skala för att kompensera för de kvarvarande utsläppen på egen hand. Punktutsläppen av koldioxid vid fjärrvärmeproduktionen kommer vara tillräckligt stora för att möjliggöra en CCS-anläggning som kan kompensera för kommunkoncernens klimatpåverkan.

Skogens möjlighet att vara en kolsänka har inte studerats i denna studie. Det beror dels på att det inte finns tydliga riktlinjer på hur skogens som en kolsänka ska beräknas, dels studeras skogsbruk i ett annat pågående projekt inom kommunen.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	INLEDNING	6
2	SYFTE OCH MÅL.....	6
3	METOD	6
4	NULÄGE FÖR KOMMUNKONCERNENS KLIMATPÅVERKAN	7
5	ÅTGÄRDER FÖR ATT MINSKA KLIMATPÅVERKAN.....	9
	5.1 ELANVÄNDNING.....	9
	5.2 FJÄRRVÄRME- OCH FJÄRRKYLAPRODUKTION.....	10
	5.3 TRANSPORTER.....	10
	5.3.1 SERVICECENTER.....	11
	5.3.2 BILERSÄTTNING	11
	5.3.3 DRIVMEDELSANVÄNDNING, EJ SERVICECENTER	11
	5.3.4 TJÄNSTERESOR	11
	5.4 INKÖP OCH UPPHANDLING	12
	5.4.1 BYGG- OCH FASTIGHET	12
	5.4.2 FÖRBRUKNINGSARTIKLAR	13
	5.4.3 LIVSMEDEL.....	13
	5.4.4 TRANSPORTER.....	14
	5.5 KOLSÄNKOR	15
	5.5.1 CARBON CAPTURE STORAGE, CCS	15
	5.5.2 BOKOL	16
6	BACKCASTING – VAD KRÄVS?.....	16
	6.1 ÅTGÄRDER OCH KOLINLAGRING.....	17
	6.1.1 KOLINLAGRING: CCS.....	18
	6.1.2 KOLINLAGRING BOKOL.....	18
	6.2 BUSINESS AS USUAL, BAU	18
	6.3 KLIMATBESPARING PER ÅTGÄRDE OCH KATEGORI ÅR 2030.....	20
	6.4 BRÄNSLE- OCH DRIVMEDELSANVÄNDNING IDAG OCH ÅR 2030	22
	6.5 TIDSLINJE FÖR IMPLEMENTERINGAV ÅTGÄRDER	23
7	DISKUSSION OCH SLUTSATS.....	24
8	REFERENSER	26

1 INLEDNING

Sundsvall kommun har beslutat att kommunen ska vara klimatneutral till år 2030. Som en del i arbetet med att minska kommunens klimatpåverkan ska en klimat- och energiplan tas fram. Denna rapport kommer utgöra en bilaga till klimat och energiplanen och i denna rapport utreds vilka åtgärder som krävs för att kommunkoncernen i Sundsvall ska kunna bli klimatneutral till år 2030.

Det kommer att krävas att Sundsvalls kommun genomför många åtgärder om det satta klimatmålet ska kunna uppnås. I denna rapport granskas ett antal åtgärder som bedömts kunna ha en stor påverkan på att minska kommunkoncernens klimatpåverkan. Valet av åtgärder utgår från de mest klimatpåverkande kategorierna i den genomförda nulägesanalysen. Inom många kategorier är åtgärderna på en övergripande nivå. Det är viktigt att påpeka att andra åtgärder som inte nämns i denna rapport kan behövas att implementeras för att kunna uppnå klimatmålen. Kommunen har sammanställt alla åtgärder som arbetats fram av kommunens interna projektgrupp för framtagandet av energi- och klimatplanen i en åtgärdsbank. Åtgärdsbanken ska verka vägledande vid kommunkoncernens arbete med åtgärder för minskad klimatpåverkan.

2 SYFTE OCH MÅL

Syftet med denna rapport är att undersöka vad Sundsvalls kommun behöver göra för att kommunkoncernen ska vara klimatneutral till år 2030. För att nå detta mål kommer det krävas åtgärder inom olika områden och förslag på vilka dessa åtgärder skulle kunna vara presenteras i denna studie. Studien tar endast hänsyn till fysiska och tekniska möjligheter för att minska Sundsvalls kommunkoncerns klimatpåverkan samt när åtgärderna ska implementeras. Andra aspekter som ekonomi och tillgänglighet av resurser tas inte hänsyn till i denna studie.

I denna utredning studeras endast klimatberäkningar för kommunkoncernen. Övriga perspektiv som sundsvallsbon och territoriella utsläpp, vilka undersöktes i rapporten Nuläget klimatpåverkan ingår inte i denna studie. En studie ska tas fram för att undersökas vad som krävs för att de andra perspektiven att vara klimatneutral till år 2030.

3 METOD

Metoden för detta arbete utgår från en så kallad backcastinganalys. Detta innebär att utifrån ett bestämt mål, analysera vilka åtgärder som kan krävas för att nå målet. I bilden nedan visas en illustration hur en backcastanalys fungerar.

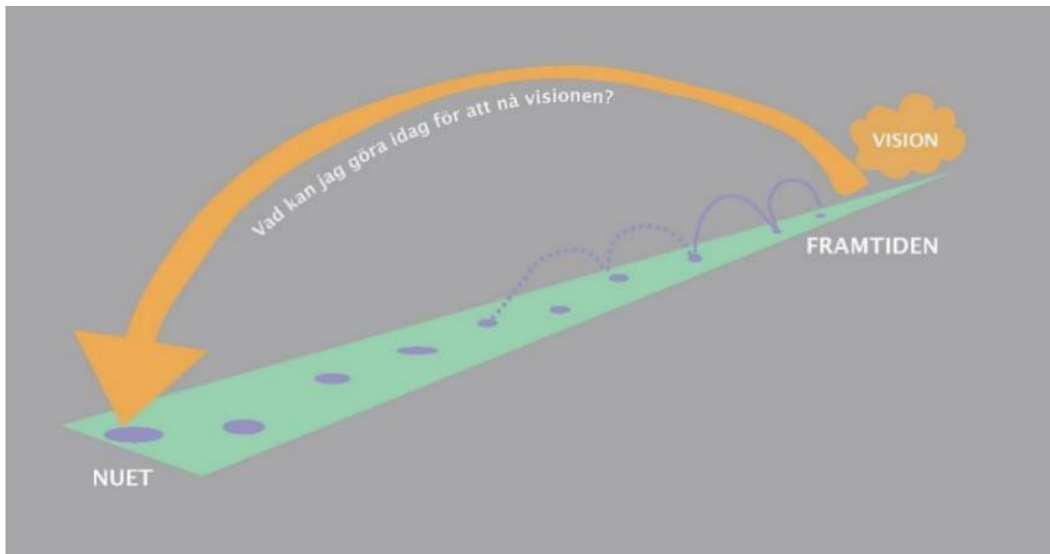


Bild 1 Backcasting som metod.

Tyréns nulägesanalys av kommunkoncernens klimatpåverkan utgör basen för denna studie. Tyréns har räknat fram den potentiella klimatminskningar för ett antal åtgärder inom olika kategorier. Studien tar även hänsyn till potentiell klimatminskning från omvärlden till följd av att målen i olika färdplaner som exempelvis färdplanen för elsystemet och plastproduktion i Europa efterlevs.

Eftersom det kommer att ske förändringar runt om i världen redovisas även ett scenario för hur klimatpåverkan från kommunkoncernen kommer att se ut år 2030 om kommunkoncernen inte genomför några åtgärder. Detta scenario kallas "business as usual" (BAU). Alla åtgärder jämförs därför både mot nuläget och BAU för att ge en bättre förståelse för åtgärdernas inverkan på klimatet.

