

RAPPORT**BILAGA 1 - METODBESKRIVNING TILL EN KLIMATNEUTRAL
KOMMUNKONCERN I SUNDSVALL 2030 - VAD KRÄVS?**

UPPDRAG 313403, Konsulttjänster för minskad klimatpåverkan, Sundsvall

Titel på rapport: Bilaga 1 - Metodbeskrivning till En Klimatneutral kommunkoncern i Sundsvall 2030 - Vad krävs?

Status: Rapport

Datum: 2021-11-08

MEDVERKANDE

Beställare: Sundsvalls kommun

Kontaktperson: Linnea Mothander

Konsult: Tyréns

Uppdragsansvarig: Anna Sjöström

Handläggare: Ida Adolfsson, Marcus Öhlén

Kvalitetsgranskare: Ida Bohlin

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	ÖVERGRIPANDE METOD.....	4
2	ELANVÄNDNING	4
3	FJÄRRVÄRME- OCH FJÄRRKYLAPRODUKTION.....	5
4	FÖRBRÄNNING, EJ FJÄRRVÄRME.....	6
5	TRANSPORTER	7
	5.1 BILERSÄTTNING.....	8
	5.2 SERVICECENTER	8
	5.3 BRÄNSLEANVÄNDNING, EJ SERVICECENTER	9
6	UPPHANDLING.....	10
	6.1 BYGG- OCH ANLÄGGNING.....	10
	6.1.1 BYGGNADER.....	10
	6.1.2 ANLÄGGNING	12
	6.2 FÖRBRUKNINGSPARTIKLAR.....	13
	6.3 LIVSMEDEL.....	14
	6.4 TRANSPORTER	14
7	KLIMATKOMPENSERANDE ÅTGÄRDER	15
	7.1 CARBON CAPTURE AND STORAGE (CCS).....	15
	7.2 BOKOL.....	16
8	REFERENSER.....	18

1 ÖVERGRIPANDE METOD

De resultat som redovisas kan delas in i tre kategorier:

1. Nuläge
2. Business as usual (BAU)
3. Klimatneutral till år 2030

Som utgångspunkt för alla beräkningar används data från arbetet Nuläge klimatpåverkan (Tyréns, 2021a), där en kartläggning av Sundsvall kommunkoncerns klimatpåverkan genomfördes. Dessa tillhör därför kategorin nuläge.

Inom varje område har ett så kallat "Business as usual" beräknats. Detta syftar till att redovisa hur klimatpåverkan från Sundsvall kommunkoncern kommer att se ut år 2030 om inga åtgärder införs. I omvärlden sker fortfarande förändringar som kan påverka Sundsvalls kommun. Detta benämns fortsättningsvis som Business as usual i denna rapport.

Inom varje område har även klimatberäkningar för kommunkoncernen utförts för att utreda effekt av föreslagna åtgärder för att Sundsvall kommun ska vara klimatneutral.

2 ELANVÄNDNING

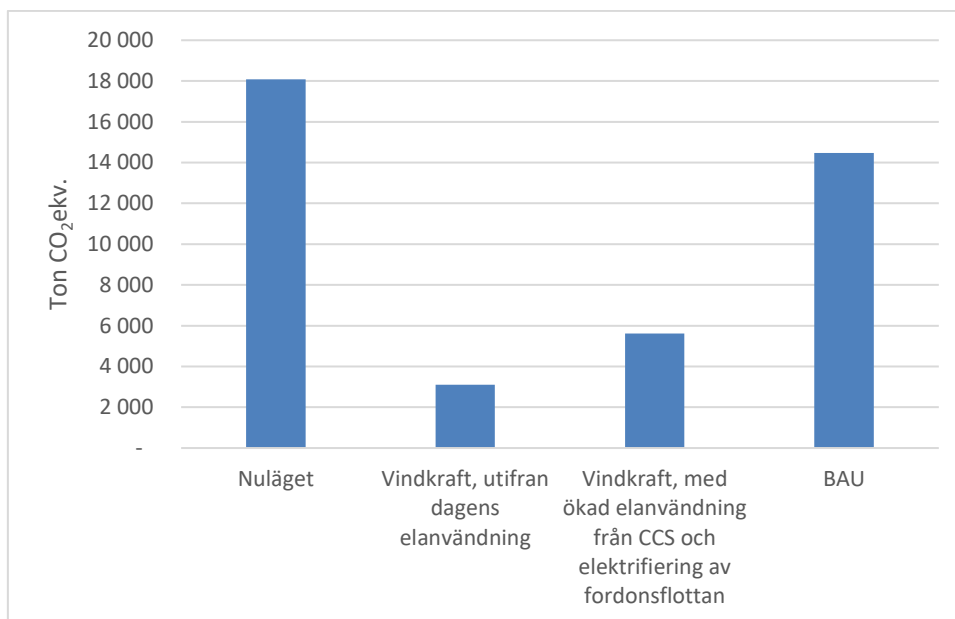
För att beräkna hur mycket klimatpåverkan kan sänkas genom att producera förnybar el har en emissionsfaktor för vindkraft använts. Denna uppgick till 15,5g CO₂ ekv./kWh (Vattenfall, 2020). För att få perspektiv på elanvändningen har en uppskattning av hur många vindkraftverk som skulle behöva byggas för att tillgodose behovet. Underlag för att beräkna det antal vindkraftverk som behövs för att tillgodose elbehovet återfinns i Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Underlag för beräkningar av elproduktion från vindkraft.

	Mängd	Enhet	Källa
Årsproduktion av el från ett vindkraftverk på 2,5 MW	6 500	MWh	(Bixia, 2021)
Storlek på vindkraftverk i dagsläget	3	MW	(Bixia, 2021)
Kvot, elproduktion vindkraft	2 600	MWh/MW	Beräknad

För att beräkna basscenariot för har ett scenario framtaget av Wråke m.fl. (2021), gällande det nordiska energisystemet, används. I detta scenario bygger på att klimatneutralitet nås år 2050. I rapporten framtagen av Wråke m.fl. (2021) kan utläsas att el- och värmesektorn i Norden kommer minska sin klimatpåverkan med ca 20 % mellan 2020 och 2030.

I rapporten finns åtgärder såsom elektrifiering av fordonsflottan inom Servicecenter samt CCS, vilka medför ökad elanvändning. I Figur 1 nedan presenteras olika scenarier för elanvändningen.



Figur 1 Klimatpåverkan från olika scenarier för elanvändning

3 FJÄRRVÄRME- OCH FJÄRRKYLAPRODUKTION

Fram till år 2030 kommer det ske en ökning av förbränningen av avfall för fjärrvärmeproduktionen, vilket tas i beaktning för att beräkna den framtida klimatpåverkan. Underlag för förändringen av avfallsförbränningen kan ses i Tabell 2 nedan.

