Cirkulär hantering av schaktmassor

Miljönytta eller miljöpåverkan?

Rapportnummer: C798
I samarbete med: Återvinningsindustrierna
Författare: Jurate Miliute-Plepiene och Jan-Olov Sundqvist

Medel från: Återvinningsindustrierna
Granskare: Thomas Stoll, Anna Wallander
Godkännare: Mona Olsson Öberg

ISBN: 978-91-7883-545-4
Fotograf: Jan-Olov Sundqvist

ivl SVENSKA MILJÖINSTITUTET

Summary

The purpose of the study was to raise awareness about excavated materials and highlight the potential for increased climate and environmental benefits through a more circular, resource-efficient and sustainable management. The report describes the current situation in Sweden regarding the management of excavated materials and the corresponding virgin production, as well as common terms used.

The evaluation of excavated material recycling includes both quantitative and qualitative assessments compared to landfilling or virgin production. Climate aspects are quantitatively evaluated by measuring CO2e emissions per ton of waste in different scenarios. Other environmental aspects are qualitatively addressed through literature analysis, where recycling is compared overall to landfilling and new production.

Key Findings: Climate Aspects

There is a significant difference in climate impact between when excavated materials replace another material and when they do not. When excavated materials replace other aggregate materials, savings are achieved through reduced production of virgin materials.

More extensive treatment or processing of "regular" excavated materials only provides a minor climate benefit compared to using the excavated materials without further processing.

Transport plays a significant role in climate impact, including transport of both excavated materials and virgin materials. The difference between the transport of excavated materials and the transport of the replaced virgin materials is crucial, including transport distances and volumes.

Energy consumption plays a significant role in climate impact. In addition to transportation, energy is consumed in the production of both primary ballast materials and in the recycling of excavation materials ("secondary production of ballast materials"). Traditionally, these processes have been largely diesel-based (both primary and secondary ballast production), but now there is a transition towards more electrified processes and the use of HVO fuel, both of which reduce emissions of fossil carbon dioxide.

Landfilling is the scenario with the highest greenhouse gas emissions. Approximately 4 million tons of soil are landfilled every year in Sweden. If approximately half of this amount is handled in a more circular manner, for example, through a combination of other scenarios resulting in net zero emissions of greenhouse gases, approximately 10,000 tons of CO2e could be saved annually.

Key Findings: Other environmental aspects

In addition to the climate, there are other environmental aspects that can be equally important, but they are often overlooked. The best approach for the environment is always to minimize interventions in nature, and when it comes to excavation materials, it means reducing the environmental impact by preserving virgin resources and utilizing the excavation materials that have already been generated and are in circulation within society. By doing this, we reduce the need for landfilling, decrease the extraction of virgin materials, and thus also reduce the related environmental impact. Although quantitative evaluations of environmental aspects other than the climate are lacking, certain general benefits can be highlighted.

Circular management is primarily relevant from a resource management perspective, as it reduces landfilling and the need to extract virgin materials. In Sweden, non-contaminated excavated materials are landfilled to a more significant extent than other waste types. Soil and excavated materials constitute the second-largest proportion of landfilled waste in Sweden after mining waste, accounting for over 60% of the total amount of landfilled waste.

On the other hand, a significant amount of virgin materials is extracted annually in Sweden, such as crushed rock, natural gravel, and moraine, around 101 million tons per year or 1.1 kg per capita per hour. These materials are finite natural resources. A preliminary expert assessment suggests that up to half of this amount theoretically could be replaced with recycled aggregates from excavated materials. This would preserve high-quality virgin rock and enable the quarries to be preserved for future generations.

By recycling 1 ton of non-contaminated excavated materials, it is potentially possible to save from 0.2 to 1 ton of virgin aggregate and an equivalent amount of reduced landfilling. This implies significant resource conservation in absolute terms. The Swedish Environmental Protection Agency roughly estimates that the total amount of different type of excavated materials generated in Sweden is in the

range of 60-80 million tons, possibly even double that. If we consider the most conservative estimate, increased recycling of excavation materials could contribute to saving at least 10 million tons of resources, which is comparable to the weight of approximately 6 million personal cars.

Reduced landfilling and reduced virgin production can contribute to reducing environmental pressure by reducing landscape damage, and decreasing risks to groundwater resources, among others.

The same use of excavated materials can have varying environmental impacts depending on the end product and its function. It is not uncommon for excavated materials to be used without actual need or function. Although this is sometimes mistakenly referred to as "reuse," "recycling," or "circular," one cannot expect environmental benefits related to the replacement of virgin materials. The only environmental benefit (primarily in terms of climate aspects and air pollution related to transportation) can only be achieved if the total transport emissions decrease compared to the alternative. From a resource conservation perspective, no benefits would be achieved if the materials are used without a genuine function.

It is not uncommon for the use of excavation materials for final covering of landfills to occur in larger quantities than necessary to achieve the intended protection, resulting in wasteful practices (Naturvårdsverket, 2022a). Such "unnecessary" landfill covering should be considered as disposal from an environmental perspective.

Sammanfattning

Syftet med studien är att öka medvetenheten om schaktmassor och framhäva potentialen för ökad klimat- och miljönytta genom en mer cirkulär användning samt en mer resurseffektiv och hållbar hantering.

Rapporten beskriver den nuvarande situationen för hantering av schaktmassor och den motsvarande jungfruliga produktionen, samt vanligt förekommande begrepp i Sverige.

Utvärderingen av återvinning av schaktmassor innefattar både kvantitativa och kvalitativa bedömningar jämfört med deponering eller jungfrulig produktion. Klimataspekterna utvärderas kvantitativt genom att mäta CO2e-utsläpp per ton av schaktmassor i olika scenarier. Andra miljöaspekter belyses kvalitativt genom litteraturanalys där återvinning jämförs övergripande med deponering och ny produktion.

Huvudsakliga resultat: klimat

- Återvinning av schaktmassor ger relativt små klimatvinster, men anpassning av transportsystem (storlek på transport, bränsleval, och utnyttjande av returtransporter) och övergång till icke fossila eller låg-fossila energikällor i processer för både återvinning av schaktmassor och framställning av jungfruligt ballastmaterial påverkar mer. Därför är det viktigt att vid utveckling av cirkulär hantering ha en helhetssyn på hanteringen av både jungfruligt ballastmaterial schaktmassaproblematiken. Det är inte bara fråga om återvinning eller inte återvinning, utan en samordnad total översyn med återvinning, transportsystem och energianvändning i processerna behövs.

- Det är **stor skillnad i klimatpåverkan** mellan när schaktmassorna **ersätter ett annat material**, och när de **inte ersätter** ett annat material.

- När schaktmassorna ersätter ett annat ballastmaterial erhålls besparingar från minskat produktion av jungfruligt material.

- En mer långtgående behandling eller upparbetning av “normala” schaktmassor ger egentligen bara en mindre klimatvinst jämfört med att använda schaktmassorna utan upparbetning.