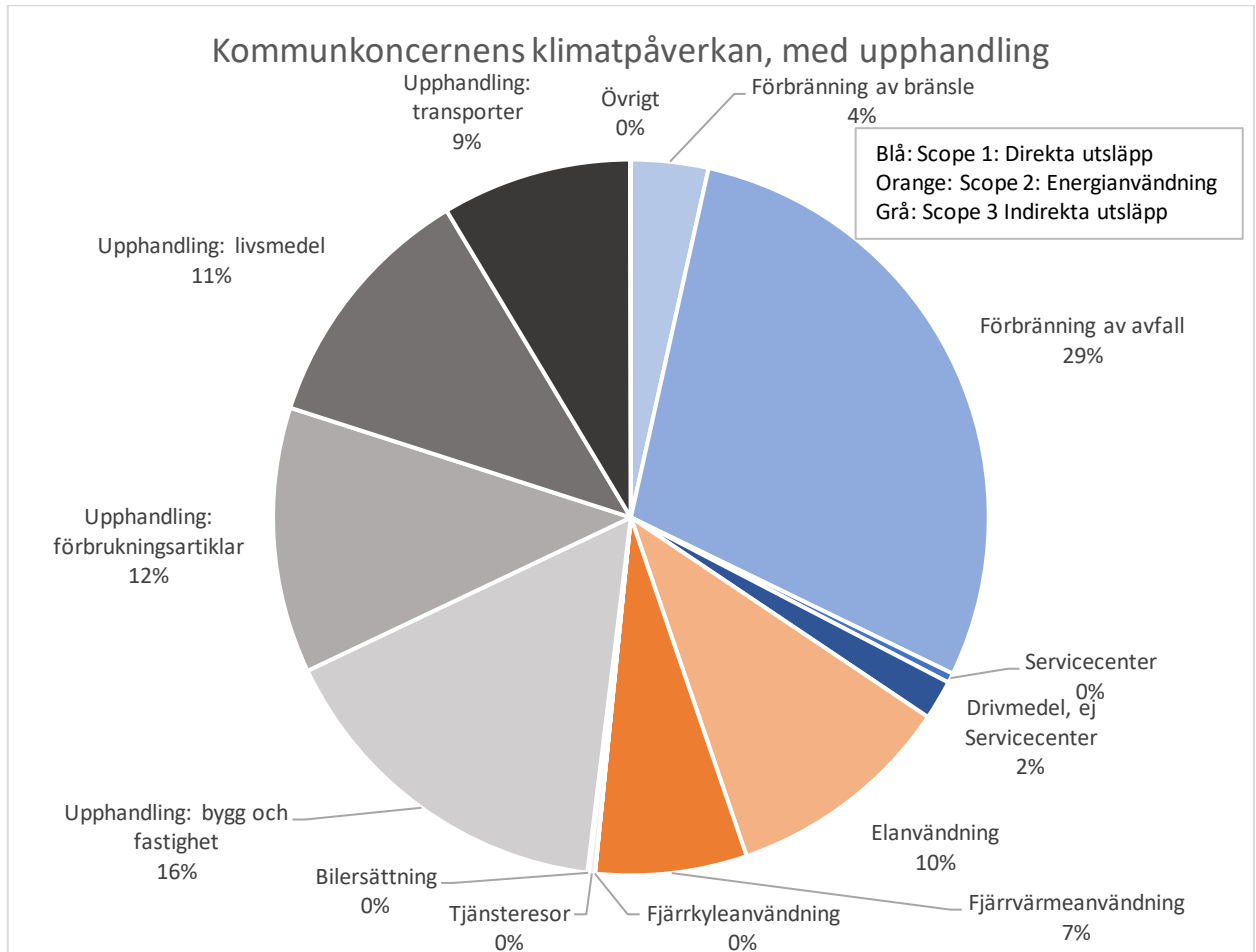
Eftersom många färdplaner inom Sverige och EU har slutår kring år 2050 är det inte möjligt att åstadkomma noll-utsläpp till år 2030 i Sundsvall. Därför studeras även åtgärder som kan generera kolsänkor så att klimatmålet kan uppnås.

Tillvägagångssättet har varit att först undersöka vilka åtgärder som kan minska klimatpåverkan hos kommunkoncernen, och till vilken grad, därefter har åtgärder för kolsänkor studerats för att se om dessa åtgärder tillsammans kan resultera i klimatneutralitet.

För en mer detaljerad beskrivning av beräkningar och tillvägagångssätt för denna rapport, se Bilaga 1.

4 NULÄGE FÖR KOMMUNKONCERNENS KLIMATPÅVERKAN

I rapporten Nuläge Klimatpåverkan kartlades Sundsvalls kommunkoncerns klimatpåverkan. Det är denna kartläggning som ligger till grund för backcastingsanalysen. I figur 1 redovisas kommunkoncernens klimatpåverkan mellan åren 2014 och 2018.



Figur 1 Sundsvall kommunkoncerns klimatpåverkan mellan åren 2014 och 2018. Uppgifter om upphandling gäller endast för kommunförvaltningen och inte de kommunala bolagen.

I Figur 1 redovisas kommunkoncernens klimatpåverkan enligt GHG-protokollets tre olika scope:

1. Scope 1 beskriver direkta utsläpp som till exempel utsläpp från förbränning av diesel.
2. Scope 2 är energianvändning från köpt energi.
3. Scope 3 är indirekta utsläpp som till exempel klimatpåverkan från inköp av material.

Genom att redovisa utsläppen enligt GHG- protokollet ger det en tydligare bild över vilka utsläpp som kommunkoncernen har direkt rådighet över och vilka utsläpp som de har indirekt rådighet över.

Upphandling, förbränning av avfall och energianvändning är de största posterna för kommunkoncernen. Värt att notera är att uppgifter om inköp och upphandling endast finns för kommunförvaltningen vilket ger en ofullständig bild för de kommunala bolagen. Detta innebär att kommunkoncernens klimatpåverkan från upphandling

troligen är större än vad som redovisas i Figur 1. För många av kommunkoncernens bolag är scope 3, indirekta utsläpp, den största posten enligt GHG-protokollet.

5 ÅTGÄRDER FÖR ATT MINSKA KLIMATPÅVERKAN

Baserat på kategorierna i Figur 1 har klimatbesparingsåtgärder tagits fram för varje kategori. Åtgärderna som redovisas nedan är de åtgärder som ger den största klimatbesparingen inom varje kategori. För kategorier som genererar utsläpp enligt scope 3, indirekta utsläpp, tas även hänsyn till hur omvärlden planerar att arbeta med klimatminskning för att uppnå de satta målen i Parisavtalet.

5.1 ELANVÄNDNING

Kommunkoncernens elanvändning är en av de mest betydande posterna och står för 10 % av klimatpåverkan. I dagsläget använder kommunkoncernen ca 200 680 MWh el per år. Åtgärder som föreslås i denna rapport kommer leda till ett ökat elbehov för kommunkoncernen såsom elektrifiering av kommunkoncernens fordonsflotta (avsnitt 5.3.1) samt en CCS-anläggning (avsnitt 5.5.1).

En åtgärd för att minska klimatpåverkan från kommunens elanvändning är att producera egen förnybar el som motsvarar kommunkoncernens användning. I denna utredning studeras produktion av vindkraft. Det är även tänkbart att använda andra tekniker för att producera egen el som exempelvis solceller. El producerad från vindkraft har lägre klimatpåverkan än el från solceller och är därför det alternativ som beräknats i denna utredning. En anledning till att solceller har en högre klimatpåverkan än vindkraft är att det krävs mer resurser vid tillverkningen av solceller än vid tillverkning av vindkraft för att producera samma mängd el.

Om hela kommunkoncernens el produceras från förnybara källor kan klimatpåverkan från elanvändningen minska med 69 % jämfört med nuläget, trots den förväntade ökningen i elbehov. Besparingspotentialen kan ses i Tabell 1. Om kommunen väljer att öka sin egen produktion av förnybar el bör en närmare utredning kring genomförande påbörjas i närtid, då det uppskattas krävas 47 vindkraftverk för att producera el motsvarande det kommande årsbehovet om investering i CCS genomförs. Det kommer uppskattningsvis ta mellan 5 - 10 år från påbörjad förstudie till dess att en vindkraftspark är i drift, (Tekniska verken, 2019). Det är därför viktigt att påbörja denna process omgående om kommunkoncernen vill säkerställa klimatneutralitet till år 2030.