Tabell 2. Indata avfallsförbränning, scope 1 avser direkta utsläpp medan scope 3 avser indirekta utsläpp

	Mängd	Enhet	Källa
Ökad förbränning av avfall	20 000	ton	Sundsvall Energi
Energiinnehåll, Avfall	2,8	MWh/ton	Energimyndigheten (2019)
Emissionsfaktor, scope 1, Avfall	132,1	kg CO ₂ ekv. /MWh	Naturvårdsverket (2020)
Emissionsfaktor, scope 3	3,6	kg CO ₂ ekv. /MWh	Naturvårdsverket (2020)

Detta leder till att i scenariot business as usual ökar utsläppen från fjärrvärmeproduktionen jämfört med nuläget. Till fjärrvärmeproduktionen har även klimatpåverkan från förbränning av metangas från deponin räknats med. Mängden metan från deponin har minskat under de senaste åren och förväntas vara näst intill obefintlig till år 2030.

Som åtgärd föreslås att en anläggning för utsortering av plast i restavfallet installeras. Ungefär 75 % av all plast kan sorteras ut från restavfallet. Mellan 40 och 30 % av plasten som sorteras ut kan materialåtervinnas. Resterande mängd energiåtervinnas. Anledningen till att all plast som sorteras ut inte kan materialåtervinnas beror på att kvalitén är för dålig eller att plasten är ihopblandad med andra material. Möjligheterna till återvinning skiljer sig mellan hushållsavfall och verksamhetsavfall, där möjligheterna är sämre för verksamhetsavfall. Fossilinnehållet beräknas kunna

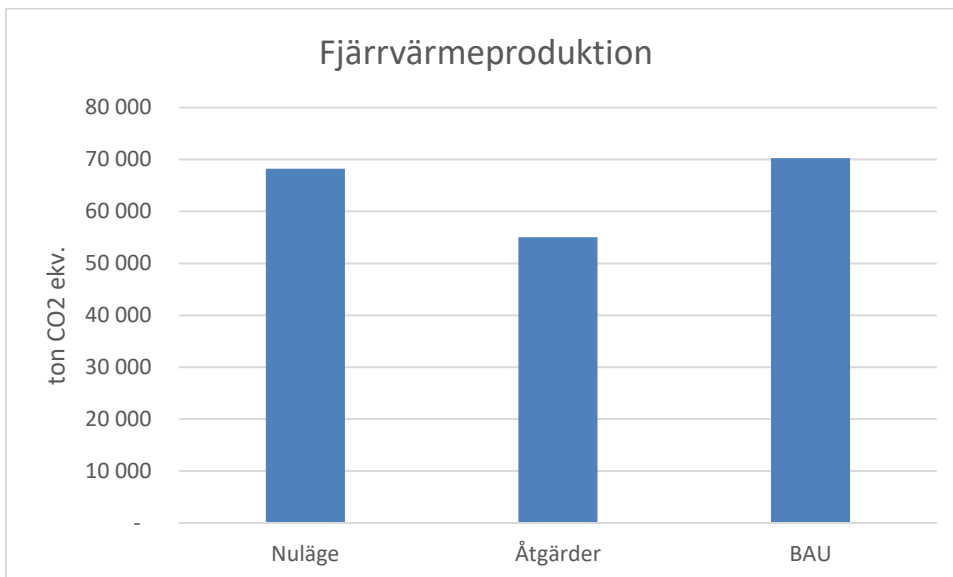
minskas med 30 % för hushållsavfall och 12 % för verksamhetsavfall (Avfall Sverige, 2021). I Sundsvall är fördelningen av det avfall som tas emot 55 % hushållsavfall och 45 % verksamhetsavfall. Detta leder till en total minskning på 19 % av växthusgasutsläppen från avfallsförbränning.

Som ytterligare åtgärd för att minska klimatpåverkan från fjärrvärmeproduktionen föreslås att bioolja används istället för fossil olja. Klimatpåverkan från bioolja redovisas i Tabell 3 nedan.

Tabell 3. Emissionsfaktorer bioolja, scope 1 avser direkta utsläpp medan scope 3 avser indirekta utsläpp

		Enhet	Källa
Emissionsfaktor Bioolja, scope 1	1	Kg CO ₂ ekv. / MWh	Energiföretagen (2019)
Emissionsfaktor Bioolja, scope 3	4	Kg CO ₂ ekv. / MWh	Energiföretagen (2019)

De tre scenarierna redovisas i Figur 2 nedan.

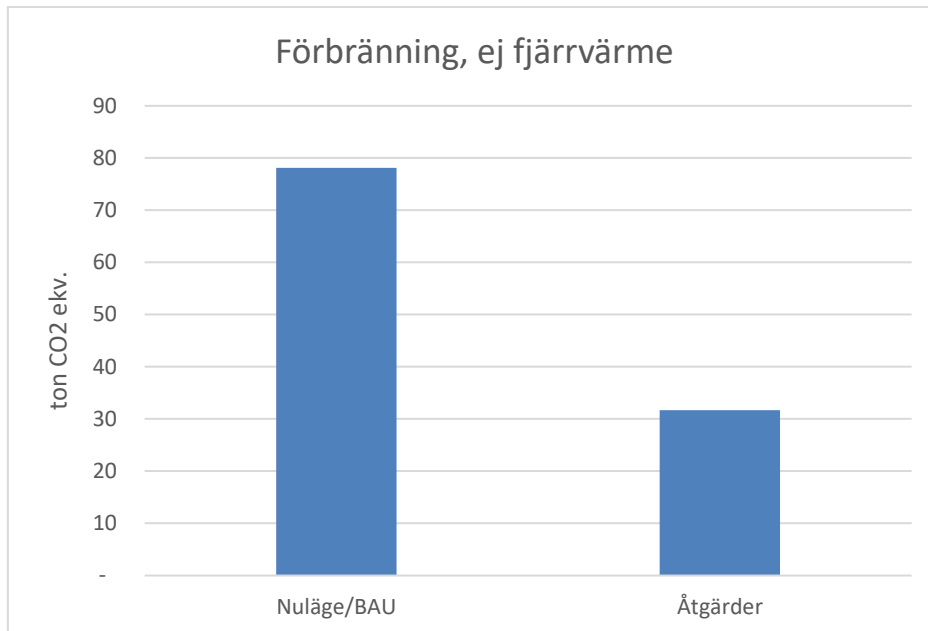


Figur 2. Klimatpåverkan från fjärrvärmeproduktionen utifrån de tre studerade scenarierna.

