

THE RE:SOURCE-TRIANGLE

En visuell modell för att utforska samband mellan
resursanvändning, klimat och biologisk mångfald.

Version 2.0, januari 2025

Finansierat av:

VINNOVA



Energimyndigheten

FORMAS



cirkelar



azote

RE:
SOURCE

Att använda Resurstriangeln

Fri att använda

Använd gärna RE:Source-triangeln i din egen kommunikation! Den har tagits fram med syftet att spridas och kunna utvecklas vidare för att möta olika sorters behov för många olika användare.

Modellen är licensierad under Creative Commons BY 4.0 (1) vilket innebär att den är fri för alla att använda, modifiera och bygga vidare på. Du behöver bara ange RE:Source som källa, samt om du har modifierat den.

Det här dokumentet presenterar RE:Source triangeln v1.0. Först utvecklad under perioden oktober 2023-februari 2024, sedan testad i workshops med myndigheter och företag under 2024, och slutlevererad till RE:Source i januari 2025.

Vad är en resurstriangel och vad kan den göra?

Resurstriangeln är ett hjälpmedel för att se mer än en dimension i taget och för att utforska och hantera den komplexitet som uppstår när man gör det. Det är vanligt att en produkt, tjänst eller system har en påverkan på både klimatet och den biologiska mångfalden och det finns ett värde av att kunna utforska dessa kopplingar tillsammans.

Ett exempel på hur du kan använda resurstriangeln:

- Välj en råvara, produkt, tjänst eller system ni vill undersöka närmare, tex träfiber, en mobiltelefon, molnlagring eller energiförsörjning
- Rita upp de tre hörnen i triangeln och börja skissa på hur den produkt, tjänst eller system ni valt påverkar klimat och biologisk mångfald.
- T ex: en mobiltelefon behöver många olika grundämnen som utvinns i olika gruvor. Det har en effekt på biologisk mångfald och kostar energi, vilket beroende på ursprunget har större eller mindre påverkan på klimatet. Den behöver elektricitet under hela sin livstid, vilket igen beroende på hur den genererats har större eller mindre effekt på klimatet. Hur den återvinns kan vara negativt för BM (soptipp och läckage) eller positivt för klimat och BM (cirkulära materialflöden).
- Gör jämförelser, som till exempel: vilket har störst påverkan på klimat och biologisk mångfald, polyester eller bomull?
- Börja med den kunskap ni redan har, och när ni känner ni att den inte räcker till, formulera frågor och skriv ner vilka data som skulle behövas.
- Triangeln kan beskriva både positiva och negativa samband. Vilka råvaror, produkter, tjänster eller system kan ha positiv effekt på klimat och biologisk mångfald?



1. Se CC BY 4.0 DEED: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Inledning

Den tid vi lever i kan sammanfattas med rubriken "Big World, Small Planet" (1), som även är titeln på en bok av professor Johan Rockström. Vår tid, Antropocen, präglas av ett snabbt ökande välbefinnande för mänskligheten tillsammans med ett antal allvarliga hot mot samma mänsklighets fortsatta välbefinnande, där klimatkrisen och förlusten av biologisk mångfald är de två mest akuta. (2) Huvudorsaken till problemen är att vi sedan industrialiseringens början utnyttjat naturresurser över de planetära systemens kapacitet att förnya dem och orsakat mer utsläpp än vad de naturliga systemen kan hantera. (3)

Sambanden mellan människans uttag och bearbetning av naturresurser, och vilken påverkan de har på globala klimatförändringar och biologisk mångfald är komplexa. IRP's uppskattning att upp till 50% av utsläppen av växthusgaser och upp till 90% av förlusten av biologisk mångfald orsakas av aktiviteter kopplade till uttag och bearbetning av resurser ger en känsla för problemets omfattning. (4)

Det har saknats en tydlig modell för att visualisera och kommunicera dessa samband. Därför har RE:Source i samarbete med Cirkelar och Azote utvecklat en visuell modell för att utforska och kommunicera komplexiteten i resursfrågor, som kan användas för att belysa och förklara kopplingarna mellan resursanvändning, klimat och biologisk mångfald.

I den här rapporten ges dels en introduktion till kopplingarna ovan, dels en presentation av modellen tillsammans med ett antal exempel på hur den kan tillämpas.

1. Johan Rockström. *Big World, Small Planet*. Stockholm: Max Ström publishing, 2015.
2. (IPBES & IPCC, 2021)
3. (Rockström, et al., 2009)
4. International Resource Panel. *Global Resources Outlook*, 2019.

Resursanvändning (resource use): enligt

International Resource Panel "extraction and processing of natural resources", alltså utvinning och bearbetning av naturresurser, inklusive användning av mark. (4)

OM RE:SOURCE

RE:Source är Sveriges största forsknings- och innovationssatsning inom hållbar materialanvändning. Programmet syftar till att ta fram kunskap och lösningar som bidrar till att möta globala samhällsutmaningar inom tre olika teman och är finansierat av Energimyndigheten, Vinnova och Formas.

OM CIRKELAR

Cirkelar är ett konsultföretag med omfattande expertis inom resurs- och cirkularitetsfrågor.

OM AZOTE

Azote är Sveriges ledande kommunikationsbyrå inom forsknings- och hållbarhetsområdet.

Innehållsförteckning

- Vad menas med resursanvändning
- Vad menas med klimatförändringar
- Vad menas med biologisk mångfald
- Hur påverkas biologisk mångfald av resursanvändning
- Hur påverkas klimat av resursanvändning
- Hur påverkar klimat respektive biologisk mångfald varandra
- Hur påverkas resursanvändning av klimatförändringar och förlust av biologisk mångfald
- Sambanden mellan resursanvändning, klimat och biologisk mångfald i siffror
- Förklaringar till modellen och vad de olika delarna står för
- Fallstudier – exempel på tillämpningar av resurstriangeln:
 1. Bygg och anläggning
 2. Livsmedel – protein
 - 3: Tillverkningsindustri/Produktion
 4. Resursanvändning – gruvdrift
 - 5: Mobilitet
 6. Konsumentprodukter – textil
- Källförteckning och tips för ytterligare läsning



Vad menas med resursanvändning?

Vi människor använder idag tillsammans närmare 100 miljarder ton resurser per år. (1) Det innefattar mat, foder, bränslen, mineraler, fiber, biobaserade material med mera. De resurserna använder vi till att föda och klä oss, till att bygga bostäder, vägar och fabriker, som bränslen, till transporter och resor, och mycket mer.