Andra åtgärder som kan ge en betydande klimatbesparing är att arbeta med att minska kommunkoncernens elanvändning genom energieffektiviseringsåtgärder som exempelvis installera LED lampor och närvarostyrd belysning.

Tabell 1. Åtgärder för elanvändning

Elanvändning	Utsläpp i nuläget, ton CO ₂ e	Besparingspotential ton CO ₂ e (i förhållande till nuläget)
Producera grön el	18 100	12 500

5.2 FJÄRRVÄRME- OCH FJÄRRKYLAPRODUKTION

Produktionen av fjärrvärme står för 39 % av kommunkoncernens klimatpåverkan i dagsläget. Detta beror främst på de fossila delarna i avfallet som förbränns samt den olja som används under dagar med stort värmebehov. Avfallet kommer både från Sundsvall och från grannkommunerna. Under kommande år förväntas förbränningen av avfall öka något för att tillgodose efterfrågan på värme och andra förändringar inom fjärrvärmesystemet.

En åtgärd för att minska klimatpåverkan är att byta ut den fossila olja som används idag mot bioolja. De fossila utsläpp som kommer från förbränning av avfall beror i stor utsträckning på plasten i avfallet. Genom att ha en extra utsorteringsanläggning innan restavfallet förbränns kan mer plast sorteras ut till materialåtervinning. Även om en utsorteringsanläggning installeras kommer det fortfarande finnas plast som har för dålig kvalitet för materialåtervinning. Denna plast kommer även fortsättningsvis att förbrännas.

Om ovanstående åtgärder implementeras samtidigt som avfallsförbränningen ökar något förväntas klimatpåverkan från fjärrvärmeproduktionen minska med 19 % jämfört med nuläget. Besparingspotentialen kan ses i Tabell 2. Att installera en anläggning av utsortering av plast tar ungefär 5 år (Avfall Sverige, 2021).

Fjärrkyla som produceras i Sundsvall är frikyla vilket innebär att vattendrag som sjöar används som kyla. Enligt Sundsvall Energis prognoser kommer fjärrkylaproduktionen att öka till år 2030 samtidigt som värmeproduktion från elpannor antas att minska. Därför har Tyréns antagit att Sundsvalls energis elanvändning kommer vara konstant fram till år 2030. På grund av att frikyla använder el så redovisas klimatbesparingsåtgärderna för fjärrkyla under kategorin elanvändning.

Tabell 2. Åtgärder för fjärrvärmeproduktion

Fjärrvärmeproduktion	Utsläpp i nuläget, ton CO ₂ e	Besparingspotential ton CO ₂ e (i förhållande till nuläget)
Byta fossilolja till bioolja	5 200	5 100
Installera anläggning för utsortering av plast	62 200	14 800*

*Denna minskning är beräknad utifrån att förbränningen av avfall har ökat i förväntad omfattning.

5.3 TRANSPORTER

En sammanställning av besparingspotentialen för åtgärdsförslagen gällande transporter kan ses i

Tabell 3 i slutet av detta avsnitt.

5.3.1 SERVICECENTER

Majoriteten av personbilar som används inom kommunkoncernen sköts av Servicecenter. För att minska dessa utsläpp måste fossildrivna fordon fasas ut och ersättas av bilar med alternativa drivmedel såsom biodrivmedel eller el. Även om den ökade inblandningen av biodrivmedel i bensen och diesel kommer att leda till en viss minskning under de kommande åren, kommer ytterligare åtgärder krävas för att minska utsläppen.

För att minska utsläppen i så stor utsträckning som möjligt föreslås att elbilar fasas in så att fordonsflottan är helt eldriven år 2030. Dessutom ska den el som används vara producerad från förnybara källor. På detta sätt kan klimatpåverkan från Servicecenters fordon minskas med 98 %, även om en ökning av transporter sker då resorna med bilersättning förflyttas till Servicecenter.

5.3.2 BILERSÄTTNING

I dagsläget används bilersättning för vissa transporter inom kommunkoncernen. Eftersom dessa bilar inte ägs av kommunen, har kommunen ingen rådighet vid val av drivmedel. Däremot kan kommunen besluta att dessa transporter ska ske med kommunens egna fordon och på så sätt kan klimatpåverkan minska från bilersättning. De transporter som i dagsläget sker med bilersättning genomförs förslagsvis genom Servicecenters bilpool istället.

5.3.3 DRIVMEDELSANVÄNDNING, EJ SERVICECENTER

Inom kommunkoncernen förekommer drivmedelsanvändning som inte berör fordonen som sköts av Servicecenter. Detta gäller exempelvis anläggningsmaskiner, sopbilar och lokaltrafiken. I dagsläget använder anläggningsmaskiner mestadels fossil diesel. Även om det i stor utsträckning används biogas till sopbilarna förekommer det fortfarande vissa fossila drivmedel. För att minska klimatpåverkan från dessa fordon föreslås att biodrivmedel används istället. Detta innebär att all diesel byts mot HVO, all bensen mot etanol samt fordonsgas ersätts med biogas. Detta föreslås eftersom det är etablerade tekniker som redan är vanligt förekommande för dessa typer av större fordon. Utvecklingen av bränslecellselektriska fordon som drivs på vätgas är fortfarande osäkert. Idag finns det några få biltillverkare som driver utvecklingen av bränslecellselektriska fordon medan majoriteten av biltillverkare satsar på elfordon. Enligt en studie från IVL Svenska Miljöinstitutet kan upp till 10 % av transportarbetet för regionala godstransporter utföras med bränsleceller till 2030 men denna utveckling är osäker. (Kloo och Larsson, 2019). På grund av detta har bränslecellsbilar inte studerats vidare i denna studie.

Genom att använda biodrivmedel för anläggningsmaskiner och sopbilar kan klimatpåverkan från dessa minska med 82 % jämfört med nuläget. Förslaget bör kunna implementeras omgående.

5.3.4 TJÄNSTERESOR

Den enskilt viktigaste åtgärden för att minska klimatpåverkan från kommunkoncernens tjänsteresor är att sluta flyga och istället använda tåg eller ha digitala möten. I de fall det inte är möjligt att undvika flygresor ska dessa klimatkompenseras till 100 %. Alla taxiresor ska vara förnybara eller eldrivna.

Tabell 3. Åtgärder för transporter

Transporter	Utsläpp i nuläget, ton CO ₂ e	Besparingspotential ton CO ₂ e (i förhållande till nuläget)
Ersätta fossildrivna fordon med elfordon	730	720
Bilersättning ersätts med kommunens egna fordon	130	130*
Byta ut fossila bränslen mot biodrivmedel	940	730
Inga tjänsteresor med flyg eller taxi	470	470

*Förutsätter elektrifiering av Servicecenters fordon

5.4 INKÖP OCH UPPHANDLING

En sammanställning av besparingspotentialen för åtgärdsförslagen inom inköp och upphandling kan ses i

Tabell 4, i slutet av detta avsnitt.

5.4.1 BYGG- OCH FASTIGHET

Åtgärdsförslagen för denna kategori utgörs av åtgärder som är kopplade till både byggnader och anläggningar. Med anläggningar menas vägar och parker. Fördelningen mellan klimatpåverkan för byggnader och anläggningar är baserad på kommunens investeringsbudget och Tyréns erfarenheter kring klimatpåverkan från bygg- och anläggningsprojekt.

Klimatbesparingsåtgärderna för byggnader är baserade på en studie där det utretts hur ett nytt exploateringsområde kan minska klimatpåverkan genom val av byggmaterial. Enligt studien finns det en stor potential att använda andra byggsystem än platsgjuten betong, för kontor och bostäder. Generellt kan klimatpåverkan minska med närmare 50 % om byggnaderna uppförs med det mest klimatsmarta alternativet; svensktillverkade volymelement i trä. Studien visar också att om andel källare minskar med 50 % kan den totala klimatpåverkan minska med 60 % om svensktillverkade volymelement i trä används (Tyréns, 2021).