Den fjärrkyla som används består av frikyla, vilket gör att klimatpåverkan endast kommer från elanvändningen som behövs för att pumpa vatten. Fjärrkyleanvändningen antas öka fram till år 2030, samtidigt som värmeproduktion från elproduktionen antas att minska. På grund av detta antas att Sundsvall energis elanvändningen kommer vara konstant fram till år 2030.

4 FÖRBRÄNNING, EJ FJÄRRVÄRME

Några fastigheter inom kommunkoncernen har egna pannor som används för uppvärmning. I dessa används i dagsläget pellets eller olja. Som åtgärd föreslås att bioolja används istället för fossilolja. Klimatpåverkan för bioolja återfinns i Tabell 3, ovan. För scenariot business as usual förutspås ingen förändring mot dagsläget. En sammanställning av scenarierna kan ses i Figur 3.



Figur 3. Klimatpåverkan från studerade scenarier gällande den förbränning av bränsle som inte berör fjärrvärme.

5 TRANSPORTER

För beräkning av klimatpåverkan från olika åtgärder inom transport har följande emissionsfaktorer och energianvändning för biodrivmedel använts, se Tabell 4.

Tabell 4. Emissionsfaktorer och energiförbrukning för biodrivmedel

		Enhet	Källa
Energiförbrukning HVO	0,53	kWh/km	Energimyndigheten (2020)
Emissionsfaktor HVO	0,454	kg CO ₂ ekv. /liter	Byggföretagen (2021)
Energiinnehåll HVO	9,45	kWh/liter	Energimyndigheten (2019)
Emissionsfaktor etanol	1,143	kg CO ₂ ekv. /liter	Byggföretagen (2021)
Energiinnehåll etanol	5,9	kWh/liter	Energimyndigheten (2019)
Emissionsfaktor biogas	0,0403	kg CO ₂ ekv. /kWh	Gode m.fl. (2011)
Energiinnehåll biogas	12,8	kWh/kg	Energigas Sverige (2019)
Emissionsfaktor el	0,009	kg CO ₂ ekv. /km	Byggföretagen (2021)
Elförbrukning personbil	0,11	kWh/km	Energimyndigheten (2020)
Emissionsfaktor vindkraft	0,0155	kg CO ₂ ekv. /kWh	Vattenfall (2020)

Enligt Energimyndigheten (2020) kommer klimatpåverkan från transporter minska med 40 % mellan åren 2010 och 2030 till följd av reduktionsplikten. Detta ligger till grund för beräkningarna av Business as usual scenarion inom kommunens transporter. I Tabell 5 nedan redovisas indata för dessa beräkningar.

Tabell 5 Indata för beräkning av Business as usual scenariot år 2030 till följd av reduktionsplikten (Energimyndigheten, 2020)

	Värde	Enhet
Utsläpp från fordonsbränslen 2010	338,8	g CO ₂ ekv. /kWh
Genomsnittlig bränsleförbrukning	0,55	kWh/km
Utsläpp från drivmedel 2030, BAU (Beräknad utifrån 2010 år värden)	111,8	g CO ₂ ekv. /kWh

5.1 BILERSÄTTNING

Idag står bilersättningen för 772 832 km och fram till 2030 antas att transportarbetet kommer vara konstant. För Business as usual kommer klimatpåverkan från bilersättningen minska från 127 ton CO₂ekv. till 86 ton CO₂ ekv år 2030. Denna minskning beror på reduktionsplikten.

Som åtgärd för att minska klimatpåverkan från bilersättning föreslås att detta transportarbete istället sker med Servicecenters fordon. I avsnittet 5.2 *Servicecenter* redovisas servicecenters klimatpåverkan efter åtgärderna.

5.2 SERVICECENTER

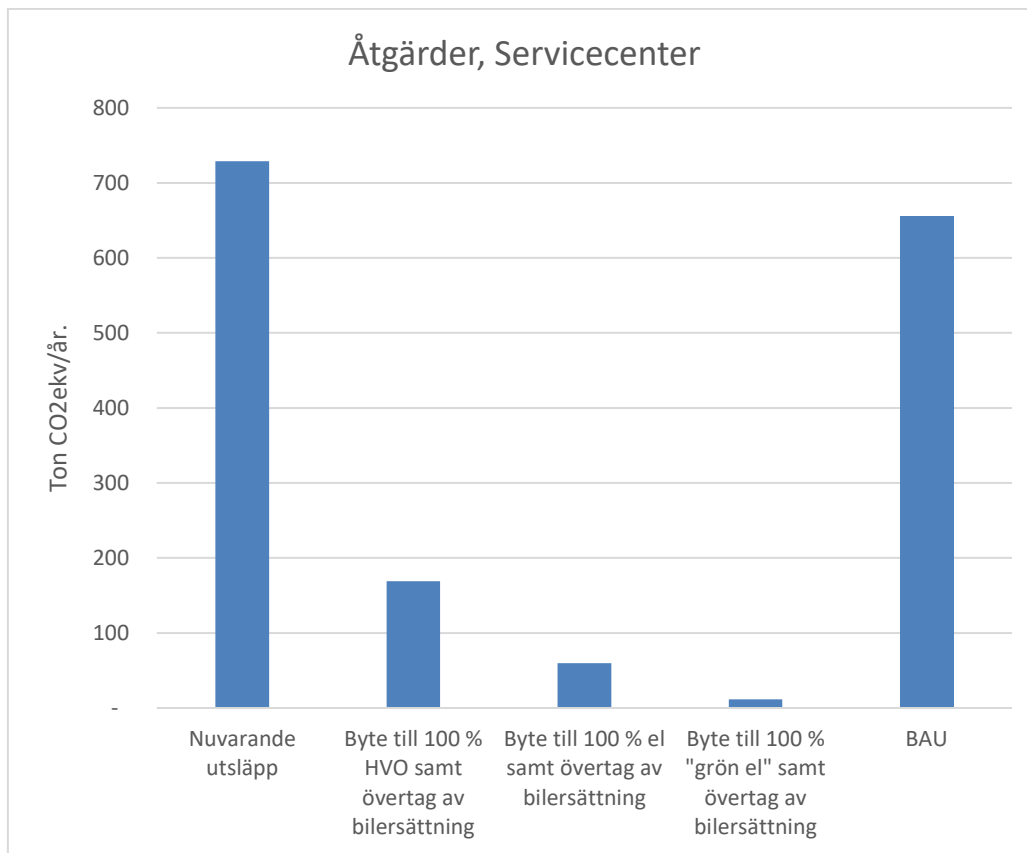
Utsläppen från Servicecenters fordon uppgår till 729 ton CO₂ ekv. per år. För att analysera hur Servicecenters klimatpåverkan kan minskas har fyra scenarier beräknats:

1. Byte till biobränsle (HVO100) för samtliga fordon
2. Byte till elfordon, samtliga fordon (beräknat på nordisk elmix)
3. Byte till elfordon, samtliga fordon (beräknat på el från vindkraft)
4. Förändring om inga åtgärder genomförs

Beräkningarna bygger på att fordonen körs lika mycket som idag, med utökning för bilersättning. Den totala sträckan uppgår därmed till 6 635 112 km. Indata för energianvändning och emissionsfaktorer kan ses i Tabell 4 ovan.