- **Transporter spelar stor roll** för klimatpåverkan. Det gäller transporter av både schaktmassor och av jungfruligt material. Det är skillnaden mellan transporterna av schaktmassor och transporterna av de ersatta jungfruliga materialen som är viktig. Det gäller såväl transportavstånd och transportstorlek som utnyttjande av returtransporter och val av drivmedel.

- **Energianvändning** spelar stor roll för klimatpåverkan. Förutom för transporter förbrukas energi vid framställning av både primärt ballastmaterial och vid återvinning av schaktmassor (”sekundär framställning av ballastmaterial”). Traditionellt har processerna till största delen varit dieselbaserade (både primär och sekundär ballastframställning men nu syns en övergång till mer elektrifierade processer och användning av HVO-bränsle som båda minskar utsläppen av fossil koldioxid.

- **Deponering** av schaktmassor är det scenario som **ger högst utsläpp av klimatgaser, mest beroende på att schaktmassorna inte ersätter något annat material**. Det är närmare 4 miljoner ton jordmassor som deponeras på avfallsdeponier varje år i Sverige. Om man tänker sig att cirka hälften av denna mängd tas omhand på ett mer cirkulärt sätt, exempelvis genom en kombination av övriga scenarier så att nettoutsläppet av klimatgaser är noll, skulle ca 10 000 ton CO2e sparas varje år.

Huvudsakliga resultat: andra miljöaspekter

- Förutom klimatet finns det andra miljöaspekter som kan vara viktigare men de glöms ofta bort. Det bästa för miljön är alltid att minimera ingreppen i naturen, och när det kommer till schaktmassor innebär det att minska miljöbelastningen genom att bevara jungfruliga resurser och använda de schaktmassor som redan har genererats och är i omlopp i samhället. Genom att göra detta minskar man behovet av deponering, minskar utvinningen av jungfruligt material och därmed minskar man också den relaterade miljöpåverkan. Även om det saknas kvantitativa utvärderingar av andra miljöaspekterna än klimatet kan vissa generella fördelar framhävas.

- Cirkulär hantering är främst relevant ur ett perspektiv för **resurshushållning**, då det minskar deponeringen och behovet av att utvinna jungfruliga material. I Sverige deponeras icke-förorenade schaktmassor i mer betydande omfattning än andra avfall. Jord- och

schaktmassor utgör den näst största andelen deponerat avfall i Sverige efter gruvavfall och utgör över 60% av den totala mängden deponerat avfall.

- Å andra sida utvinns årligen betydande mängd jungfruliga material i Sverige, såsom bergkross, naturgrus, morän i storleksordningen **101 miljoner ton** per år och 1,1 kg per invånare per timme. Dessa material är ändliga naturresurser. En preliminär expertbedömning tyder på att **upp till hälften** av denna mängd teoretiskt sett **skulle kunna ersättas med återvunnen ballast** från schaktmassor. Detta skulle bevara kvalitativt jungfruligt berg och möjliggöra att täkterna kan bevaras under längre tid.

- Genom att återvinna **1 ton icke-förorenade schaktmasso**r kan man potentiellt **spara mellan 0,2 ton och 1 ton** jungfrulig ballast och motsvarande mängd minskad deponering. Detta innebär en betydande resurshushållning i absoluta termer. Tillförlitlig statistik om genererade och behandlade schaktmassor är bristfällig, men Naturvårdsverket uppskattar grovt att den totala mängden massor som genereras i Sverige är i storleksordningen 60–80 miljoner ton, möjligen dubbelt så mycket. Om vi utgår från den mest konservativa uppskattningen, skulle ökad återvinningen av schaktmassor kunna bidra med minst 10 miljoner ton i besparade resurser jämförbart med vikten av cirka 6 miljoner personbilar. Minskad deponering och minskad jungfrulig produktion kan bidra till att **minska tryck på miljön** genom att reducera **landskapsskador** och **minskade risker för grundvattentillgångar**, med mera.

- Samma användning av schaktmassor kan ha varierande miljöpåverkan beroende på slutprodukten och dess funktion. Det är inte ovanligt att **schaktmassor används utan faktiskt behov eller funktion**. Trots att detta ibland felaktigt kallas "återanvändning", "återvinning" eller "cirkulärt", **kan man inte förvänta sig miljöfördelar som är relaterade till ersättning av jungfruliga material**. Den enda miljönyttan (främst med avseende på klimataspekter och luftföroreningar relaterade till transport) kan bara uppnås om transportutsläppen totalt sett minskar jämfört med alternativet. Ur ett resursbevarande perspektiv skulle inga fördelar uppnås om materialen används utan en äkta funktion.

- Det är inte ovanligt att användningen av schaktmassor för slutlig täckning av deponier sker i större omfattning än vad som är nödvändigt för att uppnå det skydd som sluttäckningen avser, dvs. resursslösande sätt

(Naturvårdsverket, 2022a). Sådant ”onödig” täckning av deponier bör betraktas som deponering från ett miljöperspektiv.

Innehållsförteckning

Summary **3**

Sammanfattning **6**

1 Inledning **11**

Syfte och problemställning 11

2 Metod och genomförande **11**

2.1 Livscykelanalys 12

2.2 Beräkningar av klimatpåverkan 12

3 Bakgrund **14**

3.1 Vad är schaktmassor? 14

3.2 Avgränsningar 17

3.3 Typiskt behandling av jord och schaktmassor 17

3.4 Befintlig statistik om massor 21

3.5 Utvinning av jungfruligt av ballastmaterial 22

4 Resultat miljöaspekter **24**

4.1 Klimataspekter 24

4.1.1 Vad utvärderas? Scenarios för utvärdering 24

4.1.2 Hantering utan transporter 28

4.1.3 Hantering, med transporter 30

4.1.4 Känslighetsanalys (andra scenarier) 33

4.2 Andra miljöaspekter 36

4.3 Det som kallas "cirkulärt" är inte alltid "cirkulärt" och nödvändigt 40

5 Slutsatser **41**

6 Referensförteckning **43**

1 Inledning

Ett avfall som fått alltmer fokus under senare år är schaktmassor och andra massor från bygg-, rivnings-, och anläggningsprojekt. En stor del av dessa avfall hanteras idag linjärt, men det är en strävan att öka cirkulariteten i hanteringen.

Branschorganisationen Återvinningsindustrierna har sett behovet av kunskaps- och informationsmaterial för att kommunicera med kunder, politiker, kommuner och allmänheten om vilken miljönytta som en cirkulär hantering av massor innebär, jämfört med den ”gamla” hanteringen som till stor del innebär deponering av schaktmassor och andra massor och uttag av jungfruligt material.

Syfte och problemställning

Det finns i samhället överlag en brist på kunskap och medvetenhet om schaktmassor, och hur de bör hanteras i ett cirkulärt samhälle.

Syfte med studien är att öka medvetenhet om schaktmassor och lyfta fram potentialen till ökad klimat- och miljönytta vid mer cirkulär användning av schaktmassor och en mer resurseffektiv och hållbar användning.