Även om materialproduktionen ofta står för majoriteten av klimatpåverkan från byggprocessen står transport av material och aktiviteter på byggarbetsplatsen för ca. 13 % av klimatpåverkan (Liljenström m.fl. 2015). Det är därför viktigt att även ställa krav på energianvändningen vid transporter och aktiviteter på byggarbetsplatsen. Dieselanvändning för transporter och anläggningsmaskiner kan ersättas med HVO eller med elektrifiering. På byggarbetsplatsen kan kommunen till exempel ställa krav på att inte tillåta dieseldrivna fläktar och att byggbodarna är energieffektiva. Fjärrvärme kan också användas under byggnationen (Liljenström m.fl. 2015).

Trafikverket har under några år arbetat med att ställa klimatkrav i sina infrastrukturprojekt. Myndigheten har som mål att halvera klimatpåverkan till år 2030 och vara klimatneutral till år 2045 jämfört med 2015 års värden. Trafikverkets klimatkrav varierar beroende på om det är ett stort eller ett litet investeringsprojekt. Om investeringsprojekt är över 50 miljoner kronor ställs ett klimatreduktionskrav utifrån ett utgångsläge och en klimatkalkyl genomförs. För investeringsprojekt under 50 miljoner kronor tas inte klimatkalkyler fram, däremot ställs klimatkrav på de material som köps in. Material som köps in ska ha en lägre klimatpåverkan jämfört med en basnivå och detta verifieras med EPD:er. EPD:er är en miljövarudeklaration som beskriver klimatpåverkan från en byggprodukt. Genom att Sundsvall kommunkoncern ställer samma krav i sina anläggningsprojekt kan klimatpåverkan från anläggning minska med 50 %.

Andra åtgärder som inte har kvantifieras i denna studie är att öka återbruk av byggmaterial vid ombyggnation, nybyggnation, rivning och förvaltning av kommunkoncernens egna fastigheter och lokaler. Till exempel kan krav ställas på entreprenörer vid rivning att demontera för att möjliggöra återbruk, använda återbrukat material vid underhåll av kommunkoncernens lokaler samt kravställa att återbrukat material används vid nybyggnation. Det finns idag privata aktörer på marknaden som kan ta hand om byggmaterialet som uppstår vid rivning och ombyggnation.

Sammanfattningsvis kan klimatpåverkan från upphandling av bygg och fastighet minska med 57 % om all nybyggnation minskar med 60 % jämfört med dagens traditionella byggande. Detta kan göras genom att minska andelen källare med 50 %

och bygga prefabricerade trämoduler. Inom anläggningsarbete kan klimatpåverkan minska med 50 % om kommunen ställer samma klimatkrav som Trafikverket gör.

5.4.2 FÖRBRUKNINGSPARTIKLAR

Ett viktigt verktyg för att minska klimatpåverkan från inköpta förbrukningsartiklar är att arbeta aktivt med att minska den totala mängden som köps in. Klimatbesparingar kan även uppnås genom att välja produkter med en låg klimatpåverkan som exempelvis produkter tillverkade av biobaserade eller återvunnet material. En stor andel av alla förbrukningsartiklar är tillverkade av plast. Enligt European Plastic Pact¹ ska användningen av primär plast minska med 20 % fram till 2025 (European Plastics Pact, 2020). Detta ska ske genom att minska plastanvändandet samt genom att byta ut jungfrulig plast mot återvunna och biobaserade material.

Denna kategori inom inköp och upphandling innehåller väldigt skilda typer av produkter och det finns inte heller någon sammanställd inköpsstatistik för Sundsvalls kommunkoncern att utgå ifrån. Det är därför svårt att beräkna hur stor koldioxidbesparing som skulle kunna erhållas från området. Tyréns uppskattar att det finns en 20 % klimatminskningspotential fram till år 2030, om ett aktivt arbete genomförs med att minimera användningen av förbrukningsartiklar samt byta till klimatsmarta material. Inom Karlstad kommun genomfördes en plastinventering och några av de åtgärder som identifierades efter inventeringen var att sluta använda skoskydd av plast i vissa verksamheter, minska användningen av plastpåsar eller byta till bioplast samt att byta engångsförkläden i fossil plast till bioplast (Tideström, 2020).

5.4.3 LIVSMEDEL

Klimatpåverkan från livsmedel härrör både från jordbruket och från livsmedelsindustrin. Jordbruket utgör den största klimatpåverkan från livsmedel. Inom EU utgör jordbruket cirka 80 % av livsmedlens klimatpåverkan (Cameron m.fl. 2021).

För livsmedelsindustrin är det viktigt att Europas energisystem ställs om till förnybara källor då elanvändning samt värme och kyla är viktiga bidragande faktorer till klimatpåverkan (Cameron m.fl. 2021). Medan det inom jordbruket framförallt är biologiska processer som orsakar utsläpp av lustgas och metan som bidrar mest, Exempelvis utsläpp av metan från idisslande djur, gödselhantering och tillverkning av mineralgödsel (Jordbruksverket, 2021). Enligt EU:s färdplan antas att utsläppen från jordbruket kommer att minska med 36 % mellan åren 1990 och 2030 (Europakommissionen, 2011) och för livsmedelsindustrin kan klimatpåverkan minska mellan 15 och 23 % beroende på scenario (Cameron m.fl. 2021).

I dagsläget finns ett arbete inom kommunen för att öka andelen ekologisk och närproducerad mat. Ur ett klimatperspektiv finns det inte en tydlig koppling att klimatpåverkan blir lägre om ekologisk mat köps in (Wirsenius, 2019; SLU, 2021). En generell åtgärd som dock ger stor klimatomfattig effekt är att byta ut animaliska produkter mot vegetariska (SLU, 2021).

Åtgärder som kommunen kan genomföra för att minska klimatpåverkan är att ha mer vegetariskt på menyn men även att minska matsvinnet. I Helsingborg har kommunen arbetat med att minska både matsvinn och att ha fler rätter som är vegetariska. I Helsingborg har matsvinnet halverats och det har gett en klimatbesparing på 25 %.

¹ The European Plastics Pact är ett initiativ som är kopplat till direktivet om engångsprodukter och syftet är att accelerera återanvändning och återvinning av engångsprodukter och förpackningar i plast.

Om Sundsvall kommun arbetar med att minska matsvinnet med 50 % och serverar mer vegetariskt samtidigt som målen i EU färdplanerna införlivas kan klimatpåverkan minska med 35 %.

5.4.4 TRANSPORTER

Branschen för tunga transporter har som mål att minska sin klimatpåverkan med 70 % till 2030 jämfört med 2010 års nivåer (Fossilfritt Sverige, 2020). Detta ska uppnås genom en ökad inblandning av bibränslen via reduktionsplikten, konvertering till rena biodrivmedel och elektrifiering.

För transporter med personbilar kommer också en minskning av klimatpåverkan ske med reduktionsplikten. Energimyndigheten (2020) räknar med att detta ska leda till en minskning med 40 % jämfört med 2010 års nivåer.

Det som upphandlas som transporter är framförallt tjänster som kollektivtrafik, färdtjänst och liknande. Godstransporter hamnar ofta under andra kategorier då de är en del av priset när en vara upphandlas. Därför kommer det vara viktigt att föra dialog även inom andra upphandlingsområden för att minska klimatpåverkan från transporter i helhet.

Om Sundsvall kommun ställer krav på att transporter som upphandlas sker med biodrivmedel kan klimatpåverkan minska med 82 %.

Tabell 4. Åtgärder för upphandling

Upphandling	Utsläpp i nuläget, ton CO ₂ e	Besparingspotential ton CO ₂ e (i förhållande till nuläget)
Bygga med prefabricerade Volymelement i trä och ställa materialkrav vid byggprojekt	28 000	16 000
Minimera användningen av förbrukningsartiklar samt upphandla klimatsmarta material	21 000	4 900
Minska matsvinnet med 50 % och ökad andel klimatsmart mat	20 000	7 000
Upphandla att alla transporter ska använda biobränslen.	15 000	12 300

5.5 KOLSÄNKOR

För att åstadkomma kolsänkor har två metoder undersökts inom denna studie, CCS och biokol.