Användning av resurser har många olika former. Det mest grundläggande är användningen av biomassa för mat, foder och fiber medan den samlade andelen av bränslen, metaller och mineraler ökar kraftigt i takt med den ekonomiska utvecklingen. Från att biomassa vid 1900-talets början utgjorde mer än två tredjedelar av den totala utvinningen är dess andel idag bara cirka en fjärdedel. Samtidigt har den totala mängden utvunnet material under samma period långt mer än tiodubblats, och utvunnen biomassa flerdubblats.

Utvinning av resurser är starkt sammankopplat med ekonomisk tillväxt och välstånd vilket speglas i att medan globalt BNP sedan 1970 fyrfaldigats har resursförbrukningen ökat nästan lika mycket, eller närmare 3,5 gånger. Samtidigt har jordens befolkning mer än fördubblats, från knappt 3,7 till idag över 8 miljarder människor.

Utvinning av alla de fyra huvudkategorierna biomassa, fossila bränslen, metaller och icke-metalliska mineral har ökat kraftigt under perioden men olika mycket. Medan utvinningen av biomassa

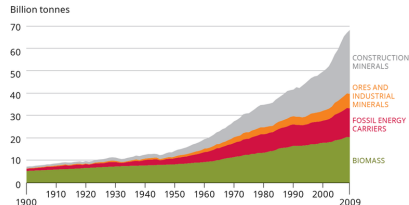
har ökat närmare 2,7 gånger har utvinningen av icke-metalliska mineraler (huvudsakligen byggnadsmaterial som sand och kalk) ökat närmare 5 gånger. Det är en avspeglning av ett ökande materiellt välbefinnande där uppbyggnad av infrastruktur och byggnader kräver mer och mer resurser.

Utvinningen och bearbetningen av de resurser vi använder, inklusive markanvändning har stora effekter på klimat och biologisk mångfald, motsvarande hälften av klimateffekterna och närmare 90 procent av förlusten av biologisk mångfald. (De övriga 50 procenten av klimateffekter kommer framförallt från transporter och energi för byggnader, medan de sista 10 procenten förlust av biologisk mångfald beror på det varmare klimatet.) De största utvinningsrelaterade effekterna på klimatet är kopplade till biomassa och fossila bränslen, följt av utvinning av metaller och icke-metalliska mineral, som sand, grus och kalk.(2)

Aktiviteter kring utvinning som bidrar till klimateffekter är huvudsakligen kopplade till fossila bränslen, men även biogena ämnen som metan från nötdjur bidrar. De största effekterna på den biologiska mångfalden kommer från ändrad markanvändning och överexploatering av naturliga, vilda bestånd som till exempel av marina resurser. Mycket av resursanvändningen har effekt på både klimat och biologisk mångfald. Samtidigt har klimatförändring generellt en effekt på biologisk mångfald, och förändringar i

biologisk mångfald ofta en effekt på klimatet, ibland en stor effekt som när stora arealer regnskog huggs ner. (3)

Resurser som används till produktion av varor, byggnader och infrastruktur integreras till viss del i det ständigt växande lager av material som till exempel vägar och byggnader men även kläder och prylar räknas till. Det som kastas blir i vissa fall återvunnet till nytt material men hamnar ofta på en tipp eller eldas upp.(4)



Energimyndigheten. Global resursanvändning. Beräknas fördubblas till år 2050. Källa: EEA

1. International Resource Panel. Global Resources Outlook 2019.
2. International Resource Panel. Global Resources Outlook, 2019 Fact Sheet.
3. <https://www.wwf.se/rapport/living-planet-report/>
4. Circle Economy. Circularity Gap Report Sweden, 2022.



Vad menas med klimatförändringar?

Klimatet har varierat naturligt i alla tider, men de snabba klimatförändringar som sker nu är människans verk. Och fortsatta utsläpp av växthusgaser innebär fortsatt stigande temperatur. Mätningar visar att sedan 1800-talets andra hälft har medeltemperaturen ökat med en dryg grad. Det låter kanske inte mycket, men konsekvenserna i klimatsystemet är redan betydande. Det är inte bara luften som värms upp, även världshaven blir varmare och världens isar smälter.(1)

FN:s klimatpanel IPCC har i sina rapporter (2) visat på hur riskerna med klimatförändringarna ökar ju större uppvärmningen blir. Mycket snabba utsläppsminskningar är nu nödvändiga för att undvika eller mildra allt mer djupgående effekter och allvarliga störningar för människa och natur. Målet som världens länder enades om i Paris 2015 är att inte överstiga 1,5° C global uppvärmning. Trots det pekar nu allt på att vi kommer att få en ökning på över 1,5° och att de åtgärder som görs är otillräckliga för att förhindra att vi under en tid får ett varmare klimat. Om 1,5°C överskrids under en längre tid, blir riskerna allvarligare ju varmare det blir och ju längre perioden varar. Påverkan på människor och ekosystem förvärras med hur mycket och hur länge

temperaturerna överstiger 1,5°C. Effekterna inkluderar förlust och skada på grund av exponering för värmeböljor och andra extrema händelser, särskilt i tropiska länder, samt accelererad förlust av biologisk mångfald.

En uppvärmning över 1,5° C som varar i flera årtionden innebär betydande risker för irreversibla förändringar i det regionala klimatet. Det finns också en betydande risk att en lång period över 1,5°C kan utlösa självförstärkande återkopplingar, vilket destabiliserar Grönlands eller Västantarktis istäcken, vilket skulle resultera i deras nästan fullständiga och oåterkalleliga förlust över flera årtusenden och flera meters havsnivåhöjning.

Att hålla den globala medeltemperaturökningen inom 1,5°C är endast möjligt på kort sikt med omedelbara, transformativa åtgärder som snabbt avkarboniserar ekonomin, energi- och markanvändningssystemen, och minskar utsläppen med 43% till 2030 jämfört med 2019 års nivåer. Ansträngningar för att mildra effekterna måste också kompletteras med noggrant utvalda metoder för koldioxidavlägsnande (CDR) i stor skala.

Hittills har kolsänkor på land och i hav vuxit i takt med ökande CO₂-utsläpp, men forskning visar nu osäkerhet kring hur de kommer att reagera på ytterligare klimatförändringar. Kolsänkor kan mycket väl absorbera mindre kol i framtiden än vad som antagits i befintliga bedömningar. Därför har ansträngningar för att minska utsläppen omedelbar prioritet, medan naturbaserade lösningar fungerar som ett komplement för att öka kolsänkorna och kompensera för utsläpp som är svåra att minska. (3)

1. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatforandringar/>.

2. Senaste IPCC rapporten är AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. IPCCs rapporter finns här: <https://www.ipcc.ch/reports/>

3. 10 new insights in climate science <https://10insightsclimate.science/>



Vad menas med biologisk mångfald?