2 Metod och genomförande

Studien genomfördes genom både kvantitativ och kvalitativ utvärdering av potential miljöpåverkan från hantering av schaktmassor. I vilken grad miljökonsekvenserna kunde utvärderas kvantitativt eller diskuteras kvalitativt berodde på miljökonsekvenskategorin och tillgängligheten av data.

Klimataspekterna utvärderades kvantitativt i mängd CO2e per ton av schaktmassor, baserat på data från litteratur, egna data och expertbedömningar samt information och data från EPD:er och Återvinningsindustriernas medlemmar. Andra miljöaspekter som ansågs viktiga eller relevanta saknade huvudsakligen kvantitativa data och utvärderades kvalitativt baserat på litteraturstudier.

2.1 Livscykelanalys

Livscykelanalys (LCA) är en metod för att åstadkomma en helhetsbild av miljöpåverkan av en produkt under hela dess livscykel. Det vill säga från råvaruutvinning, tillverkningsprocesser, användning samt avfallshanteringen, inklusive alla transporter och all energiförbrukning i alla led. Miljöbelastningen uppskattas genom att beräkna alla inputs (exempelvis material och energi) och outputs (utsläpp, avfall) från det studerande systemet. Inventerade inputs och outputs kan sedan kännetecknas i olika typer av miljöpåverkan som till exempel global uppvärmning, toxicitet kopplat till människlig hälsa eller ekosystem samt övergödning.

2.2 Beräkningar av klimatpåverkan

Som huvudmetod har vi valt så kallade ”bokförings-LCA” som är den vanligaste metoden i många liknande avfallstudier, till exempel (Miliute-Plepiene et al., 2019; Miliute-Plepiene et al., 2022). Bokförings-LCA använder genomsnittsdata om produktion, material och energi på den globala, regionala eller nationella nivån. Alternativt kan ”konsekvens-LCA” användas där man istället använder ”marginaldata”. Om man utgår från exempelvis elförbrukning i en process, så innebär det att i bokförings-LCA antar man att el utgörs av så kallad ”medel” (som i Sverige domineras av vattenkraft, kärnkraft, vindkraft, solkraft och biobränslekraft som alla ger relativt låga emissioner av växthusgaser). I konsekvens-LCA antas el utgöra ett marginalbränsle som kan förmodas användas för att klara av en ökad elförbrukning kortsiktigt – i LCA-beräkningar antas ofta marginalen framställas ur kol, naturgas eller olja.

Som indikatorer för klimatpåverkan har använts CO2-ekvivalenter (CO2e). Som karakteriseringsmetod valdes IPPC2013-metoden (IPPC 2016).

Som underlag för klimatpåverkan av schaktmassor har använts så kallad systemutvidgning där klimatavtryck är beräknade som en skillnad mellan klimatavtrycket från de egentliga hanteringsprocesserna för schaktmassor och klimatavtryck vid produktion av de ersatta genomsnittliga produkterna (exempelvis återvunna material), det vill säga:

> (*Klimatpåverkan från hantering av schaktmassor*) – (*Klimatpåverkan från framställning och hantering av jungfruligt material som schaktmassorna ersätter vid återvinning*)

Även utsläpp av klimatgaser av alla uppströms processer för att tillverka en produkt eller ett material, såsom utvinning, tillverkning, transporter, distribution och användning är inkluderade (exempelvis klimatpåverkan från att framställa och distribuera den diesel som används av fordon och arbetsmaskiner.

Vid beräkningarna har vi utgått från data som publicerats i andra LCA-studier, i EPD:er (miljövarudeklarationer) för bergkross, naturgrus och återvunnen ballast (”recycled aggregates”), samt i miljörapporter.

Systemgränserna kan i kort beskrivas enligt följande:

- Schaktmassor från ett byggprojekt, uppgrävda och lastade på lastbil (uppgrävning och lastning antas vara samma i alla scenarier).

- Schaktmassor, eller rester från bearbetning av schaktmassor som ligger upplagda på deponi. I princip ingår även de framtida emissionerna av växthusgaser som sker från deponi. I föreliggande studie har ansatts att schaktmassorna är inerta (försumbar halt av organiskt material). Vi har också antagit att det är jord som inte är förorenad och innehåller farliga ämnen i mycket låga halter, under de så kallade MKM-värdena (mindre känslig markanvändning).

- Schaktmassor, eller produkter från bearbetning av schaktmassor som transporterats till annat byggprojekt för användning.

- Berg, morän, grus eller matjord i orört tillstånd, det vill säga före utgrävning, upparbetning, sprängning, losshållning och så vidare.

- Bergkross, morän, grus eller matjord som transporterats till annat byggprojekt för användning.

Vi utvärderar en ton genererad schaktmassa (vår funktionella enhet).

3 Bakgrund

3.1 Vad är schaktmassor?

Byggsektorn är en av de sektorer i samhället som använder mest av naturresurser. Bland de största materialen i volymer är material av mineraliska innehåll, så kallad ”ballastmaterial”. Ballastmaterial kan vara sand, grus, krossberg och andra granulära material som behövs som konstruktionsmaterial och utfyllnadsmaterial i samhället för att bygga infrastruktur, industribyggnader, kontorsbyggnader, bostäder, med mera. Ballastmaterial är huvudkomponenten i järnvägar, asfalt och betong samt väggsmakadam eller fyllnadsmaterial som finns överallt i samhälle (SGU, 2022).

Ballastmaterial blir inbyggda i byggnader, vägar eller annan infrastruktur (exempelvis järnvägar) för en viss period. Vid ombyggnad, renovering eller rivning uppkommer avfall eller överskottsmaterial av ballastmaterialen. Vid nya bygg- och anläggningsprojekt eller olika service- och underhållsarbeten behövs oftast mark grävas upp (exempelvis för att bygga ut fundament eller bygga/byta vatten- och avloppsledningar) och genererad material i form av jord eller annat mineraliskt material behöver hanteras. Dessa avfall eller överskottsmaterial kallas oftast *massor*, inklusive jord- och schaktmassor.

Ofta är de begrepp som används inte standardiserade och i olika sammanhang kan ett och samma begrepp ha olika innebörd. I denna studie används följande definitioner:

Entreprenadberg är ett bergmaterial som inte har brutits ut från en täkt, utan har uppstått genom skärningar eller tunnlar vid vägbyggen eller andra byggprojekt. Detta bergmaterial kan användas efter bearbetning för att bygga till exempel vägar och järnvägar . (Naturvårdsverket, 2022a).

Jord- och schaktmassor är material som uppstår vid grävnings- och schaktningsarbeten (vanligtvis inte sprängning). Dessa material kan användas direkt eller efter bearbetning för att bygga exempelvis vägar eller som fyllningsmaterial. I bearbetningen kan sortering, krossning och siktning ingå, och ibland även tvättning. Jord- och schaktmassor kan bestå av 1) sand och grus (inklusive ”gammalt” bergkrossmaterial som varit i samhällsbyggandet), 2) morän, och 3) lera och silt. Vanligtvis framställs produkttyper såsom bär- och

förstärkningslager, rörgravsgrus, mursand och fyllnads- och tillsatsmaterial genom sortering och i vissa fall genom krossning och siktning (Naturvårdsverket, 2022a).