Skogens möjlighet att vara en kolsänka har inte utretts vilket beror på att det inte finns några tydliga riktlinjer på hur skogens som kolsänka ska beräknas. Kolatomerna som är bundna i skogen ingår i det naturliga kretsloppet vilket inte påverkar växthuseffekten när träet förbränns. Skogsbruk kan påverka växthuseffekten på grund av utformningen av skogsbruket. Till exempel frigörs metan från kalhyggen och metan är cirka 25 gånger starkare växthusgas än koldioxid. Beroende på var i landet skogen är tar det olika lång tid innan skogen har bundit in lika många kolatomer som utsläppet av metan. Inom Sundsvall kommun utförs en studie som studerar skogsbruks påverkan på klimatet.

5.5.1 CARBON CAPTURE STORAGE, CCS

Carbon Capture and Storage (CCS) är en metod som innebär att koldioxid fångas in och lagras för att minska utsläppen av växthusgaser till atmosfären. Vanligtvis appliceras detta på en anläggning med tydliga punktutsläpp av koldioxid, exempelvis en förbränningsanläggning. När koldioxiden har fångats in ska den också transporteras till en lämplig plats och lagras.

För att använda CCS-teknik kommer energi behöva tillföras, då processen är mycket energikrävande. Om anläggningen dimensioneras för att fånga upp så mycket koldioxid som möjligt kan det innebära att elanvändningen för kommunkoncernen som helhet mer än fördubblas. Det är därför av stor vikt att denna ökade energianvändning tillgodoses från förnybara källor.

För att kunna ha en fullskalig CCS-anläggning på plats till år 2030 bör arbetet påbörjas omgående. Cementa håller i dagsläget på med en förstudie för en CCS-anläggning vid deras anläggning i Slite. Tidsplanen för förstudien är 2 år och därefter en genomförbarhetsstudie på två år, projektering på två år och byggstart år 2026 för att

den ska stå klar 2030 (Cementa, 2020a). Tidsramarna är liknande för ett CCS-projekt i Norge där de första testerna påbörjades 2013 och anläggningen väntas vara färdig 2024 (Cementa, 2020b). Av denna anledning måste arbetet med en CCS-anläggning påbörjas omgående om det ska vara möjligt för Sundsvalls kommunkoncern att uppnå klimatneutralitet till 2030.

5.5.2 BOKOL

Biokol kan tillverkas av växtmaterial som upphettas i en syrefri miljö. Denna process kallas för pyrolys. Stora delar av kolet i växtdelarna omvandlas till en beständig produkt som kallas för biokol. Biokolet kan användas som jordförbättrande i marken eller i gröna tak. Biokol har en halveringstid på 150 till 5 000 år och klassas av IPCC som en negativ emissionsteknik.

Från en pyrolysanläggning kan el och fjärrvärme produceras på restvärmen från processen. I Högdalen i Stockholm finns en pilotanläggning och denna anläggning levererar restvärme till fjärrvärmebolaget. Det tar ungefär två år att bygga en biokolanläggning (NSR, 2021 källa).

I denna studie har trädgårdsavfall studerats som råvara till produktion av biokol. Det finns andra råvaror som kan användas som till exempel slam och träpellets. För mer information om slams och träpellets möjligheter att bli biokol se Bilaga 1.

6 BACKCASTING – VAD KRÄVS?

I detta avsnitt presenteras en sammanställning av alla de föreslagna åtgärderna som krävs om det ska vara möjligt att nå klimatneutralitet till år 2030. De föreslagna åtgärderna är:

- Producera grön el
- Ökad utsortering av plastavfall
- Konvertera fossil olja till biolja
- Konvertera personbilar till eldrift
- Bilersättning förs över till kommunens fordon
- Konvertera fossila drivmedel till biobaserade
- Inga tjänsteresor med flyg eller fossildriven taxi
- Bygga med prefabricerade volymelement i trä
- Ställa materialkrav i byggprojekt
- Minska matsvinn
- Ökad andel klimatsmart mat
- Minimera förbrukningsartiklar och upphandla produkter av klimatsmarta material

I redovisningen nedan presenteras ett scenario där kolinlagring används för att väga upp de kvarvarande utsläppen år 2030. Utifrån detta har en undersökning gjorts om vad som krävs för att kunna implementera antingen CCS eller biokol som metod för kolinlagringen.

Ett business as usual, BAU, har också tagits fram för att redovisa Sundsvalls kommunkoncerns klimatpåverkan om kommun inte genomför några åtgärder. Detta scenario tar endast hänsyn till den utveckling som sker i omvärlden.

6.1.1 KOLINLAGRING: CCS

För att kompensera de 104 000 ton CO₂. kommunkoncernen ger upphov till år 2030 måste totalt 107 000 ton CO₂ fångas in eftersom CCS-anläggningen ger upphov till ökad energianvändning samt transportbehov för lagring av koldioxid. Detta förutsätter dock att den ökade energianvändningen tillgodoses med el från förnybara källor. För att fånga in denna mängd koldioxid beräknas det krävas 160 000 MWh el, vilket kan jämföras med kommunkoncernens nuvarande elanvändning på 200 680 MWh. Genom att fånga in koldioxid från fjärrvärmeproduktionen kan dels de fossila utsläppen från denna källa elimineras samtidigt som koldioxid från biogena källor kompenserar för övriga utsläpp. Den totala mängd koldioxid som avges vid fjärrvärmeproduktionen är tillräckligt stor för att detta ska vara möjligt.

6.1.2 KOLINLAGRING BOKOL

För att kunna skapa en kolsänka med biokol behövs det cirka 57 600 till 80 500 ton trädgårdsavfall för att kompensera de fossila utsläppen som sker år 2030. Detta varierar beroende på hur stor andel kol som biokolet kan binda under en 100 års period. Beräkningen tar även hänsyn till klimatpåverkan som uppstår vid produktion av biokol.

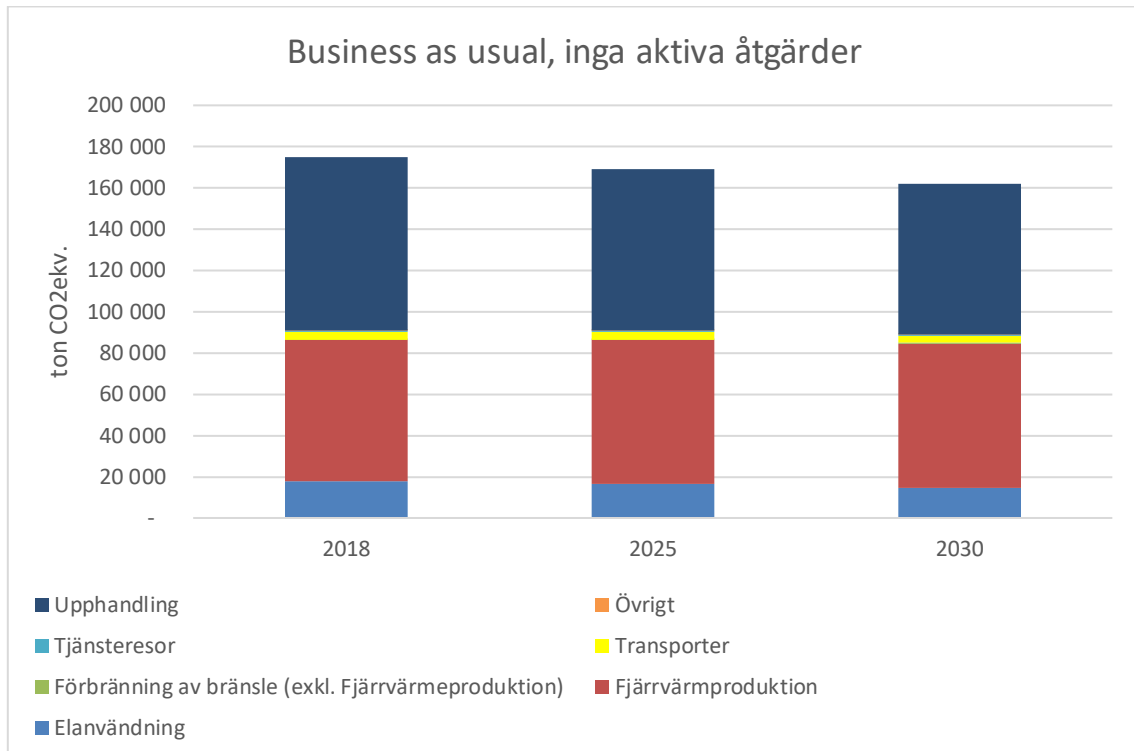
I Västernorrland producerade varje person ca 175 kg grovsopor under 2019 vilket totalt ger cirka 17 500 ton grovsopor i Sundsvalls kommun. Inom kategorin grovsopor ingår trädgårdsavfall tillsammans med andra skrymmande avfall som möbler, porslin och verktyg (Avfall Sverige, 2020). Det finns i dagsläget ingen statistik över hur mycket trädgårdsavfall som genereras i kommunen, det är troligt att mängden inte räcker till för att kompensera de fossila utsläppen.