Om åtgärderna gällande elektrifiering av fordonen tillämpas kommer elanvändningen öka. Elektrifieringen skulle innebära en ökad användning av 730 MWh el.

Om inga åtgärder genomförs hos Servicecenter kommer det ändå ske en viss minskning av fordonens klimatpåverkan på grund av reduktionsplikten. Med hjälp av indata redovisat i Tabell 5 har Servicecenters klimatpåverkan år 2030 beräknats. Klimatpåverkan från de olika alternativen kan ses i Figur 4 nedan.



Figur 4. Klimatpåverkan från Servicecenters fordon för de studerade scenarierna

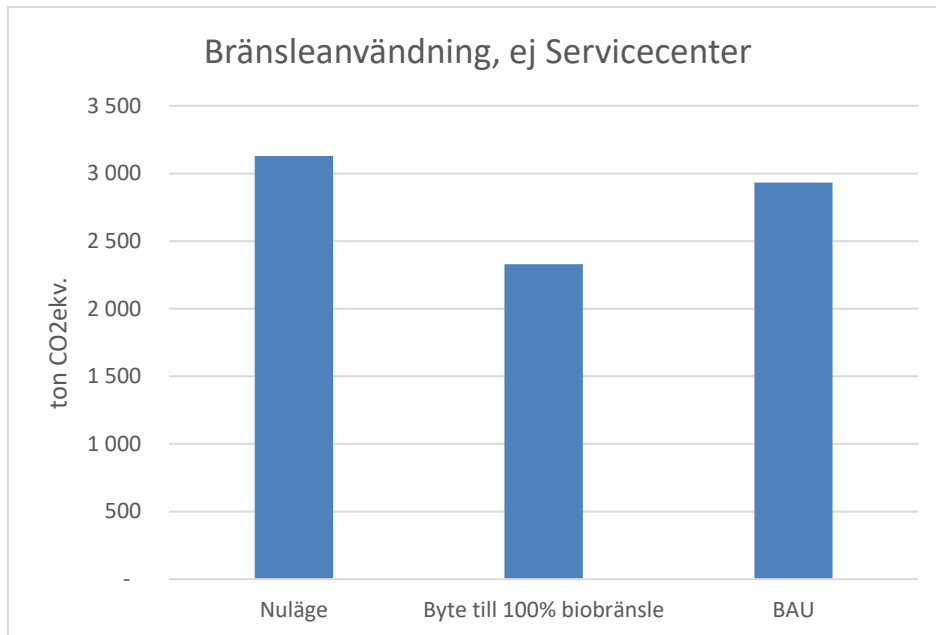
5.3 BRÄNSLEANVÄNDNING, EJ SERVICECENTER

Den bränsleanvändning som inte tillhör Servicecenter kommer delvis från anläggningsmaskiner och sopbilar, men även personbilar inom Mitt Sverige Vatten och Avfall (MSVA). För att minska klimatpåverkan från denna post föreslogs att alla fossila bränslen ska bytas mot sin biobaserade motsvarighet. Det vill säga, all diesel byts mot HVO, all bensin byts mot etanol och all fordonsgas är biogas. För att beräkna detta användes information som presenterades i Tabell 4 ovan.

En annan del som tillhör kategorin "bränsleanvändning ej Servicecenter" är den lokaltrafik som körs i Sundsvall. Denna har redan i dagsläget en biodrivmedelsanvändning på 98 %, men som åtgärd har det beräknats att denna når 100 %.

För att beräkna reduktionspliktens effekt för scenariot business as usual har det antagits att klimatpåverkan från diesel och bensin minskar linjärt mellan 2010 och 2030 och att den totala minskningen uppgår till de 40 % Energimyndigheten angivit.

En jämförelse mellan nuläget, om alla bränslen blir biobaserade och basscenariot redovisas i Figur 5 nedan.



Figur 5. Klimatpåverkan från bränsleanvändning som inte tillhör Servicecenter för de studerade scenarierna.

6 UPPHANDLING

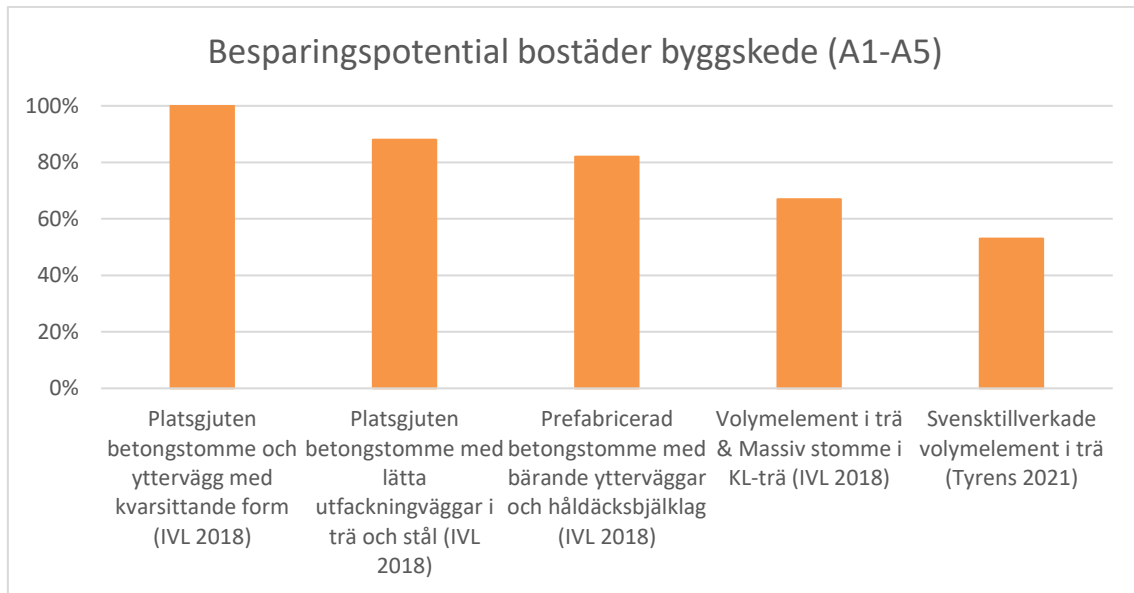
6.1 BYGG- OCH ANLÄGGNING

För upphandling har klimatpåverkan från både bygg- och anläggningsprojekt i Sundsvall kommun uppgått till 300 miljoner under år 2021. Ungefär 50 % av dessa 300 miljoner är byggprojekt och 50 % är anläggningsprojekt. Drakfastigheter har antagits som byggprojekt medan gata, MEX och park antas vara anläggningsprojekt. Baserat på Tyréns erfarenhet från infrastrukturprojekt med samma investeringskostnad brukar dessa projekt ha en klimatpåverkan kring 8 000 ton CO₂ekv. Fördelningen i detta projekt uppskattas således till 8 000 ton CO₂ekv för infrastruktur och 20 000 ton CO₂ekv. för byggnader.