Biologisk mångfald symboliserar naturens rikedom på variation – från de mångfaldiga ekosystemen och naturtyperna som bildar livsmiljöer, till de otaliga arterna som bebor dessa miljöer, samt den genetiska variationen inom varje enskild art. Denna mångfald är avgörande för ekosystemens och livsmiljöernas funktion. (1)

Ett ekosystem omfattar alla arter inom ett specifikt naturområde, såsom en äng eller skog, och inkluderar även interaktionerna mellan dessa arter. Exempel på detta är symbiosen mellan svampar och växtrötter, växter som tjänar som föda för djur, och insekter som pollinerar blommor.

Ett ekosystem består också av jord och dess innehåll, som kalk och kväve, samt processer som växters fotosyntes och nedbrytning av döda växter. Växter och djur som behöver olika naturtyper under sin livscykel visar på vikten av att bevara en mångfald av naturtyper för att upprätthålla en rikedom av arter.

Mångfalden av arter, inklusive växter, djur, svampar och mikroorganismer, är central för biologisk mångfald. Denna variation möjliggör för olika arter att ersätta varandra och upprätthålla ekosystemets funktioner. Vissa arter är vanliga i specifika naturtyper men saknas i andra.

Genetisk variation inom arter är också viktig. Variationer i arvsmassan skapar olika genvarianter, som hos luktärten med dess röda eller vita blomfärger. Denna genetiska mångfald bidrar till ett större urval av egenskaper och ökar arterna anpassningsförmåga till förändrade livsförhållanden.

Ekosystemens funktion och sammansättning påverkas av abiotiska faktorer som temperatur, nederbörd och näringstillgång.

Det biologiska kulturarvet, som omfattar ekosystem, naturtyper, arter och genetisk variation som formats av människans användning av landskapet, är också en del av biologisk mångfald. Exempel i Sverige inkluderar strandängar, hamlade träd och olika äppelsorter. Detta kulturarv är inte bara viktigt för biologisk mångfald utan också ur historiska och kulturella perspektiv.

Biologisk mångfald utgör grunden för allt liv på jorden. Nyligen genomförda studier visar att biologisk mångfald har minskat i en oroande takt under de senaste åren, till stor del på grund av mänsklig verksamhet. De data som finns är härlsande - mer än 44 000 arter hotas av utrotning globalt enligt IUCN, och dessa utgör 28% av alla bedömda arter. Förlusten av biologisk mångfald kan få betydande konsekvenser för människors hälsa om vi inte säkerställer att de ekosystemtjänster den tillhandahåller skyddas.

Markförstöring påverkar jord och vatten, som är grundläggande för livsmedelsproduktion. Obalanser i ekosystem kan leda till uppkomsten av skadedjur som skadar grödor. Det begränsar även

upptäckten av potentiella behandlingar för många sjukdomar och hälsoproblem.

Att vända trenden med förlust av biologisk mångfald och säkerställa människors hälsa och välbefinnande på lång sikt kräver gemensamma insatser från alla samhällssektorer. Viktiga möjligheter för att vända förlusten av biologisk mångfald inkluderar inrättandet av effektivt förvaldade skyddade och bevarade områden samt engagemang i ekosystemåterställning. (3)

Att mäta biologisk mångfald och förlust av densamma

I jämförelse med att mäta utsläpp av växthusgaser är det mer komplicerat att mäta förlust av biologisk mångfald, eftersom den består av många olika faktorer som dessutom är beroende av skala och plats. Till exempel kan en art vara lokalt utrotningshotad men globalt livskraftig. Till stöd för att mäta biologisk mångfald finns idag ett antal olika verktyg och ett av dem är ClimB, framtaget för att beräkna effekterna av olika typer av markexploatering. (4)

1. Vad är biologisk mångfald? Naturvårdsverkets hemsida 2023. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/biologisk-mangfald/vad-ar-biologisk-mangfald/>
2. IUCN. <https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics>
3. WWF Living Planet Report 2022. <https://www.wwf.se/rapport/living-planet-report/>
4. ClimB: <https://climb.ecogain.se>

Hur påverkas biologisk mångfald av resursanvändning?

Hur påverkar människan biologisk mångfald...?

Mänsklig påverkan på den biologiska mångfalden sker huvudsakligen genom (i fallande ordning):

1. **Ändrad mark- och havsanvändning**
2. **Direkt utnyttjande av organismer**
3. **Klimatförändringar**
4. **Föroreningar**
5. **Invasiva främmande arter**

Kopplingarna mellan de olika nivåerna av mångfald: när t ex en art utfiskas så minskar inte bara artrikedomen utan även ekosystemet och övriga arterna påverkas. De kan öka eller minska eller till och med försvinna beroende på hur de olika sambanden ser ut. Förlusten av en population inom en art minskar den genetiska mångfalden, vilket i sin tur riskerar att göra det svårare för arten att återetablera sig och möta förändringar i sin livsmiljö.

Förlust av biologisk mångfald kan även påverka klimatet, samtidigt som förlusterna även gör biosfären mer känslig för klimatförändringarna.

...och hur påverkas människan?

Människan påverkar den biologiska mångfalden, men påverkas även själv av förluster av mångfald. Några exempel är när överfiske minskar avkastningen hos naturliga populationer av fisk, jordförstöring som skapar risk för kraftigt minskande skördar i framtiden, och torka på grund av förändringar i vattnets kretslopp när regnskogen huggs ner.

Så ser sambanden ut

De ackumulerade effekterna av naturresursanvändningen står för mer än 90% av förlusten av biologisk mångfald och drygt hälften av klimatförändringarna.

Effekterna kan delas upp i fyra olika ursprung, utvinning och bearbetning av:

- biomassa
- metaller
- fossila bränslen
- icke-metalliska mineraler (framförallt sand och grus)

Av dessa fyra har utvinningen av biomassa, inklusive ändrad markanvändning, ensamt orsakat mer än 80% av förlusten av biologisk mångfald, medan de övriga tre tillsammans står för cirka

fem procent.*(3)

Effekterna på klimatet är mer jämnt fördelade mellan de fyra kategorierna även om biomassa och fossila bränslen med 17 respektive 16 procent står för något större andel än metaller och mineraler som står för 10 procent vardera av de totala klimateffekterna.

De återstående ca 50% av klimateffekterna kommer huvudsakligen från byggnaders energianvändning och transporter medan de återstående knappa 10% av förlusten av biologisk mångfald orsakats av klimatförändringarna.(4)

** Relaterar till förlust av landbaserad biologisk mångfald.*

1. <https://www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment>

2. <https://www.wwf.se/rapport/livna-planet-report/>

3. https://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/oro_2019_fact_sheet.pdf

4. <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>

5. https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?breakBy=sector&end_year=2020®ions=WORLD§ors=agriculture%2Canergy%2Cindustrial-processes%2CLand-use-change-and-forestry%2Ctotal-including-lucf&start_year=1990

Hur påverkas klimat av resursanvändning?