Figur 1. Återvinning av schaktmassor i Hummeltorp Sverige AB (bilder av J.O. Sundqvist)

Det förekommer diskussioner om när schaktmassor och entreprenadberg ska **klassas som avfall och när det kan klassas som biprodukt**. Vi går inte närmare in på denna fråga här, eftersom hantering och miljöeffekter i princip blir desamma oavsett om de klassas som avfall eller biprodukt.

Mineralavfall från bygg och rivning uppstår vid rivning av gamla byggnader, vägar, infrastruktur med mera. Det består av betong, tegel och även asfalt, samt av olika överskottsmaterial vid nybyggnad, och nyanläggning.

Om entreprenadsberg, schaktmassor och mineralavfall används (med eller utan bearbetning) i konstruktioner och infrastruktur ingår det i begreppet ”ballast”. **Primär** eller **jungfrulig ballast** utvinns från olika täkter (bergkross, naturgrus eller andra täkter). **Sekundära ballastmaterial** är ballast som antingen är **återvunna** schaktmassor, mineralavfall eller entreprenadsberg. För ballast som används i produktionen av mycket högkvalitativa produkter, som till exempel användning för vägbyggnation, krävs tester och deklarationer. Dessa kräver oftast en jämn och hög kvalitet. Det är inte alltid möjligt att uppnå dessa krav med sekundära material. Sekundära material, som återvunna schaktmassor, användas därför ofta för andra ändamål (se mer i avsnitt 3.5).

Det finns också olikheter i tolkningen av begreppen materialåtervinning, återvinning och användning. I denna studie används följande definitioner:

Med **återvinning** avser vi varje förfarande vars främsta resultat är att avfall får ett nyttigt användningsområde, antingen genom att det direkt på anläggningen eller utanför anläggningen **ersätter annat material** som annars skulle ha använts för ett specifikt ändamål, eller genom att förbereda avfallet för detta ändamål (EU 2008/98/EG, 2008; EU 2018/851, 2018). Schaktmassor kan återvinnas som fyllnads- och konstruktionsmaterial utan någon upparbetning, till exempel som bullervallar, och olika utfyllnader. Schaktmassorna kan också behandlas och bearbetas så att specifika ballastprodukter erhålls.

Med **materialåtervinning** avser vi alla typer av återvinningsprocesser där avfalls**material** omvandlas till produkter, material eller ämnen, antingen för dess ursprungliga syfte eller för andra ändamål (EU 2008/98/EG; EU 2018/851, 2018). Återvinning är ett mer övergripande begrepp som innefattar även användning av schaktmassor som fyllnadsmaterial (vilket vanligtvis inte kallas materialåtervinning).

I vår studie använder vi även det övergripande begreppet "**användning**". Användning kan innebära återvinning eller materialåtervinning, vilket betyder att avfallsmaterialet ersätter annat material. Det finns dock också fall där avfallet används i en anläggning eller konstruktion där det i praktiken inte ersätter något annat material. Det innebär att anläggningen eller konstruktionen byggs enbart för att bli av med massor. Dessa fall bör inte benämnas som återvinning eller materialåtervinning.

Användning av schaktmassor för sluttäckning av deponier kan också definieras som "annan återvinning" enligt Naturvårdsverket (2023), om de ersätter ett annat material. I vår studie använder vi i stället begreppet "användning" för att hålla det enkelt, och vi specificerar hur det används och om det ersätter andra material: **användning** (övergripande), användning **med ersättning** (= återvinning, inkl. materialåtervinning), användning **utan ersättning**, användning för **sluttäckning av deponier** och ”**onödig” sluttäckning av deponier** (där inget material ersätts).

Deponering refererar till processen att lägga eller placera massor på en specifik plats (på eller under markytan) i syfte att bortskaffa avfallet, vanligtvis på en så kallad deponi. Deponier kan klassificeras i tre olika kategorier med olika krav: 1) deponier för farligt avfall, 2) deponier för icke-farligt avfall och 3) deponier för

inert avfall. I vår rapport fokuserar vi främst på deponering av icke-farliga schaktmassor. Schaktmassor deponeras vanligtvis i deponier för inert avfall. Men de kan också kan användas som konstruktionsmaterial och för slutlig täckning i alla typer av deponier.

Med **cirkulär hantering** menar vi att schaktmassor hanteras som en resurs som kan materialåtervinnas eller användas för att minska uttaget av naturresurser och minska miljöpåverkan. Detta innebär att användning och materialåtervinning prioriteras i stället för deponering.

3.2 Avgränsningar

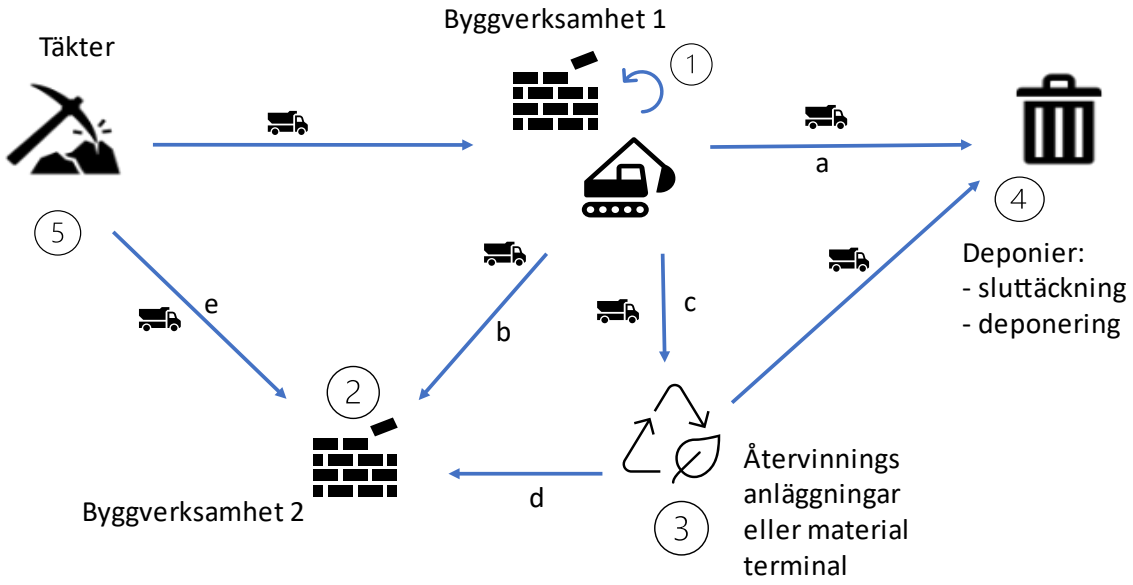
I vår rapport fokuserar vi på schaktmassor, samt motsvarande produkter från jungfruliga källor. I viss mån har vi diskussionsmässigt med även entreprenadberg och mineralavfall från bygg och rivning, eftersom dessa ingår i begreppet ”återvunnen ballast”.