För Business as usual antas att endast klimatpåverkan från betong kommer att minska med cirka 10 % (Svensk betong, 2021) medan övriga material kommer ha samma klimatpåverkan som idag fram till år 2030. Betong utgör ungefär 50 % av totala klimatpåverkan från byggnader vilket ger en klimatminskning på 1 000 ton CO₂ekv. För anläggningsprojekt antas klimatpåverkan komma vara likvärdig som idag.

6.1.1 BYGGNADER

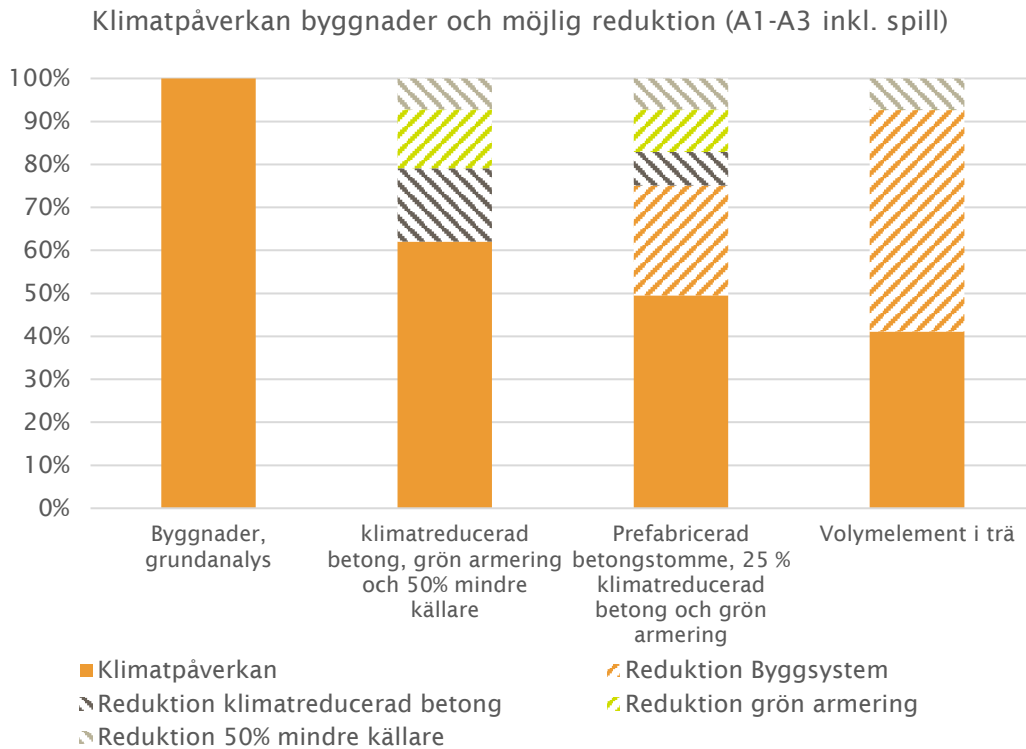
Klimatbesparingspotentialen för upphandling för byggnader är baserad på en Tyréns rapport som har tittat på möjliga klimatbesparingsalternativ som jämförs med platsgjuten betong. I figur 6 redovisas den relativa klimatpåverkan för bostäder och kontor för olika byggsystem.



Figur 6. Visar relativ klimatpåverkan för bostäder och kontor konstruerade med olika byggsystem (Tyréns, 2021b).

Genom att använda andra byggsystem än platsgjuten betong, för kontor och bostäder, finns stor potential för klimatbesparingar. Generellt kan klimatpåverkan minska med närmare 50 % (10 000 ton CO₂ekv.) om byggnaderna uppförs med det mest klimatsmarta alternativet; svensktillverkade volymelement i trä.

Att välja rätt byggsystem för byggnaderna och jobba med klimatsmarta byggnadsmaterial som trä eller klimatoptimerad betong och armering har en stor besparingspotential. Resultaten av en tidigare undersökning (Tyréns 2021b) kan ses i Figur 7 nedan. Den procentuella minskningen antas vara likvärdig i denna utredning.



Figur 7. Klimatpåverkan från byggnader i en tidigare studie utförd av Tyréns (2021b). Klimatpåverkan från byggnader i grundanalys samt klimatpåverkan vid implementering av åtgärder. Reducerad klimatpåverkan för åtgärder visas som skrafferad del av stapeln. Grön armering avser klimattförbättrad armering.

Om en prefabricerad betongstomme med både 25 % klimattförbättrad betong, grön armering och mindre andel källare anläggs kan klimatpåverkan minska med ca 50 % (10 000 ton CO₂ekv.).

Om samtliga byggnader uppförs med ett byggsystem i trä (volymelement/trästomme) istället för platsgjuten betong medför det en klimattbesparing på ca 50 % (10 000 ton CO₂e) och om hälften av byggnaderna byggs utan källare ger det en total besparing på ca 60 % (12 000 ton CO₂ekv.).

6.1.2 ANLÄGGNING

Trafikverket har satt upp mål för att minska klimatpåverkan från infrastrukturen där man till år 2030 ska nå en minskning med 50 % och år 2045 (jämfört med år 2015) vara helt klimatneutrala. Genom att ställa klimatkrav kan Trafikverket bidra med en minskad klimatpåverkan från Trafikverkets projekt.

Trafikverket ställer klimatkrav i investeringsprojekt över 50 miljoner kronor. Klimatkraven ställs som reduktionskrav utifrån ett utgångsläge. För investeringsprojekt under 50 miljoner kronor tas inte klimatkalkyler fram i dagsläget. Enklare typ av klimatkrav/materialkrav tas framför de mindre projekten och basunderhåll. Ambitionsnivån för klimatkraven för de mindre projekten ska vara lika höga som för de större projekten.

Om kommunen börjar ställa materialkrav vid byggnation av infrastruktur kan en besparing på 50 % uppnås.