- 49% av de globala utsläppen av växthusgaser är kopplade till utvinning och bearbetning av resurser (1)
- Ytterligare 3% av de totala utsläppen är kopplade till avfall och avloppsvatten
- 20% kommer från lantbruk, skogsbruk och fiske
- Livsmedelskedjan, inklusive transport och försäljning står för 26%. Av detta är mer än hälften kopplat till animaliskt protein, som kött, ägg och mejerivaror (2)
- 29% från industrin; den enskilt största källan, 7,2% kommer från järn- och stålindustrin medan cement och kemikalier tillsammans kommer på andra plats med 5,2% (1)

Sammantaget står utvinning och bearbetning av resurser för drygt hälften av utsläppen av växthusgaser. En fjärdel av de totala utsläppen härrör från energianvändning kopplat till industriell utvinning och bearbetning medan en fjärdedel är kopplat främst till lantbruk, skogsbruk och markanvändning. De fyra största källorna till växthusgaser från denna sektor är boskap & gödsel, jordbruksmark, crop burning och avskogning som sammantaget står för drygt 15% av de totala växthusgasutsläppen.

De utsläpp av växthusgaser som inte är direkt kopplade till utvinning och bearbetning av resurser är (1):

- Transporter samt energianvändning i byggnader (kommersiella och bostäder), 34% av totala utsläpp
- Ej allokerade utsläpp från förbränning av bränslen, 8%, respektive flyktiga utsläpp från energiproduktion, 6% av totala utsläpp

1. <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>

2. <https://ourworldindata.org/food-ghg-emissions>

Hur påverkar klimat respektive biologisk mångfald varandra?

Resursanvändningen har uppenbara och tydliga effekter på både klimat och biologisk mångfald. Samtidigt hänger även klimat och biologisk mångfald samman i en komplex väv av olika beroenden. Många av de sambanden är väl kända, som att ökad temperatur och sänkt pH i haven på grund av koldioxidutsläpp skadar stora områden av korallrev. Skadade ekosystem, som där regnskogen huggits ned, läcker näring, koldioxid och ger snabba klimatförändringar. På motsvarande sätt accelererar klimatförändringarna förlusten av biologisk mångfald generellt, bland annat genom torka och förändrade biotoper, vilket då ger ytterligare feedback till ett varmare klimat.

Omvänt så kan ett ökat skydd och återskapande av biologisk mångfald stärka ekosystemtjänster som kolinlagring, resursproduktion och klimatsäkring, vilket i sin tur motverkar och lindrar effekterna av ett varmare klimat. Ett exempel är skydd av mangroveskogar som skyddar mot kusterosion och näringsläckage vilket i sin tur ger mindre övergödning, friskare korallrev och mer fisk i haven.

En nedbromsning av klimatförändringarna skulle underlätta regenerering av skadade ekosystem och är ett viktigt steg för att stoppa förlusten av biologisk mångfald. (1)

1. <https://www.naturvardsverket.se/arnesomraden/biologisk-mangfald/biologisk-mangfald-och-klimat>

Hur påverkas resursanvändning av klimatförändringar och förlust av biologisk mångfald?

Klimatförändringar och förlust av biologisk mångfald utgör två av de största utmaningarna för vår framtida resursförsörjning. Dessa fenomen har inte bara isolerade effekter utan samverkar på komplexa sätt som hotar mänsklighetens tillgång till livsnödvändiga resurser som mat, vatten och energi. Effekterna är redan kännbara och förväntas förstärkas under de kommande decennierna. (1, 2)

Klimatförändringarna påverkar jordbruket direkt genom stigande temperaturer, förändrade nederbördsmonster och mer frekventa extrema väderhändelser som torka och översvämningar. Dessa faktorer bidrar till minskade skördar av basgrödor som vete, ris och majs, vilka är avgörande för den globala livsmedelsförsörjningen. En rapport från Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) varnar för att klimatförändringar kan minska jordbruksproduktionen i vissa regioner med upp till 30 procent under detta århundrade. Särskilt i

låginkomstländer som redan kämpar med hunger riskerar detta att förvärra befintliga sociala och ekonomiska spänningar. (3)

Samtidigt förvärrar förlusten av biologisk mångfald dessa problem. Ekosystem som skogar, våtmarker och korallrev spelar en kritisk roll för att stödja livsuppehållande funktioner som vattenrening, klimatreglering och pollinering av grödor. Enligt FN:s globala rapport om biologisk mångfald och ekosystemtjänster har upp till en miljon arter riskerat utrotning, vilket hotar ekosystemens stabilitet och produktivitet. Pollinerare som bin och fjärilar, vilka är nödvändiga för produktionen av en stor andel av våra frukter och grönsaker, är särskilt utsatta. Utan dem riskerar vi inte bara minskad matproduktion utan även kraftigt höjda livsmedelspriser. (4)

Havsmiljöer påverkas också i stor omfattning. Stigande havstemperaturer, havsförurning och förstörelsen av

marina habitat leder till minskade fiskbestånd, vilket hotar livsmedelsförsörjningen för kustsamhällen som är beroende av fisket. Enligt Food and Agriculture Organization (FAO) har 34 procent av de globala fiskbestånden redan nått ohållbara nivåer. Detta är ett allvarligt hot mot den marina biologiska mångfalden och försämrar havens roll som en global proteinkälla. (5)

Effekterna av klimatförändringar och förlust av biologisk mångfald är dessutom inte begränsade till naturen utan har omfattande socioekonomiska konsekvenser. Minskad tillgång till mat och vatten kan leda till konflikter, ökad migration och ekonomisk instabilitet. Exempelvis har World Economic Forum (WEF) identifierat klimatförändringar och förlust av biologisk mångfald som de två största riskerna för global stabilitet. (6)