Vi exkluderar förorenade massor (över de så kallade MKM-värdena) och schaktmassor som klassas som farligt avfall. eftersom det är särskilda problem förknippade med.

3.3 Typiskt behandling av jord och schaktmassor

Behandlingen av schaktmassor kan utföras på olika sätt beroende på var de används och deras kvalitet. En del av schaktmassorna kan användas inom den egna verksamheten (så kallade interna massor), medan en del kan hanteras av annan verksamhet (så kallade externa massor) (Naturvårdsverket, 2023).

Nedan beskrivs de typiska användnings-, återvinnings- eller bortskaffningsmöjligheter **(**Figur 2**)**.



Figur 2. Olika hantering av schaktmassor (ingen skillnad görs mellan massor som definieras som avfall och icke avfall).

(1) Användning (interna massor) på plats (steg 1 i Figur 2)

Schaktmassor som inte är förorenade kan ofta användas på plats för att plana ut mark, terrassera området, eller skapa nya ytor för byggnader och infrastruktur. Ibland kan det finnas möjligheter även för lagring och behandling inom ett större arbetsområde eller direkt i anslutning till detta. Men i de flesta fall finns det inte möjlighet att tids- eller platsmässigt lagra och behandla massor inom samma projekt där massorna uppkommer (Naturvårdsverket, 2022a).

Användning på plats minskar behovet av att transportera avfall till behandling och material från andra platser. För att minska transportkostnaderna kan det ibland förekomma att schaktmassor används på plats utan att det finns något verkligt behov för det. Till exempel kan massorna användas för att bygga en bullerskyddsvall i ett område där det egentligen inte behövs något bullerskydd, eller för att skapa en landskapsmodellering som annars inte skulle ha utförts om man inte hade tillgång till schaktmassorna I rapporten benämns detta som "onödig" användning. Dessa användningar betraktas inte som återvinning eftersom de inte ersätter ett annat material (se avsnitt 3.1).

(2) Användning (externa massor) i andra projekt (steg 2 direkt eller genom steg 3 i Figur 2)

Det är vanligt att massorna transporteras bort från de projekt där de uppstått och används i andra projekt. De kan antigen transporteras direkt till det andra byggprojekt (steg 2 i Figur 2) eller transporteras till återvinningsanläggningar eller materialterminal (steg 3 i Figur 2)) innan de når det andra byggprojektet.

2 (b) Användning av externa massor direkt i annat projekt.

Externa massor kan användas på samma sätt som interna massor i steg 1, det vill säga som fyllnads- och konstruktionsmaterial. Den huvudsakliga skillnaden är att massorna transporteras till en annan byggarbetsplats. På samma sätt kan det förekomma "onödig" användning där man inte ersätter ett annat material (se ovanför angående steg 1).

2 (b+c) Användning av externa massor genom återvinningsanläggningar eller materialterminal

Schaktmassor kan tas om hand av specialiserade anläggningar, såsom materialterminaler eller återvinningsanläggningar. Vid en så kallad materialterminal (som kan vara belägen vid täkter) kan även ballastmaterial hanteras som inte är avfallsklassade, till exempel entreprenadberg.

På dessa anläggningar genomförs olika förfaranden, såsom behandling och testning. Behandlingen innebär vanligtvis krossning och siktning, och i vissa fall även tvättning. Här kan även tester och certifiering av slutprodukterna utföras, vilka kan användas för olika ändamål, såsom byggmaterial för vägar, järnvägar och bullerskyddsvallar, eller som grundläggning för byggnader eller parkeringsplatser.

Schaktmassornas återvinningsgrad och deras lämplighet som ersättning för jungfruliga material är starkt beroende av deras sammansättning, som i sin tur beror på den geografiska platsen där schaktningen ägde rum samt hur de hanterades vid schaktningen (om de inte blandades med annat material), typen av projekt, tillgången till teknik och liknande faktorer.

Till exempel är det en stor skillnad i hur mycket ballast som kan återvinnas från schaktmassor beroende på deras sammansättning och process. Enligt information från Swerock (Jörnlind, 2023) i en typisk situation (om vi exkluderar lerhaltiga schaktmassor) kan utbytet av ballast vid siktning bli ungefär 20 % vid enkel torrsiktning (harpa och liknande) och 80 % vid mer avancerad upparbetning (våtsiktning). Det återstående materialet måste hanteras på något sätt, till exempel

deponeras. Det är viktigt att inte betrakta schaktmassor som en direkt ersättning för konstruktionsmaterial. Massorna kräver oftast bearbetning genom krossning och separering. Den enda situationen där schaktmassor kan ersätta en produkt direkt är möjligen för morän (ren morän kan de ersätta jungfrulig morän i 1:1-förhållande) (Jörnlind, 2023).

Enkel upparbetning kan i vissa fall ske på samma plats där schaktmassorna uppstår (steg 1 i Figur 2), medan både enkel och mer avancerad upparbetning kan utföras på särskilda behandlings- eller återvinningsanläggningar (steg 4 i Figur 2).

Sammansättningen kan också ha stor påverkan på ersättningsgraden, beroende på geografisk plats och typ av projekt. I schaktområden som är rika rika på naturgrusär det möjligt att återvinna naturgrus, och man kan uppnå en genomsnittlig återvinningsgrad på cirka 50 % även med en enkel behandling. Om vi inkluderar ren jord med humusinblandning för jordtillverkning kan den genomsnittliga återvinningsgraden nå upp till 70 %. Vissa företag hävdar att de lyckas återvinna mer än 90 % av jord- och schaktmassor (Otterström, 2023a).

(4) Hantering av schaktmassor på deponier

Schaktmassorna kan också transporteras till deponier för antingen 1) användning som sluttäcknings- och konstruktionsmaterial i deponier eller 2) bortskaffning.

Sluttäckning av deponier eller konstruktionsmaterial i deponier

Schaktmassor kan användas som konstruktionsmaterial för sluttäckning av deponier eller för att bygga vägar och planer inom deponiområdet. Om massorna används som ersättning för annat material inom deponin, kan detta klassificeras som ett återvinningsförfarande (Naturvårdsverket, 2022a). Det som oftast ersätts är material av låg kvalitet, såsom morän.

I en rapport från Naturvårdsverket (Naturvårdsverket, 2022a) framhålls att sluttäckning av deponier ibland fungerar mer som en alternativ metod för bortskaffande, än som material för konstruktion eller sluttäckning. Detta är juridiskt sett en återvinningsmetod, men i praktiken innebär det att stora mängder avfallsmassor används för att täcka över deponier, även om det inte är nödvändigt för att uppnå det skydd som sluttäckningen är avsedd för.

Enligt Naturvårdsverkets bedömning är sådan hantering av massor ”mycket omfattande”(Naturvårdsverket, 2022a).