6.2 FÖRBRUKNINGSPARTIKLAR

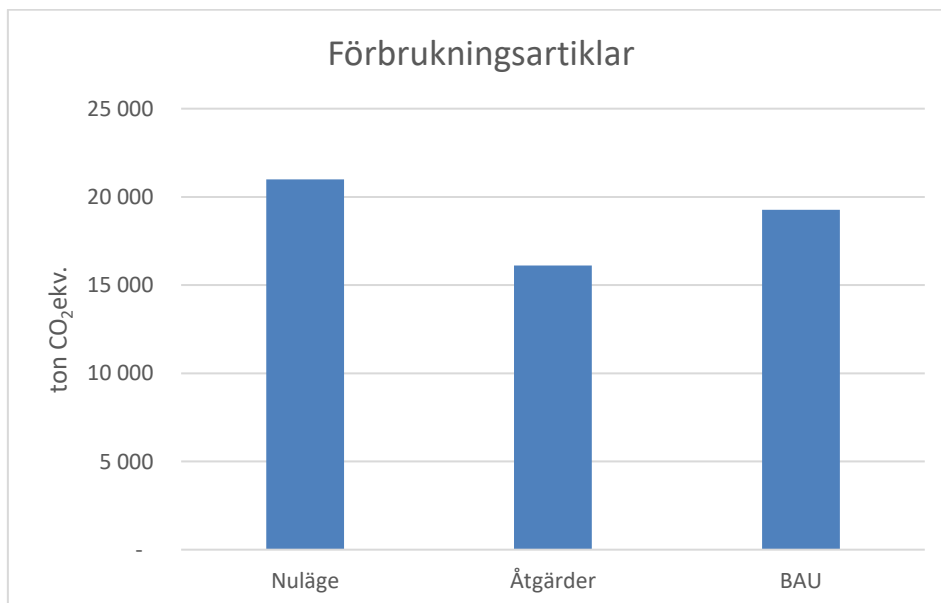
För att minska klimatpåverkan från upphandling av förbrukningsartiklar har det föreslagits att minska användningen där det går samt att i större utsträckning använda produkter av återvunna eller biologiska material. Då en stor del av klimatpåverkan inom detta område förmodas komma från plastartiklar, har dessa använts som utgångspunkt vid beräkningarna. Enligt en färdplan framtagen av European Plastics Pact (2020), antas att användningen av primär plast kommer att minska med 20 % till 2025, varav 10 % består av att minska användningen av plastprodukter och 10 % består av att byta ut primär plast mot biologiska/återvunna material.

Det har antagits att 75 % av alla förbrukningsartiklar består av produkter och material som har möjlighet ersättas med biologisk/återvunnet material. Samma antagande gäller även för minskning mängden förbrukningsartiklar. Antagandet bygger på en översiktlig granskning av vilka kategorier som kan innehålla plaster, utifrån det underlag Upphandlingsmyndigheten använt för att beräkna klimatpåverkan från förbrukningsartiklar inom upphandling hos en genomsnittlig kommun (Upphandlingsmyndigheten, 2019).

Genom att byta ut produkter av primär plast mot biologisk/återvunnen plast minskar klimatpåverkan från 4,9 kg CO₂ekv. /kg plast till 2,2 kg CO₂ekv. /kg plast, vilket motsvarar en minskning på 55 % (Tideström, 2020).

För scenariot business as usual har det antagits att förbrukningsartiklar kommer att produceras av biologiska/återvunna material i den utsträckning som anges för plast av European Plastics Pact (2020), dvs att 10 % av den fossila plasten byts ut var 5:e år. Däremot antas att mängden förbrukningsartiklar är konstant.

För åtgärdsscenario antas att andelen biologiska/återvunna material ökar i samma omfattning som ovan, men att det samtidigt sker en minskning av användandet av förbrukningsartiklar som helhet, även detta i den utsträckning som anges för plast i European Plastics Pact (2020). Detta leder till den minskning som kan ses i Figur 8 nedan.

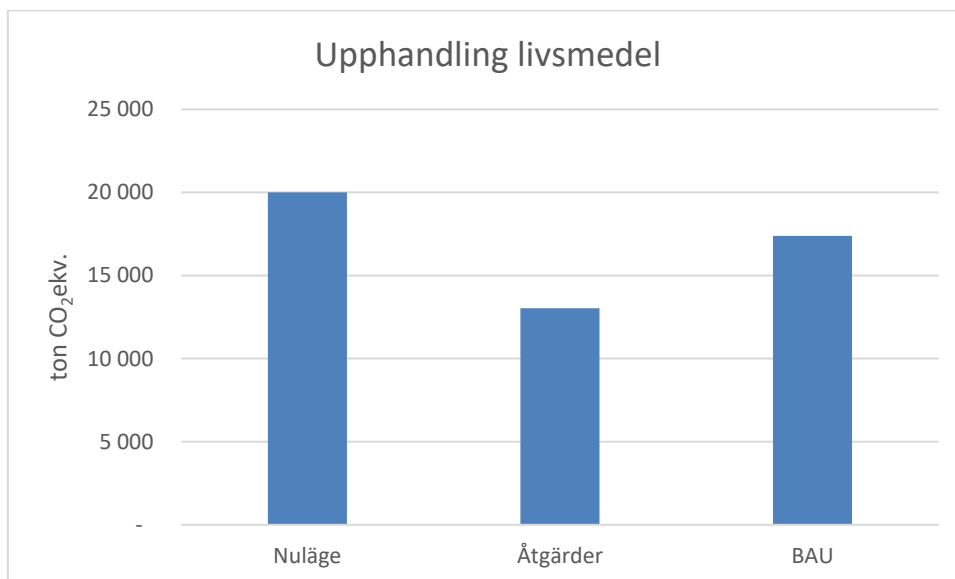


Figur 8. Klimatpåverkan från upphandlade förbrukningsartiklar, utifrån studerade scenarier

6.3 LIVSMEDEL

Utav den klimatpåverkan som kommer från livsmedel inom EU står jordbruket för 80 % (Cameron m.fl. 2021). Enligt EU:s färdplan ska klimatpåverkan från jordbruk minska med 36 % mellan åren 1990 och 2030 (Europakommissionen, 2011) och för livsmedelsindustrin ska minskningen vara 15 - 23 % (Cameron m.fl. 2021). Dessa minskningar antas ske oavsett om kommunen vidtar åtgärder eller inte. Dessa minskningar ligger därför till grund för scenariot business as usual men är även medräknat i scenariot för åtgärder. Klimatpåverkan från jordbruket och livsmedelsindustrin beräknas tillsammans minska från 20 000 till 17 400 ton CO₂ekv för upphandling.

Som åtgärd föreslås att minska matsvinnet samt att i allt högre utsträckning inhandla livsmedel med en lägre klimatpåverkan, exempelvis öka andelen vegetariskt. Ett sådant arbete genomfördes i Helsingborg stad, där klimatpåverkan kunde sänkas med 25 % till följd av åtgärderna (Helsingborgs stad, 2020). Detta antas vara möjligt för Sundsvalls kommun. En jämförelse av de olika scenarierna kan ses i Figur 9 nedan.