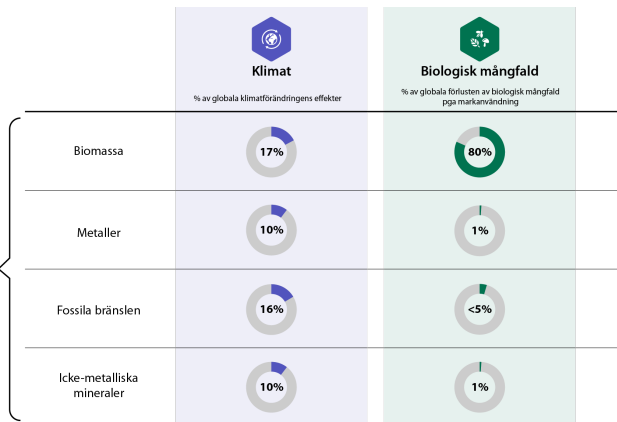
1. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/biologisk-mangfald/biologisk-mangfald-och-klimat/>
2. https://www.slu.se/ew-nvheter/2020/9/klimatforandringar-och-forlust-av-biologisk-mangfald-behovet-hanteras-tillsammans/?utm_source=chatgpt.com
3. <https://www.ipcc.ch/srccl/>
4. <https://www.ipbes.net/global-assessment>
5. <https://openknowledge.fao.org/items/6b267af2-60d5-4d6c-a120-d0b8511b2715>
6. https://www3.weforum.org/docs/WEF_The_Global_Risks_Report_2022.pdf

Sambanden mellan resursanvändning, klimat och biologisk mångfald i siffror

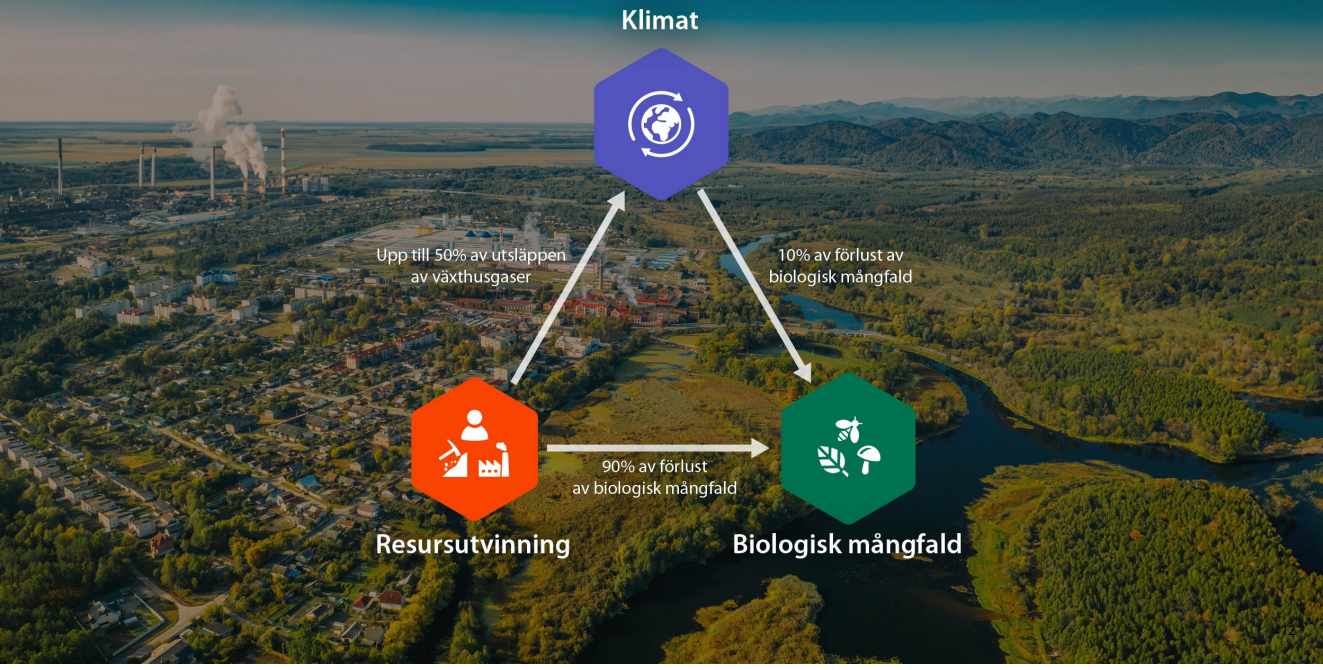
Produktion, bearbetning och distribution av livsmedel och annan biomassa är den absoluta huvudorsaken till förlust av biologisk mångfald på det globala planet (>80% av förlusten) och står samtidigt för mer än en fjärdedel av de globala GHG utsläppen. Utvinning av fossila bränslen står för en ungefär lika stor del av klimatpåverkan som biomassa, och mindre än 5% av förlusten av biologisk mångfald. Metaller och andra mineraler står för cirka 20% av klimateffekterna, och 2% av förlusterna av biologisk mångfald. (1)



Resursutvinning



Data för klimatpåverkan från biomassa i grafen exklusive bearbetning och distribution.



Förklaringar till modellen och vad de olika delarna står för

Modellen har två syften, dels utforskande och illustration av samband, dels att göra jämförelser mellan olika alternativ. I version 1.0 indikerar pilarna samband och vid jämförelser representerar olika storlek på noderna relativ effekt. Triangeln är bäst för kvalitativa samband och relativ betydelse vid jämförelser snarare än exakt kvantitativa beskrivningar.

Det finns stora möjligheter att använda modellen på ytterligare sätt beroende på behov, målgrupp den riktar sig till och tillgång till data som behöver visualiseras. En sådan möjlig utveckling är att låta pilarnas tjocklek variera för att visa hur starkt ett samband är, om det finns ett relevant dataunderlag att basera linjebredd på. I de exempel vi använder i rapporten representerar pilarna olika samband utan värdering på sambandens relativa betydelse och pilarnas tjocklek är därför konstant.

Ett annat alternativ som identifierats är att öka detaljnivån i hexagonerna från ikonisk representation till att spegla viss data, till exempel för att kunna bryta upp biologisk mångfald i dess olika komponenter om en sådan jämförelse är relevant för det exempel som illustreras.

Några exempel på tillämpning av resurstriangeln

För att illustrera sambanden mellan resursanvändning, klimatförändringar och effekter på den biologiska mångfalden mer detaljerat visas på följande sidor exempel från sex olika områden.

De följer de framtidsscenarior som presenterades i Circularity Gap Report Sweden. Områdena är: bygg och anläggning, livsmedel, produktion, resursanvändning, mobilitet och konsumtion. För varje område har vi valt ett konkret fall, som till exempel jeans för att illustrera effekterna av vår konsumtion.

Resurstriangel och text i respektive exempel ska inte ses som en vare sig fullständig eller exakt beskrivning av respektive fall, utan är exempel på hur en beskrivning kan se ut. Det är inte heller troligt att det existerar en fullständig och komplett triangel för respektive fall, eftersom sambanden och deras betydelse kommer att bero på vem som gör beskrivningen. Avsikten är istället att demonstrera möjligheten att kunna se flera kopplingar samtidigt både för att kunna se nodernas inbördes beroenden, och som ett stöd för att prioritera för att se de viktigaste sambanden.