Deponering

Idag betraktas deponering av massor i många fall som den enklaste och minst kostsamma metoden för att hantera schaktmassor. Transportavstånd och mottagningsavgifterna avgör ofta valet av deponeringsplats. Förutom det kan även korta ledtider i ett byggprojekt spela en roll i beslutet att transportera massorna direkt till en deponi, istället för att hantera dem för provtagning, bedömning och eventuell fortsatt användning (Naturvårdsverket, 2022a).

Materialet kan också lagras i varje steg enligt Figur 2. Om icke-farligt avfall lagras mer än ett år före bortskaffande eller om det lagras i mer än tre år före återvinning klassas det som deponering.

3.4 Befintlig statistik om massor

Det finns ännu ingen tillförlitlig statistik om mängden schaktmassor som produceras och hur de hanteras. Enligt Naturvårdsverket uppskattas storleksordningen för årligt producerade massor vara inom intervallet 60–80 till potentiellt 150–200 miljoner ton på nationell nivå (Naturvårdsverket, 2022a). Det är viktigt att notera att denna uppskattning inkluderar flera olika typer av massor, såsom entreprenadberg, jord- och schaktmassor, och både material det som klassas som avfall och som inte klassas som avfall (Naturvårdsverket, 2022a)

De massor som är klassificerade som avfall och som hanteras vid tillståndspliktiga anläggningar ingår i den officiella avfallsstatistiken. År 2020 genererade byggsektorn cirka 14 miljoner ton avfall, vilket står för cirka 40 % av den totala mängden avfall (35,7 miljoner ton) i Sverige, exklusive gruvavfall. Den största delen av avfallet (mer än 80 %) från byggsektorn är olika massor, såsom jord- och schaktmassor och mineraliska massor som innehåller betong, tegel, kakel och liknande (Naturvårdsverket, 2022b).

Enligt den nationella statistiken uppkom cirka 8,7 miljoner ton av jordmassor (som klassades som icke-farligt avfall) år 2020. Av denna mängd går mer än 40 % direkt till deponering, medan den återstående andelen används till konstruktion och återfyllnad, främst på deponier (Naturvårdsverket, 2022b). Deponerade mängder av massor och mineraliskt avfall inom byggsektorn utgör 60–70 % av det totala

avfallet som deponeras i Sverige (exklusive gruvavfall från gruvbranschen)1. I den nationella avfallsstatistiken ingår dock bara avfall som hanteras på tillståndspliktiga anläggningar (A- och B-anläggningar), medan schaktmassor eller mineralavfall som hanteras av anmälningspliktiga anläggningar (så kallade C-anläggningar) och andra verksamheter med liten miljöpåverkan (så kallade U-anläggningar) inte ingår. Bullervallar och utfyllnadsarbeten vid byggprojektet är exempel på sådana anläggningar som inte ingår i statistiken.

3.5 Utvinning av jungfruligt av ballastmaterial

Schaktmassor kan anses som en råvara som åtminstone delvis kan ersätta jungfruligt ballast som morän, bergkross och naturgrus.

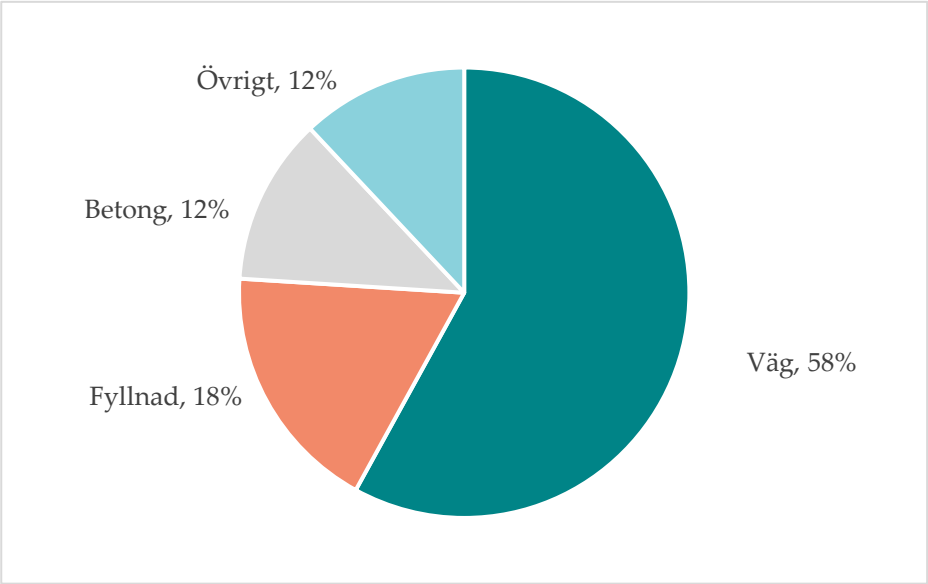
Ballast i form av bergkross, natursten och morän är den absolut största råvara som utvinns i Sverige (exkl. vatten). Det utgör mer än 70 % av råvaruutvinning av den totala produktionen som består av malm, industrimineral, torv och natursten och ballast (SGU, 2022). År 2021 **utvanns det 101,4 miljoner ton ballastmaterial** i Sverige, eller 9,7 ton/invånare, som motsvarar **1,1 kg/timme/invånare**[2] av jungfruligt ballastmaterial (SGU, 2022). Det förväntas att den årliga konsumtionen av ballastmaterial kommer fortsätta öka till 120 miljoner ton fram till 2040 (SGU, 2021).

Behovet av ballast

En kilometer motorväg kräver ungefär 64 000 ton ballast, för en järnväg behövs cirka 48 000 ton/km. I jämförelse kräver konstruktionen av en normalstor villa ungefär 100 ton material (SGU, 2022).

[1] 2.61 Mt (2.3 Mt jordmassor + 0.31 Mt mineraliskt och blandat bygg och rivningsavfall) utav 3.7 miljoner av totalt deponerad av icke-farligt avfall (exkl. gruvaavfall)
[2] baserad på data om befolkningsmängd år 2021 enligt SCB, statistik om ballast från SGU.

Ballast används för olika ändamål inom byggnader och infrastruktur (Figur 3).



Figur 3. Användningsområden av levererad ballast år 2021 (SGU, 2022)

Det skulle inte vara möjligt att täcka hela behovet av ballast genom användning av återvunnen ballast. Grovt räknat kan återvunnen ballast med ursprung i schaktmassor aldrig bli aktuellt för användning i exempelvis kategorierna "övrigt", betong, asfalt eller huvuddelen av vägkonstruktioner (se Figur 3). I vissa fyllnadsapplikationer och de undre lagren i vägar kan det fungera. En uppskattning är att högst hälften av förbrukningen av ballastmaterial teoretiskt kan ersättas med återvunnen ballast (Jörnlind, 2023).