Figur 9. Klimatpåverkan från upphandlade livsmedel

6.4 TRANSPORTER

De transporter som upphandlas antas innehålla en relativt liten del godstransporter, då dessa troligen ofta ingår i kostnaden för inköp av produkter livsmedel etc. Därför har det antagits att 10 % av utsläppen av de upphandlade transportererna i dagsläget kommer från godstransporter. För dessa antas i scenariot Business as usual att en minskning av klimatpåverkan kommer ske med 70 % sett till 2010 års nivåer, i likhet med målen inom färdplanen för tunga transporter (Fossilfritt Sverige 2020). Klimatpåverkan från övriga transporter antas minska med 40 % under samma period, i enlighet med reduktionsplikten Energimyndigheten (2020).

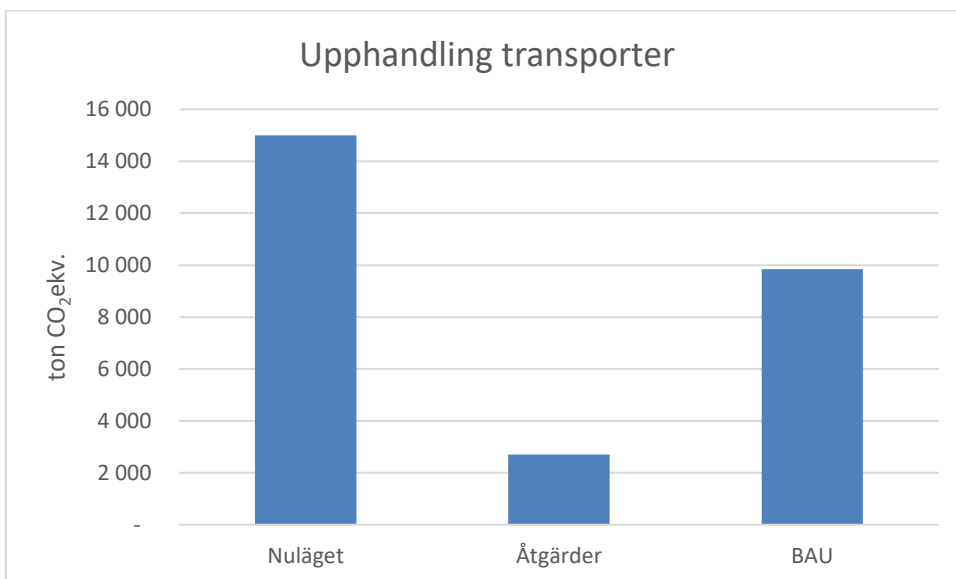
Beräkningarna får åtgärdsscenario utgår från hur den nationella bränslemixen ser ut i dagsläget, denna fördelning kan ses i Tabell 6. Bränsleanvändningen hos de fordon som upphandlas inom transporter antas vara likvärdig som den nationella mixen.

Tabell 6. Fördelning av bränslen hämtad från Energimyndigheten (2020)

Bränsle	Mängd	Enhet
Diesel	5 796 029	m ³
Bensin	3 009 630	m ³
HVO100	457 807	m ³
FAME100	115 384	m ³
E85	70 709	m ³
Fordonsgas	1 674	GWh

Genom att beräkna hur mycket den nationella bränsleanvändningen skulle minska om all diesel och bensin mot HVO, kan samma procentuella minskning appliceras på klimatpåverkan från de upphandlade transporterna i Sundsvalls kommun.

En jämförelse mellan de studerade scenarierna kan ses i Figur 10 nedan.



Figur 10. Klimatpåverkan från upphandlade transporter.

7 KLIMATKOMPENSERANDE ÅTGÄRDER

7.1 CARBON CAPTURE AND STORAGE (CCS)

Om Sundsvalls kommun ska applicera CCS görs det lämpligtvis på fjärrvärmeanläggningen i Korsta. Om koldioxid från fossila källor fångas in och lagras ses det som en minskning av de nuvarande utsläppen medan om det rör sig om koldioxid från biogena källor fås en kolsänka. I Tabell 7 nedan presenteras den nuvarande utsläppen av CO₂ från fjärrvärmeproduktionen samt en uppskattning av hur utsläppen kommer att se ut 2030. De uppskattade utsläppen 2030 bygger på att mängden avfall kommer att öka, samtidigt som de föreslagna åtgärderna för fjärrvärmeproduktionen implementeras i form av ökad utsortering av plast samt att den fossila oljan byts mot bioolja.

Tabell 7. Utsläpp av CO₂ från förbränning vid fjärrvärmeproduktionen

	Mängd	Enhet
Utsläpp av biogent CO ₂ från fjärrvärmeprod. Nuläge	106 365	ton
Utsläpp av fossilt CO ₂ från fjärrvärmeprod. Nuläge	65 558	ton
Utsläpp av biogent CO ₂ från fjärrvärmeprod. År 2030	138 000	ton
Utsläpp av fossilt CO ₂ från fjärrvärmeprod. År 2030	53 000	ton

I en studie publicerad hos Energimyndigheten av Åberg (2020), beräknas CCS kunna fånga in upp till 90 % av en anläggnings koldioxidutsläpp. Utifrån scenariot att kommunkoncernen implementerar de föreslagna åtgärderna kommer de totala utsläppen av växthusgaser vara ca. 104 000 ton CO₂ ekv. år 2030. Detta innebär att det kommer vara möjligt att kompensera de kvarvarande utsläppen med CCS vid fjärrvärmeanläggningen i Korsta.

Enligt Jackson och Brodal (2019) kommer mogen CCS teknik kunna ha en energianvändning på 0,25 - 0,30 MWh per ton infångad koldioxid. Modellering av befintliga tekniker tyder dock på en energianvändning mellan 1 och drygt 2 MWh per ton koldioxid. Om CCS ska användas för att nå kommunens mål till 2030 kommer arbetet med en CCS-anläggning behöva påbörjas omgående, av den anledningen antas befintlig teknik användas vilket leder till en energianvändning på ca 1,5 MWh per ton infångad CO₂.

Den energiform som behövs är både el, värme och kyla i olika grad beroende på vilken specifik CCS-teknik som ska appliceras. Av denna anledning har antagits att el kommer att tillgodose energibehovet eftersom det kan användas till alla tre syften. För att beräkna klimatpåverkan från den ökade elanvändningen antas det att kommunen bygger egen produktion av vindkraftsel för att tillgodose den ökade elanvändningen. Emissionsfaktor för vindkraft kan ses i Tabell 4.