Resursanvändning



Klimatförändring



Biologisk mångfald

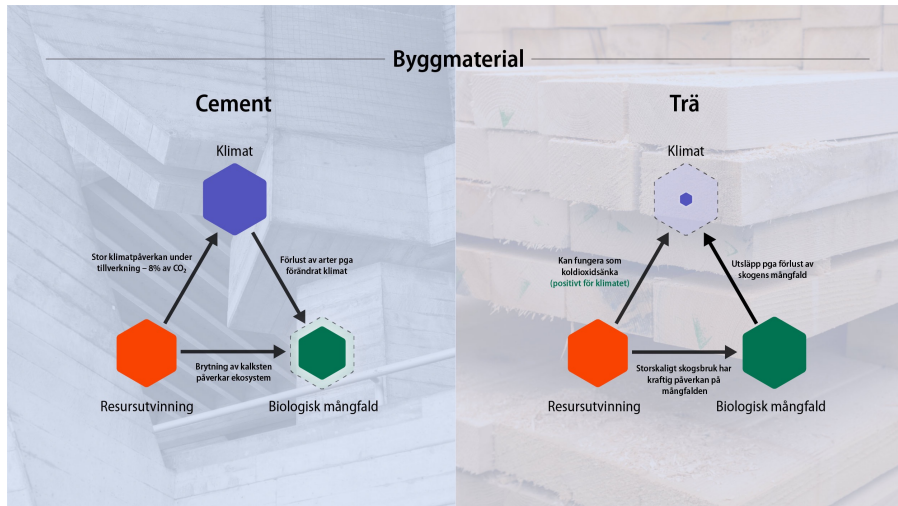
1. Bygg och anläggning – cement och trä

Bygg och anläggning påverkar klimat och biologisk mångfald bland annat genom ändrat markbruk och produktion av byggnadsmaterial. Cement är ett av de material som globalt har störst klimatpåverkan och står för ca 5% av världens samlade koldioxidutsläpp. Den huvudsakliga effekten på biologisk mångfald sker vid brytning av sand och kalksten för betongtillverkning, och på klimatet genom utsläpp av koldioxid när kalk omvandlas till cement. (1)

Alternativ till betong

I vissa tillämpningar kan trä vara ett alternativ till betong. Trä som byggmaterial kan bli en koldioxidsänka och därigenom vara positivt för klimatet, medan konventionellt storskaligt skogsbruk med kalhuggning och markberedning inför förnygring har ofta större negativa effekter på den biologiska mångfalden än produktionen av betong. (1, 2)

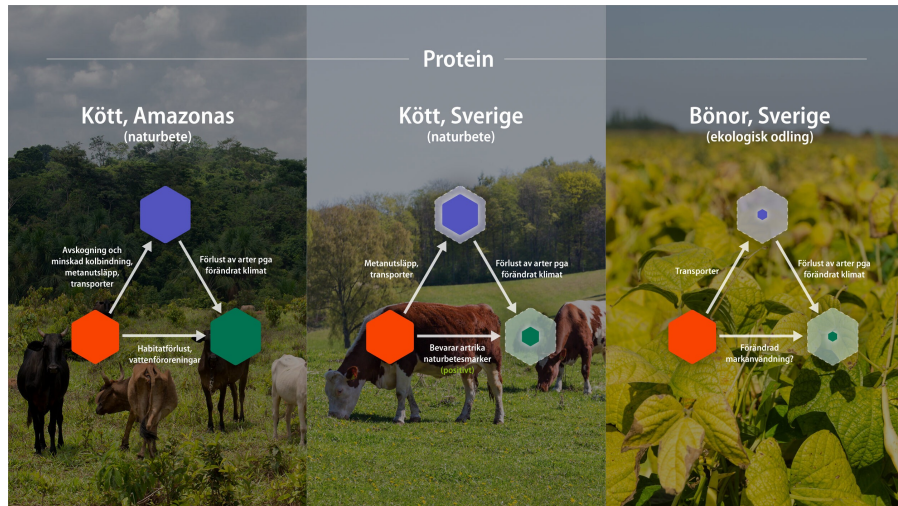
Bilden till höger visar en jämförelse mellan cement och trä och deras effekter på klimat respektive biologisk mångfald. Cementens större påverkan på klimatet illustreras av en större sexkant i toppen av triangeln, medan det omvända gäller för den biologiska mångfalden.



1. International Resource Panel. Global Resources Outlook, 2019 Fact Sheet.
2. Skogliga arter som hotas av modernt skogsbruk. SLU Artdatabanken, 2022.

2. Livsmedel – protein

Protein har beroende på ursprung mycket olika effekter på både klimat och biologisk mångfald. Generellt har protein från nöt hög eller mycket hög klimatpåverkan medan växtbaserat protein har låg eller mycket låg påverkan. Samtidigt är det stora skillnader i effekterna på biologisk mångfald beroende på köttets ursprung. När det gäller naturbeteskött från Amazonas är de negativa effekterna mycket stora på både klimat och biologisk mångfald på grund av den regnskog som avverkats för att ge plats för betesmarker. För svenskt naturbeteskött är klimateffekten hög framför allt genom de betande djurens metanutsläpp, samtidigt som bete på etablerade naturbetesmarker bidrar till att upprätthålla den biologisk mångfalden. (1, 2) Många hotade arter i Sverige är hotade just för att mängden naturbetesmarker har minskat och ungefär hälften av alla rödlistade arter i Sverige kan kopplas till det jordbrukslandskap som formats av att vi har betesdjur. I jämförelse med kött har protein från baljväxter låg effekt på klimatet medan effekten på biologisk mångfald liksom för kött beror på sammanhanget.