6.2 BUSINESS AS USUAL, BAU

Omvärlden arbetar mot att minska utsläppen av växthusgaser. På internationell och nationell nivå samverkar länder, organisationer och företag för att uppfylla färdplaner och mål. Detta är något som krävs för att Sundsvalls kommun ska kunna nå sina mål om klimatneutralitet då man inte har rådighet över all indirekt klimatpåverkan som kommunen bidrar till. I detta avsnitt redovisas ett scenario över hur Sundsvalls kommuns klimatpåverkan förändras om de inte vidtar några särskilda åtgärder för att nå klimatneutralitet.

Fram till år 2030 förutspås det ha skett vissa förbättringar för transporter, både för de egna fordonen och upphandlade transporter, tack vare att reduktionsplikten ökar inblandningen av biodrivmedel inom upphandling tros också förbättringar ske då både produkter och livsmedel får något lägre klimatpåverkan till följd av att energisystemet konverteras mot mer förnybara källor och att produktionen av produkterna blir med klimatsmart, till exempel inblandning av flygaska och slam i betongen. En viss ökning av avfallsförbränningen väntas dock under perioden.

I Figur 3 nedan kan ses hur dessa förändringar kommer att påverka Sundsvalls kommuns klimatpåverkan.



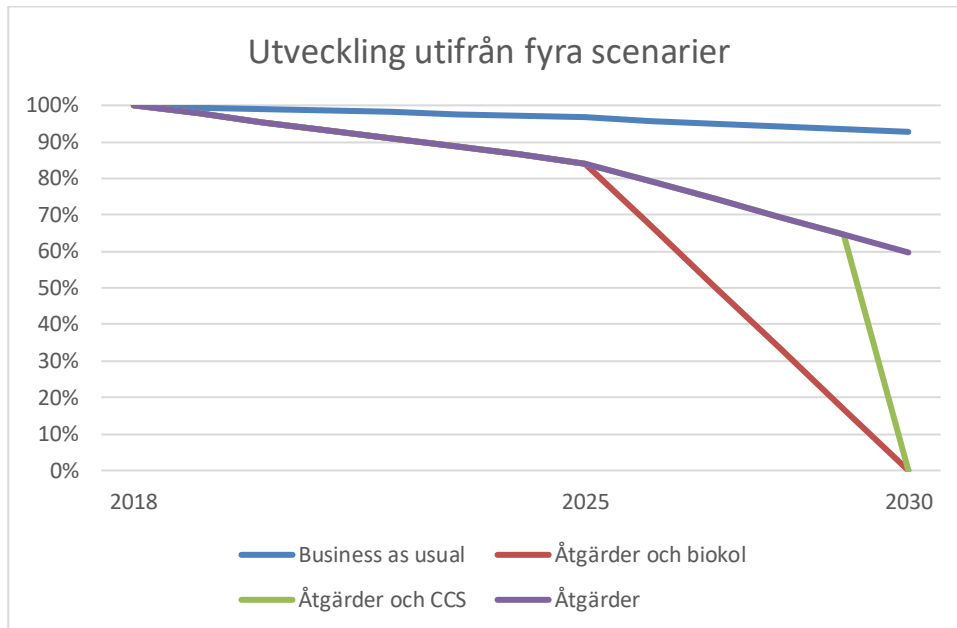
Figur 3 Förändring av Sundsvalls kommuns klimatpåverkan fram till 2030 om inga aktiva åtgärder genomförs.

Som kan ses i Figur 3 återstår en stor del av kommunkoncernens klimatpåverkan år 2030 om inga aktiva åtgärder genomförs. Den förväntade minskningen uppgår till 7 % av de totala utsläppen.

I Figur 4 nedan redovisas 4 scenarion över hur klimatpåverkan från Sundsvall kommunkoncern under de kommande åren förändras om;

1. Business as usual - inga åtgärder genomförs
2. Åtgärder - åtgärdsförslagen genomförs
3. Åtgärder och biokol som kolinlagringsmetod
4. Åtgärder och CCS som kolinlagringsmetod

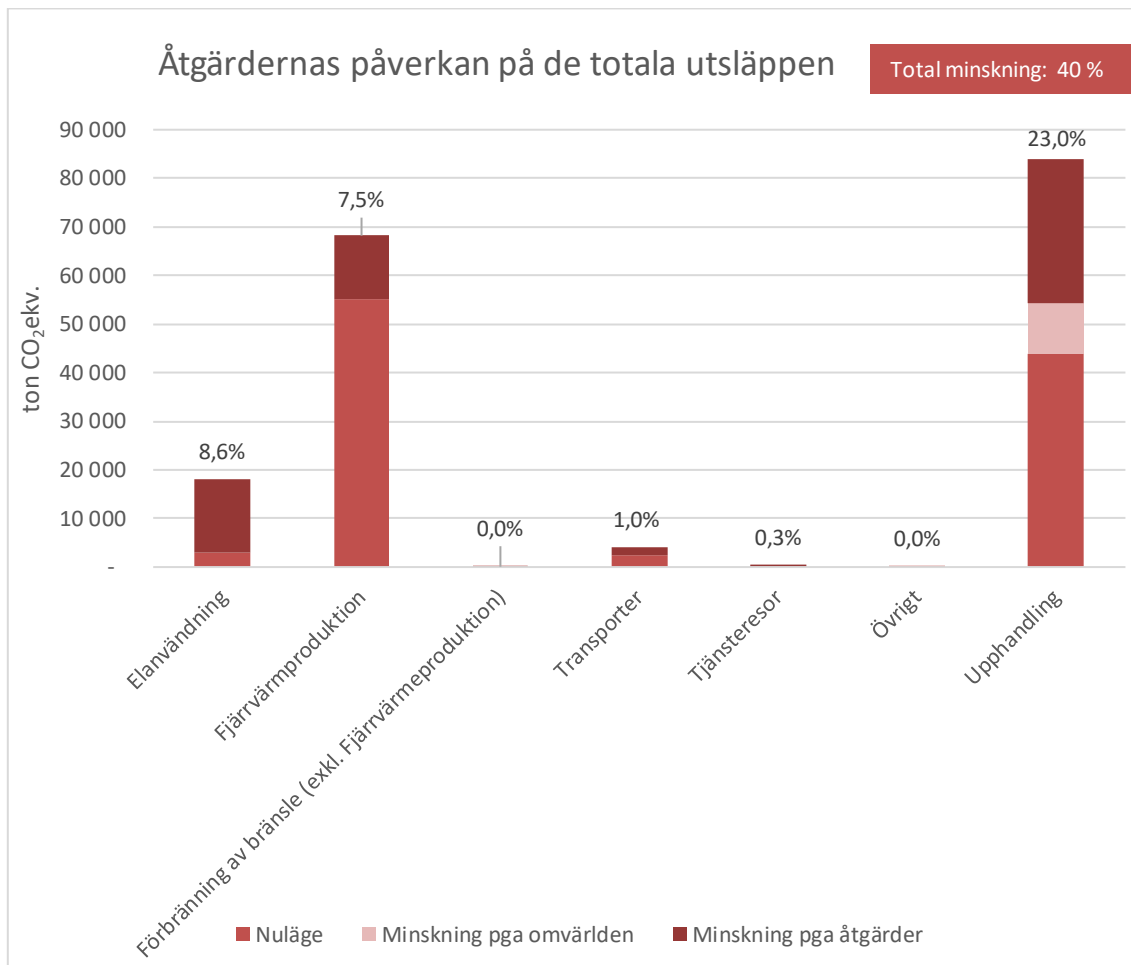
I Figur 4 antas att biokol implementeras 2025 och skalas upp fram till 2030. Figuren förutsätter även att det går att få tillgång till tillräckligt mycket organiskt material, även om detta troligtvis är svårt att uppnå inom kommungränsen.