Kommunen kommer genomföra en utredning gällande koldioxidlagring inom kommunen, vilket skulle innebära korta transporter av koldioxiden. Ett vanligt förekommande alternativ är annars att transportera koldioxiden till Nordsjön utanför Norge. För beräkningarna som ligger till grund för denna studie har antagits att koldioxiden transporteras med båt till Nordsjön för vidare lagring. Underlag för dessa beräkningar återfinns i Tabell 8.

Tabell 8. Underlag båttransporter

	Mängd	Enhet	Källa
Transportsträcka	2500	Km	Uppskattad
Emissionsfaktor båt, havstransport	0,012	Kg CO ₂ ekv./tkm	Byggföretagen (2021)

För att nå nettonollutsläpp måste CCS-anläggningen dimensioneras för att fånga upp CO₂ motsvarande kommunkoncernens förväntade utsläpp 2030 men även för den ytterligare klimatpåverkan som sker till följd av den ökade energianvändningen och transportererna för CCS-anläggningen. Detta leder till att totalt ca. 108 000 ton CO₂ måste fångas in och lagras för att nå målet.

7.2 BOKOL

Hur mycket koldioxid som biokol kan binda varierar beroende på vad för typ av organiskt material som används och hur stabil biokolet är under en 100 års period. I

Tabell 9 redovisas kolinnehållet och av olika biologiska material och hur mycket koldioxid som finns bundet beroende på hur stabilt biokolet är efter 100 år.

Tabell 9. Kolinnehåll för olika biologiska material och hur mycket koldioxid som binds efter 100 år beroende på hur stabilt biokolet är (Sundberg och Azzi, 2021) (Söderqvist, 2019)

	Kolinnehåll i torrsvikt (%)	Kolstabilitet efter 100 år 70 % (ton CO ₂ e/ton biokol)	Kolstabilitet efter 100 år 80 % (ton CO ₂ e/ton biokol)	Kolstabilitet efter 100 år 90 % (ton CO ₂ e/ton biokol)
Trädgårdsavfall	70 %	1,80	2,05	2,31
GROT	92 %	2,36	2,70	3,04
Salix	82 %	2,10	2,41	2,71
Träpellets	93 %	2,39	2,73	3,07
Slam	22 %	0,56	0,65	0,73

Enligt uppgifter från Azzi varierar klimatpåverkan från att tillverka biokol mellan 0,35 och 0,7 kg CO₂/kg biokol. I denna studie har produktion av trädgårdsavfall använts som råvara för att producera biokol och klimatpåverkan från produktion av trädgårdsavfall har uppskattats till 0,5 kg CO₂/kg biokol. Det ger att kolsänkan från biokol variera mellan 1,30 och 1,81 kg CO₂/kg biokol beroende på biokolet har en stabilitet på 70 respektive 90 %.

8 REFERENSER

Avfall Sverige, (2021), *Backcasting- Hur når Sverige en fossilfri avfallsförbränning?*, 2021:09, ISSN 1103-4092

E. Azzi;(2021) Mejlkonversation med Azzi

Bixia (2021). *Vindkraft – En viktig del av omställningen*. Hämtad från:
<https://www.bixia.se/energi-i-fokus/vindkraft---en-viktig-del-av-energiomstallningen>
[Hämtad 2021-09-27]

Byggföretagen (2021), *Beräkningsverktyg för mätning och kartläggning av klimatutsläpp*. (Beräkningsverktyg i excelformat)

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

Energiföretagen (2019) *Fjärrvärmens lokala miljövärden*. Hämtat från:
<https://www.energiforetagen.se/statistik/fjarrvarmestatik/miljovardering-av-fjarrvarme/miljovarden-fran-tidigare-ar/>
[Hämtad: 2021-10-07]

Energigas Sverige (2019), *Vad är energiinnehållet i naturgas, biogas och fordonsgas?*
Hämtad från:
<https://www.energigas.se/fakta-om-gas/biogas/faq-om-biogas/vad-ar-energiinnehallet-i-naturgas-biogas-och-fordonsgas/>
[Hämtad 2021-09-30]

Energimyndigheten (2019), *Värmevärden och densiteter*. [Värden från statistikdatabas]
Hämtad från:
<https://www.energimyndigheten.se/statistik/den-officiella-statistiken/statistikprodukter/varmevarden-och-densiteter/?currentTab=2#mainheading> [Hämtad 2021-09-28]

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

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

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

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

J. Gode, F. Martinsson, L. Hagberg, A. Öman, J. Höglund, D. Palm. (2011), *Miljöfaktaboken 2011 - Uppskattade emissionsfaktorer för bränslen, el, värme och transporter*. Värmeforsk.

Helsingborgs stad (2020), *SmartMat Hbg - 48 exempel på hur vi gjorde skolmaten mer klimatsmart i Helsingborgs stads skolor*.

Naturvårdsverket (2020a), Emissionsfaktorer och värmevärden 2020. Hämtad från: <https://www.naturvardsverket.se/Stod-i-miljoarbetet/Vagledningar/Luft-och-klimat/Berakna-dina-utslapp-av-luftfororeningar/>

S.Jackson och E.Brodal, (2019) *Optimization of the Energy Consumption of a Carbon Capture and Sequestration Related Carbon Dioxide Compression Processes*. Institutet for ingeniørvitenskap og sikkerhet IVT, UiT Norges Arktiske Universitet. Energies

C. Sundberg; E. Azzi. Föreläsning (2021): https://www.youtube.com/watch?v=Eey_Kz4PTY0

Svensk betong (2021). Klimatförbättrad betong [klimatforbatttrad-betong_webb.pdf \(betongarhallbart.se\)](#) hämtad: 2021-10-12

H. Söderqvist (2019). *Carbon Stability of Biochar*. KTH.

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

Tyréns (2021a) *Nuläge klimatpåverkan*

Tyréns (2021b) *Åtgärder för minskad klimatpåverkan - Frihamnen*

Upphandlingsmyndigheten (2019). *Kommunernas miljöpåverkan*. Hämtat från: <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/om-hallbar-upphandling/miljomassigt-hallbar-upphandling/analysera-inkopen-med-miljospendanalys/kommunernas-miljopaverkan/>
[Hämtad 2021-11-10]

Vattenfall (2020). *Miljödeklaration EPD Vattenfalls vindkraft - Sammanfattning av EPD för el från Vattenfalls vindkraftsparken*.

M. Wråke, K. Karlsson, A. Kofoed-Wiuff, T. Folsland Bolkesjø, T.J. Lindroos, M. Hagberg, M. Bosack Simonsen, T. Unger, B. Tennbakk, E. Ognér Jästad, A. Lehtilä, N. Putkonen, T. Koljonen (2021). *NORDIC CLEAN ENERGY SCENARIOS - Solutions for Carbon Neutrality*. Nordic Energy Research