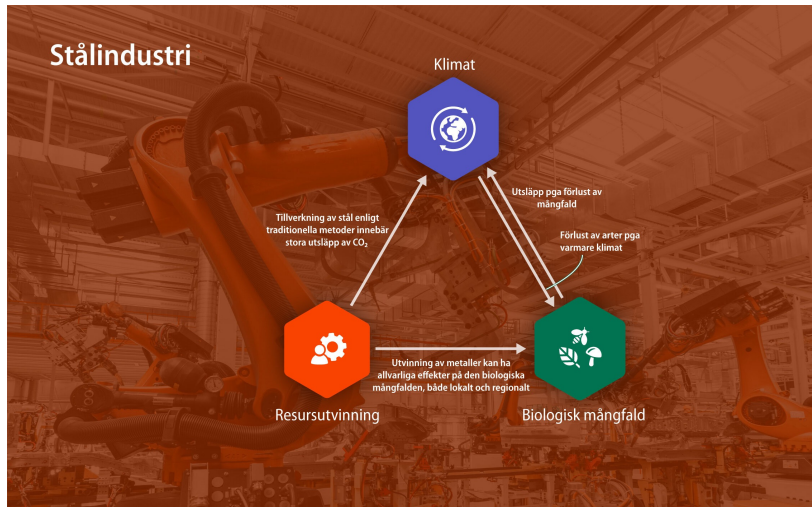
- <https://www.wwf.se/mat-och-jordbruk/hallbart-jordbruk/naturbetesmarker/#om-naturbetesmarker>
- <https://www.naturvardsverket.se/arnesomraden/mark-och-vattenanvandning/odlingslandskapet/angar-och-betesmarker/>

3. Tillverkningsindustri – stålproduktion

Tillverkningsindustrin har i sig själv begränsad påverkan. Effekterna ligger framförallt i utvinning och bearbetning av de resurser som behövs för produktion respektive vilka produkter som tillverkas. Ca 20 kg material, varav det mesta metall, räcker till exempel för persontransport för en person på cykel, dessutom utan nämnbar klimatpåverkan vid användning. (1) I jämförelse väger en europeisk personbil i genomsnitt 1460 kg, varav ¾ utgörs av metaller, i huvudsak stål och järn. (2,3) Produktion av stål genererar 1,89 ton CO₂/ton stål. (4) En bil med förbränningsmotor genererar även betydande mängder med växthusgaser vid användning. Svenskt genomsnitt för utsläpp av växthusgaser för en bil med förbränningsmotor är ca 120g CO₂/km. (5)

Även livslängden hos produkten är avgörande för att bedöma de totala effekterna.

I den här triangeln visas övergripande hur framställning av stål påverkar klimat och biologisk mångfald.

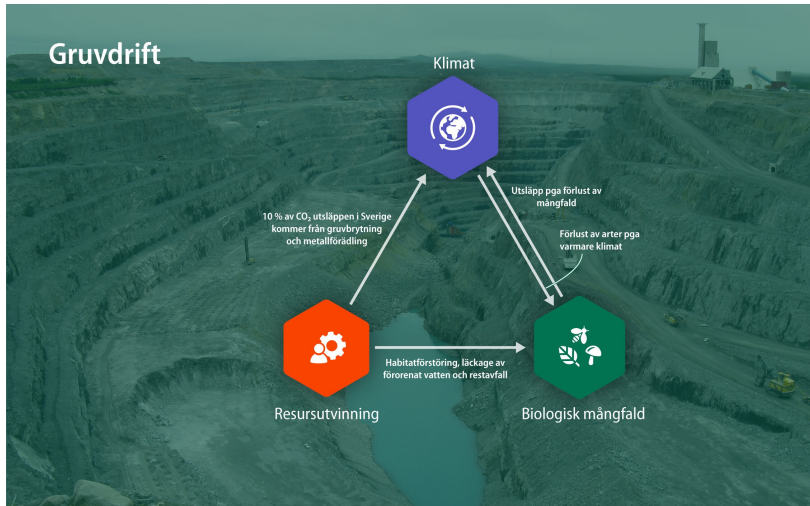


1. https://en.wikipedia.org/wiki/Utility_bicycle
2. <https://www.inovev.com/index.php/en/market-analyses/category-blog/19969-2023-30-2>
3. https://www.researchgate.net/figure/Average-composition-of-a-car-fio?_259477397
4. <https://worldsteel.org/climate-action/climate-change-and-the-production-of-iron-and-steel/>
5. <https://bransch.trafikverket.se/contentassets/7ce1527807fa44ff9aa195ab440d5184/pm-vagtrafikens-utslapp-220207.pdf>

4. Resursutvinning – gruvdrift

Utvinning av naturresurser har generellt stor påverkan på klimat och biologisk mångfald, både direkt och indirekt. I Sverige är det bland annat utvinning av skogsprodukter, metaller och fisk som har några av de största effekterna på klimat och biologisk mångfald. För metaller kan cirkulära alternativ vara ett sätt att minska behoven av nyutvunna material och därigenom reducera de negativa effekterna av gruvdrift. Samtidigt kräver omställningen till ett energisystem byggt på hållbar energi stora mängder mineraler och därmed fortsatt eller ökad utvinning av till exempel litium, grafit och jordartsmetaller.

Resurstriangeln till höger visar några generella samband för gruvbrytning. Brytning av metaller, mineraler och fossila material påverkar klimat och biologiska mångfald både direkt och indirekt, genom själva brytningen respektive genom de olika insatsmedel och maskiner som behövs för att genomföra brytningen. Effekterna på den biologiska mångfalden har även en geografisk spridning från effekter inom gruvområdet, till de närmsta omgivningarna och vidare över lokal till regional nivå. Ett exempel på regionala effekter är när restmaterial från gruvbrytning bildar sediment som sprids längs vattendrag och påverkar stora områden. (1,2)



1. <https://royalsocietypublishing.org/doi/pdf/10.1098/rspb.2018.1926>
2. <https://www.unepfi.org/wordpress/wp-content/uploads/2024/05/Climate-Risks-in-the-Metals-and-Mining-Sector-1.pdf>

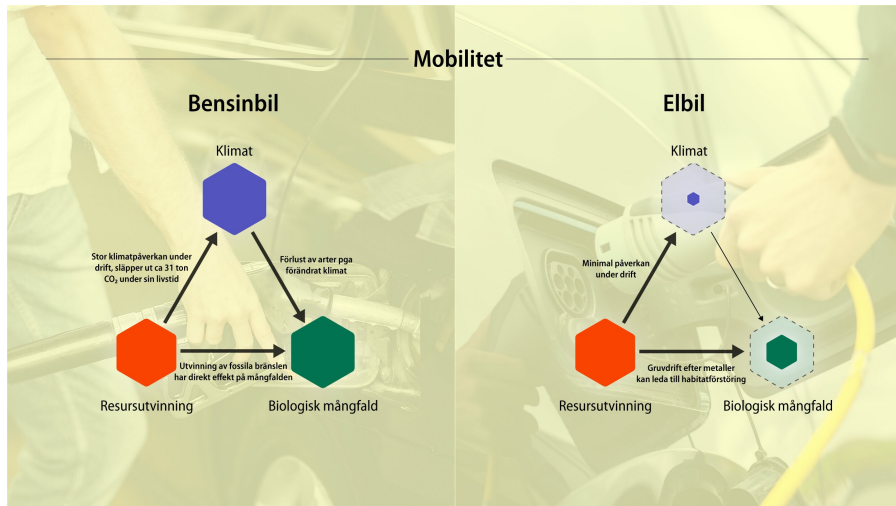
5. Mobilitet – bensinbil jämfört med elbil

Bensinbilen har stor klimatpåverkan under drift – batteribilen nära noll om elen är förnybar.