Figur 4. Procentuell förändring av utsläpp av växthusgaser för Sundsvall kommunkoncern utifrån fyra scenarier

6.3 KLIMATBESPARING PER ÅTGÄRDE OCH KATEGORI ÅR 2030

För att få en bättre förståelse om skillnaderna mellan hur utsläppsposterna förhåller sig till varandra om åtgärderna implementeras presenteras i Figur 5.



Figur 5. Åtgärdernas påverkan på de totala utsläppen. Procentsatsen står för den totala minskningen. Figuren tar inte hänsyn till kolinlagring.

I Figur 5 kan ses att den största besparingspotentialen finns inom upphandling, vilket i dagsläget är den största utsläppskategorin. Ur ett helhetsperspektiv finns även stor potential inom elanvändning och fjärrvärmeproduktion. Som kan ses i Figur 5 är det möjligt att nå en reduktion på 40 % fram till 2030 med de föreslagna åtgärderna. Därför kommer kolinlagring krävas om kommunen vill nå sitt mål. Om åtgärderna implementeras kommer fjärrvärmeproduktionen stå för den största andelen av de totala utsläppen år 2030 jämfört med nuläget, såvida dessa utsläpp inte fångas in med CCS.

6.4 BRÄNSLE- OCH DRIVMEDELSANVÄNDNING IDAG OCH ÅR 2030

Många av de föreslagna åtgärderna innebär bränslekonvertering och elektrifiering. En överblick över hur bränsleanvändningen kan komma att förändras fram till år 2030 om åtgärder och kolinlagring införs presenteras i Tabell 5 nedan.

Tabell 5 Jämförelse av bränsle- och drivmedelsanvändningen idag och 2030

Energislag	Nuläge	2030	Enhet
El	200 684	201 414 (26 vindkraftverk)	MWh
El till CCS	-	110 000 – 220 000 (14–28 vindkraftverk)	MWh
Avfall	162 990	182 990	Ton
Olja	18 626	-	MWh
Bioolja	-	18 626	MWh
Pellets	1 798	1 798	MWh
Diesel	3 576**	-	MWh
Bensin	2 192**	-	MWh
Fordonsgas/naturgas	665	-	MWh
Biogas	1 119	1 783	MWh
HVO	179	2 711	MWh
Etanol	-	56	MWh
Trädgårdsavfall till biokol	-	57 000 – 80 500	Ton

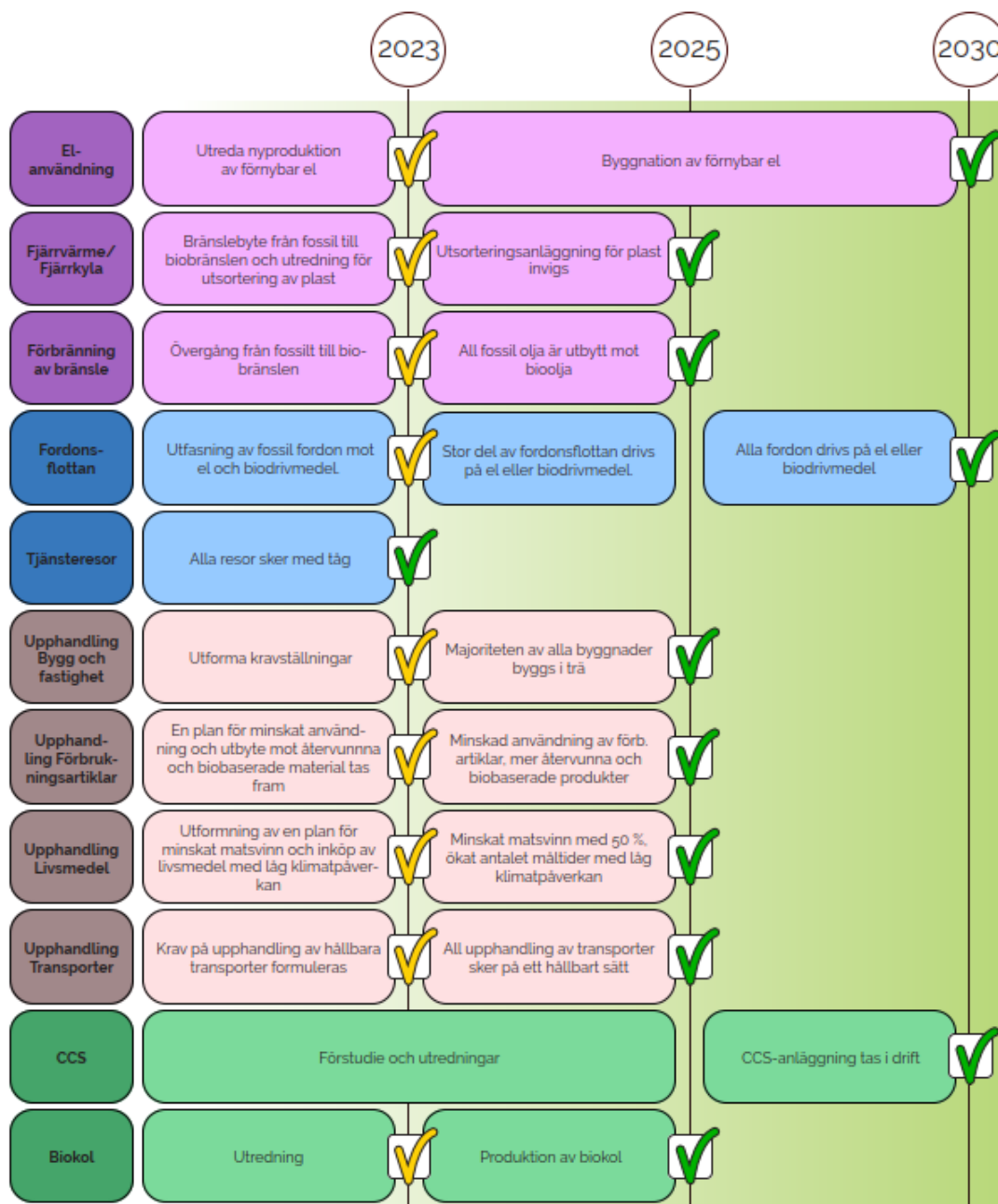
*För elanvändningen är en CCS-anläggning anpassad för att nå netto-noll av växthusgaser medräknad.

**För den del av drivmedelsanvändningen som tillhör Servicecenter har en uppskattning av diesel och bensin användning tagits fram utifrån genomsnittlig emissionsfaktor för Servicecenters bilar

Som kan ses i Tabell 5 ovan kommer inga fossila drivmedel användas 2030 samtidigt som användningen av biobränslen ökar. Avfallet kommer dock fortsatt innehålla vissa fossila komponenter.

6.5 TIDSLINJE FÖR IMPLEMENTERING AV ÅTGÄRDER

En tidsplan för att nå målet om klimatneutralitet till 2030 redovisas i Figur 6. **! Hittar inte referensskälla. nedan.**



Figur 6 Tidsplan för implementering av åtgärder

Som kan ses i Figur 6 måste alla åtgärder påbörjas så snart som möjligt. Extra viktigt är det att starta arbetet med de åtgärder som tar lång tid att implementera såsom förnybar elproduktion, anläggning för utsortering av plast och CCS.

7 DISKUSSION OCH SLUTSATS

Förbränning av avfall är en viktig kategori att arbeta med för att minska kommunkoncernens klimatpåverkan. I denna studie har det inte tagits hänsyn till att andelen fossil plast i avfallet troligen kommer att minska på grund av mer bioplast förmodligen kommer att användas i större utsträckning i framtiden. Detta gör att utsläppen från avfallsförbränningen troligen kommer vara något lägre. Omfattningen av andel bioplast i det framtida avfallet är osäkert, vilket har gjort att detta inte har tagits hänsyn till i studien. Det är även viktigt att arbeta aktivt med att uppmärksamma kommuninvånarna på att återvinna sin plast i så stor utsträckning som möjligt.