Det finns tre huvudsakliga grupper av jungfruliga ballastkällor: bergtäkter, naturgrustäkter och moräntäkter. Det finns även kombinationstäkter som kan producera flera olika typer av ballastmaterial samtidigt (SGU, 2022). Det finns även täkter som tar emot schaktmassor, mineralavfall och entreprenadberg för återvinning av ballastmaterial. Det blir allt vanligare bland de nyare tillstånden för täkter att inkludera återvinning som en del av verksamheten (Elofsson, 2023).

Enligt SGU kan de flesta ballastmaterial transporteras **högst upp till 50 km från täkten,** av ekonomiska skäl. Ballast av högre kvalitet (t.ex. kvartsit och porfyr) kan däremot transporteras längre bort, mer än 100 km (SGU, 2022). Enligt informationen från enskilda företag transporteras bergmaterial normalt sett högst 20-30 km i de större försörjningsområdena i landet (Elofsson, 2023).

En tydlig trend under de senaste 30 åren är att antalet täkter har minskat, samtidigt som den totala jungfruliga produktionen har ökat. År 2000 producerade 3 165 täkter i genomsnitt cirka 20 200 ton material per täkt. År 2021 var antalet täkter 1 122 och genomsnittet per täkt var 90 374 ton (SGU, 2022).Bergkrossproduktion i bergtäkter innefattar flera processer, inklusive sprängning av råberg, tunga transporter inom anläggningen, krossning i flera steg beroende på önskade fraktionsstorlekar samt siktning och sortering.

I naturgrus- och moräntäkterna kan ingå liknande processer som i bergtäkterna, med undantag för sprängning (Bergmaterialindustri, 2023).

4 Resultat miljöaspekter

Utvärderingen av återvinning av schaktmassor innefattar både kvantitativa och kvalitativa bedömningar jämfört med deponering eller jungfrulig produktion. Klimataspekterna utvärderas kvantitativt genom att beräkna CO2e-utsläpp per ton schaktmassor i olika scenarier. Andra miljöaspekter belyses kvalitativt genom litteraturanalys där återvinning jämförs övergripande med deponering och ny produktion.

4.1 Klimataspekter

4.1.1 Vad utvärderas? Scenarios för utvärdering

I denna studie har gjorts en kvantitativ utvärdering av utsläpp av klimatgaser från olika hanteringar av schaktmassor. De parametrar som identifierades under förberedelserna av projektet och som fanns vara av potentiell betydelse var:

1. Transporter. Både transportavstånd och typ av transport kan påverka. Det är flera olika transporter i hanteringskedjan som kan påverka (se i Figur 2)
    a. Från schakt till deponi.
    b. Från schakt till byggprojekt som kan använda schaktmassorna (kan även vara deponi som använder schaktmassorna för täckning eller konstruktion).
    c. Från schakt till återvinningsanläggning.
    d. Från behandlingsanläggning till byggprojekt som kan använda schaktmassorna.

   e. Besparade transporter för bergkross, naturgrus eller morän.
   f. Returtransporter förknippade med alla föregående.

2. Utsläpp i samband med bearbetning av schaktmassorna, främst utsläpp från arbetsmaskiner, kvarnar, siktar, tvättar med mera. Till stor del drivs dessa med diesel, och till viss del av elektricitet. För dieseldrivna maskiner och arbetsfordon spelar också stor roll om man använder konventionell diesel eller HVO-bränsle (”biodiesel”).

3. Sparade utsläpp från utvinning och framställning av jungfruliga ballastmaterial som kan ersättas av schaktmassor.

4. Hur mycket jungfruligt material och kvalitet på detta som schaktmassor ersätter i verkligheten.

De scenarier som formulerats är:

- **Scenario A1**: Användning på plats efter lagring (omlastning ingår) och utan bearbetning. Ersätter morän 1:1.
- **Scenario A2**: Användning på plats efter lagring (omlastning ingår) och utan bearbetning. Ersätter inte något jungfruligt material.
- **Scenario B1**: Deponering.
- **Scenario C1**. Användning som täckmaterial på deponi, eller användning i bullervall. Ingen bearbetning. Ersätter morän 1:1.
- **Scenario C2**. Användning som ”onödigt” täckmaterial på deponi, eller användning i bullervall. Ersätter inte något jungfruligt material.
- **Scenario D1**. Användning i byggprojekt efter liten eller ingen bearbetning. Ersätter morän 1:1.
- **Scenario D2**. Användning i byggprojekt efter liten eller ingen bearbetning. Ersätter inte något jungfruligt material.
- **Scenario E1**. Långtgående bearbetning i behandlingsanläggning. Ersätter specificerade produkter (25 % baserat på bergkross, 25 % på gruskross, och 25 % jord) och resten (25 %) deponeras.

För var och en av dessa scenarier studeras två transportfall:

I. Inga transporter räknas, utan endast olika typer av behandling och bearbetning. För de fall där schaktmassorna kan ersätta jungfruligt material görs en beräkning hur långt schaktmassorna kan transporteras för att ge samma klimatbelastning som det jungfruliga materialet.

II. Följande transportavstånd antagits för att illustrera transporternas inverkan på resultatet Transporterna antas ske i 12 tons last utan returtransport. I en känslighetsanalys studeras sedan andra transportavstånd, andra transportsätt (25 tons last) och inverkan av returtransporter.

Avstånd schakt – avfallsanläggning	15	km
Avstånd avfallsanläggning - bygge 2	15	km
Avstånd täkt - bygge 2	30	km
Avstånd schakt – deponi	30	km

De data som använts vid beräkningarna presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. Parametrar som används i utvärderingen.

Parameter	Värde	Enhet	Kommentar
Transport, 12 tons last, tom returtransport	0,151	kg CO2e/ton, km	NMT (NMT, 2022)
Transport, 25 tons last, tom returtransport	0,071	kg CO2e/ton, km	NMT (NMT, 2022)
Jungfrulig produktion			
Bergkross, ett krossteg	1,82	kg CO2e/ton	EPD Bergkross-produkter – viktat medelvärde (EPD-Norge, 2023a)
Bergkross, två krossteg	2,34	kg CO2e/ton	EPD Bergkross-produkter – viktat medelvärde (EPD-Norge, 2023a)
Bergkross, tre krossteg	2,84	kg CO2e/ton	EPD Bergkross-produkter – viktat medelvärde (EPD-Norge, 2023a)
Utvinning av jungfruligt naturgrus (exklusive transport) (naturgrustäkt)	1,2	kg CO2e/ton	EPD (medelvärde från flera norska anläggningar (EPD-Norge, 2020, 2022a, 2022b, 2022c, 2022d, 2022e)