Bensinbilen förbrukar ca 17 m³ eller 12.5 ton av bensin under sin livstid, vilket ger upphov till cirka 31 ton CO₂. Utvinning av fossila bränslen har direkt effekt, och deras förbränning indirekt effekt på BM.

Batteribilen kräver drygt 100 kg mer av metaller som koppar, litium, nickel, mangan och kobolt (stål och aluminium ej med i jämförelsen) (IEA), varav en stor andel (50%-80% enligt olika källor) går att återvinna när bilen eller batteriet skrotas. (1, 2, 3, 4)

Värt att notera: bilar oavsett motor kräver mer yta i form av väg än buss, cykel och gång, vilket har en effekt på BM.



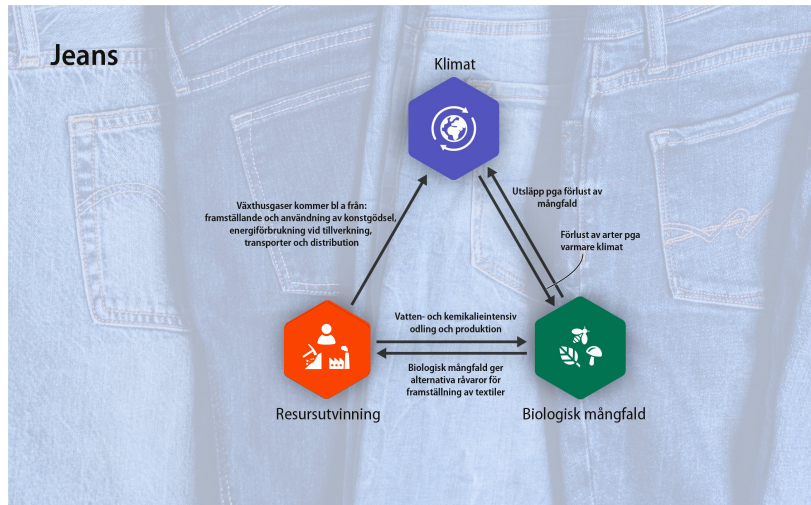
- <https://www.theguardian.com/business/2023/dec/01/do-electric-cars-have-problem-mining-for-minerals>
- <https://www.iea.org/data-and-statistics/charts/minerals-used-in-electric-cars-compared-to-conventional-cars>
- https://www.transportenvironment.org/wp-content/uploads/2021/07/2021_02_Battery_raw_materials_report_final.pdf
- <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/conl.12448>

6. Konsumentprodukter – textil

Textil till ett par jeans har stor effekt på framförallt den biologiska mångfalden men även signifikant klimatpåverkan. Växthusgaser kommer från framställning och användning av konstgödsel, transporter och distribution.

Effekter på den biologiska mångfalden kommer från markanvändning, en ofta intensiv användning av biocider och konstbevattning. (1, 2)

I textiltriangeln ses några av de mer komplexa sambanden för odling av fiber som bomull. Längst ner finns ett exempel på ett möjligt positivt samband, hur man genom att satsa på alternativa växter för att framställa fiber faktiskt kan stärka den biologiska mångfalden.



1. <https://www.worldwildlife.org/industries/cotton>
2. <https://bettercotton.org/field-level-results-impact/key-sustainability-issues/biodiversity-and-land-use-in-cotton-farming/>

Källförteckning och tips för ytterligare läsning

1. Johan Rockström. *Big World, Small Planet*. Stockholm: Max Ström publishing, 2015.
2. (IPBES & IPCC, 2021)
3. (Rockström, et al., 2009)
4. International Resource Panel. Global Resources Outlook 2019
5. International Resource Panel. Global Resources Outlook, 2019 Fact Sheet.
6. International Resource Panel, Global Resources Outlook 2024
7. CC BY 4.0 DEED. <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
8. Circle Economy. Circularity Gap Report Sweden, 2022.
9. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatforandringar/>
10. Senaste IPPC rapporten är AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023. IPCCs rapporter finns här: <https://www.ipcc.ch/reports/>
11. 10 new insights in climate science <https://10insightsclimate.science/>
12. Vad är biologisk mångfald? Naturvårdsverkets hemsida 2023. <https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/biologisk-mangfald/vad-ar-biologisk-mangfald/>
13. IUCN. <https://www.iucnredlist.org/resources/summary-statistics>
14. <https://www.ipbes.net/news/Media-Release-Global-Assessment>
15. https://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/gro_2019_fact_sheet.pdf
16. <https://ourworldindata.org/ghg-emissions-by-sector>
17. https://www.climatewatchdata.org/ghg-emissions?breakBy=sector&end_year=2020®ions=WORLD§ors=agriculture%2Cenergy%2Cindustrial-processes%2Cland-use-change-and-forestry%2Ctotal-including-lucf&start_year=1990
18. Skogliga arter som hotas av modernt skogsbruk. SLU Artdatabanken, 2022. <https://media.wwf.se/uploads/2022/09/skogliga-arter-som-hotas-av-trakthuggsskogsbruk.pdf>
19. https://en.wikipedia.org/wiki/Utility_bicycle

Manual och spelbrickor för workshops med triangeln

En enkel manual har tagits fram och testats under ett antal workshops.

Manualen är anpassad både för digital och fysisk spridning.

Kan användas tillsammans med "spelbrickorna"

Paketet med manual och spelbrickor är lätt att distribuera med post.



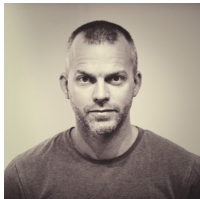
Vi som utvecklat resurstriangeln



Karl Edsjö
Resursspecialist,
grundare Cirkelar
Projektledare



Robert Kautsky
VD och
grundare Azote



Jerker Lokrantz
PhD systemekologi;
Creative director och
grundare Azote

Kontakta oss gärna och berätta om hur du använder och utvecklar triangeln!

Mejl: kontakt@azote.se

Vi som deltog i referensgruppen



Daniel Berlin
Avdelningen för cirkulär
ekonomi
Naturvårdsverket



Elin Larsson
Chef Näringsliv & Finans
WWF



Fredrik Moberg
Forskare
Stockholm Resilience
Center



Madeleine Svenberg
Expert klimatpolicy
Svenskt Näringsliv



Marcus Wangel
Expert miljöpolicy
Svenskt Näringsliv

Kontaktperson RE:Source



Klas Cullbrand
Innovationsledare

“The major problems in the world are the result of the difference between how nature works and the way people think”

Greg Bateson