Något som inte har beaktats vid denna analys är tillgången på alternativa drivmedel och material. I takt med att efterfrågan på biodrivmedel ökar måste produktionskapaciteten följa med, men då exempelvis HVO är en biprodukt är det inte säkert att tillgången på råvara är tillräckligt stor. Detta kan påverka möjligheterna för konvertering till biodrivmedel.

Gällande kategorin för inköp av förbrukningsartiklar råder stor osäkerhet kring hur stor minskning som är möjlig fram till 2030. Om material kan bytas mot alternativ med en mindre klimatpåverkan eller om vissa produkter helt kan sluta användas så kan det finnas möjligheter till en betydande besparing. För att få en tydligare bild över besparingspotentialen behövs en kartläggning av kommunens användning av förbrukningsartiklar och vilket material som produkterna består av. Utifrån kartläggningen kan man sedan identifiera vilka produkter som är överflödiga och vilka produkter som kan beställas med en högre återvinningsgrad.

I takt med den ökade elektrifieringen uppstår även stora osäkerheter kring elproduktionens klimatpåverkan framgent. Då allt fler vill minska sin klimatpåverkan med ökad elektrifiering måste utbyggnaden av klimatsmart elförsörjning fortsätta för att åtgärderna verkligen ska ge en förbättring ur ett klimatperspektiv. Det finns flera sätt att beräkna klimatpåverkan från elanvändning. Sett ur ett marginalperspektiv skulle det kunna hävdas att om en ökad elanvändning inte kompenseras med en ökad elproduktion från förnybara källor kan klimatnyttan vara förlorad då det ökade elbehovet tillgodoses med elproduktion på marginalen, vilken ofta anses vara fossilbaserad. Det är därför viktigt att kommunkoncernen själva ökar sin produktion av el från förnyelsebara källor för att elektrifieringen med säkerhet ska ge en minskad klimatpåverkan.

I denna rapport diskuteras hur antingen CCS eller biokol kan användas för att nå klimatneutralitet till år 2030. Utifrån de resurser som finns tillgängligt inom kommun kan inte biokol var den enda lösningen för att nå klimatneutralitet vilket innebär att CCS behövs för att klara målet. Att investera i en CCS anläggning kommer ha stor påverkan på kommunkoncernens elanvändning och CCS är en stor ekonomisk investering. Fler utredningar behövs för att ge en tydligare bild på hur en CCS anläggning kommer att påverka kommunkoncernen både i klimat- och ekonomiskt perspektiv.

Om klimatneutralitet ska kunna nås till år 2030 med hjälp av CCS är det viktigt att omgående påbörja detta arbete, då det med stor sannolikhet innebär en lång process innan en sådan anläggning kan vara redo att tas i drift. Med tanke på att dessa projekt

kan ta upp emot 10 år att genomföra är tidsplanen redan pressad. Det kommer även att ta tid att bygga upp produktion av grön el, även detta arbete behöver omgående påbörjas för att kunna nå målet om klimatneutralitet till år 2030.

Biokol har en viktig roll i arbetet med att minska kommunens klimatpåverkan. Produktion av biokol är inte en lika stor investering som en CCS anläggning och implementeringstiden är betydligt kortare. Dessutom ger produktionen av biokol synergier till kommunen som till exempel värme till fjärrvärmesystemet och jordförbättrade egenskaper i parker. På grund av detta är det värt att utreda vidare hur biokol kan implementeras i kommunen för många olika åtgärder behövs för att klara Parisavtalet. Det kan eventuellt finnas möjlighet att få tillgång till organiskt material från andra källor än trädgårdsavfall. En utredning bör göras om det är möjligt att nyttja slam från avloppsreningsverket, vilket innehåller en betydande del organiskt material om det avvattnas. Det kan även vara värt att undersöka vidare om organiskt avfall från någon av industrierna i området kan användas till produktion av biokol.

Sammanfattningsvis är tiden knapp och kommunkoncernen måste arbeta med många åtgärder parallellt för att kunna uppnå målet. Tyréns rekommenderar att huvudfokus för kommunkoncernen borde vara att fokusera på åtgärder som minskar koncernens klimatpåverkan i första hand och åtgärder för kolsänkor i andra hand. Detta beror på att det är viktigare att minska sitt beroende av fossila källor än att kompensera sitt beroende.

8 REFERENSER

Avfall Sverige, (2020), *Hushållsavfall i siffror-kommun- och länsstatistik 2019*, Avfall Sverige 2020:27

Avfall Sverige, (2021), *Backcasting, hur når Sverige fossil fri energiåtervinning från avfallsförbränning*, Avfall Sverige 2021:09

Cameron, Iwona. Lopez, Alfredo. Yule, Aaron (2021), *Decarbonisation road map for the European food and drink manufacturing sector*. FoodDrinkEurope. Utgåva 1.

Cementa (2020a). *Så här ser tidsplanen ut för Slite CCS*. Hämtad från: <https://www.cementa.se/sv/sa-har-ser-tidsplanen-ut-for-slite-ccs> [Hämtad 2021-09-27]

Cementa (2020b). *CCS-projektet i Brevik, Norge*. Hämtad från: <https://www.cementa.se/sv/ccs-projektet-i-brevik-norge> [Hämtad 2021-09-27]

Energimyndigheten (2020), *Drivmedel 2019 – Redovisning av rapporterade uppgifter enligt drivmedelslagen, hållbarhetslagen och reduktionsplikten*.

European Plastics Pact, (2020) *European Plastics Pact Roadmap*. Version 1, December 2020

Europakommissionen (2011), *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS - A Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050*. Bryssel

Fossilfritt Sverige (2020), *Färdplan för fossilfri konkurrenskraft – Fordonsindustrin – tunga fordon*.

Jordbruksverket (2021) *Jordbruket och klimatet*. Hämtad från: <https://jordbruksverket.se/jordbruket-miljon-och-klimatet/jordbruket-och-klimatet> [Hämtad 2021-10-19]

Kloo, Henrik; Larsson, Mats-Ola; (2019), *Jämförelse av tekniker för klimatsmarta tunga Godstransporter*; IVL nr C 384

Liljenström, Carolina; Malmqvist, Tove; Erlandsson, Martin; Fredén, Johanna; Adolfsson, Ida; Larsson, Gustav; Brogren, Maria (2015) *Byggandets klimatpåverkan – Livscykelberäkning av klimatpåverkan och energianvändning för ett nyproducerat energieffektivt flerbostadshus i betong*. IVL nr B 2217

NSR AB, *NSR bygger biokolsanläggning - NSR AB (Nordvästra Skånes Renhållnings AB)*, Hämtad den 2021-09-30
[NSR bygger biokolsanläggning - NSR AB \(Nordvästra Skånes Renhållnings AB\)](#)

SLU (2021), *Klimatpåverkan är ungefär lika stor från ekologisk som från konventionell mat*. Hämtad från: <https://www.slu.se/centrumbildningar-och-projekt/epok-centrum-for-ekologisk-produktion-och-konsumtion/vad-sager-forskningen/klimat/klimatpaverkan-ar-ungefar-lika-stor-fran-ekologisk-som-fran-konventionell-mat/#contact-information-header>

[Hämtad 2021-10-05]

Tekniska verken (2019), *Information om samråd*

Tideström, Emma (2020). *Slutrapport för projektet Koll på plasten*. Miljöförvaltningen, Karlstads kommun.

Tyréns (2021). *Åtgärder för minskad klimatpåverkan – Frihamnen*

Wirsenius, Stefan (2019). *Ekologisk mat är sämre för klimatet*. Chalmers tekniska högskola.

Hämtad från:

<https://www.chalmers.se/sv/institutioner/see/nyheter/Sidor/Ekologisk-mat-samre-for-klimatet.aspx>

[Hämtad 2021-10-05]