Utvinning av jungfrulig morän (exklusive transport) (moräntäkt)	1,2	kg CO2e/ton	Miljörapport, vägt medelvärde från flera miljörapporter[3]
Utvinning av jord (exklusive transport) (jordtäkt)	1,2	kg CO2e/ton	Antagit samma som morän
Hantering av schaktmassor			
Enkel behandling av schaktmassor (dieseldrivna processer)	0,5	kg CO2e/ton	Uppskattat, jämfört med enkel behandling av jungfruligt material (se fotnot 3) (enkel siktning i harpa)
Långtgående behandling av schaktmassor (diesel har ersatts av elektricitet och HVO)	0,5	kg CO2e/ton	EPD D.A.Mattsson, "Recycled Aggregates"(EPD International, 2022)
Deponering (dieseldrivna arbetsmaskiner)	1,0	kg CO2e/ton	Miljörapport (bedömt vägt medelvärde från sex anläggningar[4]). Anmärkning: Värdena visar stora variationer.
Hantering vid deponitäckning eller anläggning av bullervall (dieseldrivna arbetsmaskiner)	1,0	kg CO2e/ton	Uppskattat. Jämfört med motsvarande arbete vid deponering.
Hantering av återvunna schaktmassor eller jungfrulig ballast vid byggprojekt	1,0	kg CO2e/ton	Uppskattat (se föregående)

[3] Miljörapporter från följande anläggningar har studerats: Baskarpsand, Brogårdssand, Dunnebacken, Edum, Grustäkt Baldra m fl, Hassle-Bösarp, Ilstorp, Tännäs Kyrkby, Årskogen, Bjärsgård, Bjärsgård Söder, Virstad berg/moräntäkt, Sånna bergtäkt

[4] Följande miljörapporter har studerats: Gatmot Avfallsanläggning (2020), Tagene, Avfallsanläggning (2012 och 2013). Renova Fläskebo (2020), Degermyran depon.anläggning (2020), Lerjedalen (anläggningsarbete, ej deponitäckning), Sulfidjordsdeponi Sunderbyn

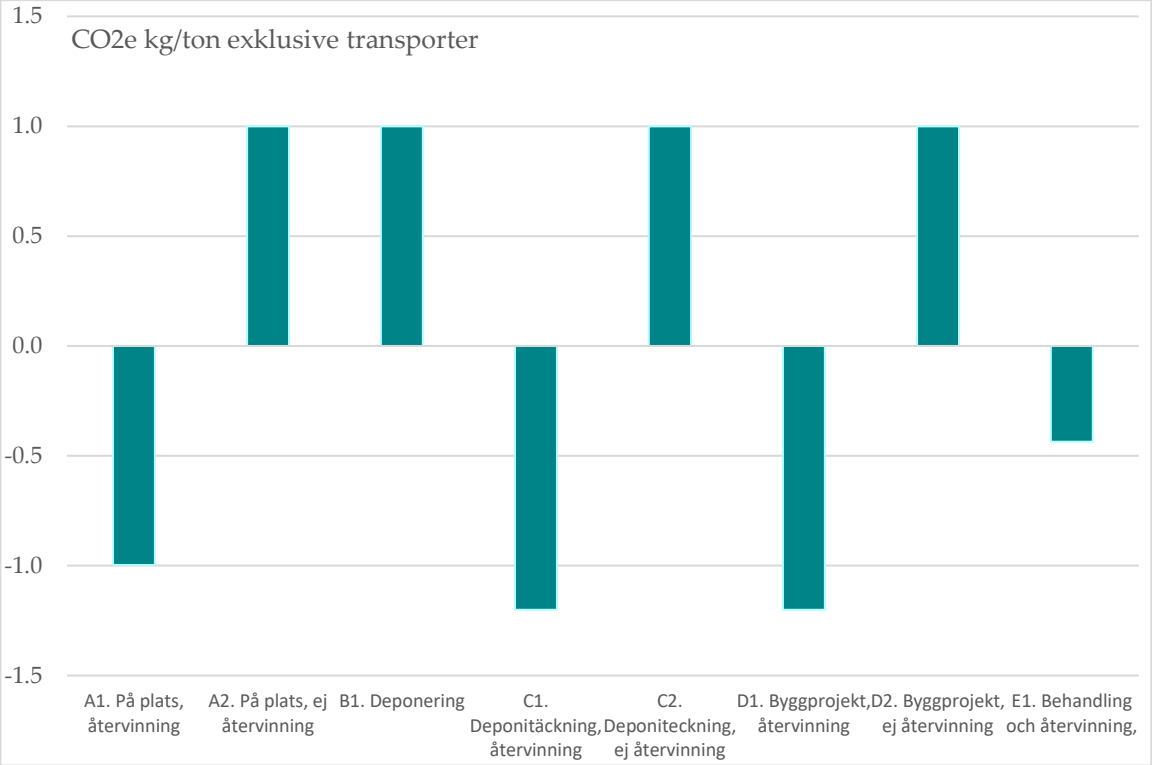
(dieseldrivna arbetsmaskiner)			

4.1.2 Hantering utan transporter

I detta avsnitt jämförs olika scenarier med transporterna exkluderade. De scenarier som undersökts är enligt kapitel 4.1.1 i det föregående (transporter avser transporter av både schaktmassor och jungfruligt material). Process/hantering avser malning, siktning, tvättning och så vidare av schaktmassor och motsvarande jungfruliga material som ersätts. För process/hantering anges nettot schaktmassor minus sparat material för motsvarande ersatt jungfruligt material. Negativt värde innebär ”positiva” klimateffekter genom att användningen av schaktmassor ger mindre klimatpåverkan än utvinning av motsvarande jungfruliga material.

Tabell 2. Resultat. Olika scenarier med transporter exkluderade.

Scenarios	CO2e Totalt kg/ton	CO2e Transport kg/ton	CO2e Process/ hantering kg/ton
A1. På plats, ersätter morän (diesel)	**-1,0**	0,0	-1,0
A2. På plats, ingen materialersättning (diesel)	**1,0**	0,0	1,0
B1. Deponering (diesel)	**1,0**	0,0	1,0
C1. Deponitäckning, ersätter morän (diesel)	**-1,2**	0,0	-1,2
C2. Deponiteckning, ingen materialersättning	**1,0**	0,0	1,0
D1. Byggprojekt, ersätter morän (diesel)	**-1,2**	0,0	-1,2
D2. Byggprojekt, ingen materialersättning (diesel)	**1,0**	0,0	1,0
E1. Behandling och återvinning, ersätter bergkross, grus och jord. 25 % går till deponi (HVO100 och elektricitet)	**-0,4**	0,0	-0,4



Figur 4. Resultat, exklusive transporter

Det man kan se av tabellen och diagrammet är:

1. Det är stor skillnad mellan när schaktmassorna ersätter ett annat material, och när de inte ersätter ett annat material. Scenarierna A1, C1, D1 och E1 representerar när schaktmassorna ersätter annat material (i A1, C1 och D1 ersätts morän och E1 ersätts bergkross, naturgrus, morän och jord). Även om scenarierna A2, C2 och D2 representerar ”användning” av schaktmassorna får man ingen besparing genom minskad användning av andra material.

2. En mer långtgående behandling, som i scenario E1, ger egentligen bara en mindre klimatvinst. Det beror mycket på att utsläpp från krossning och siktning är ungefär samma för schaktmassor som för bergkross, naturgrus och morän. Skillnaden ligger i att schaktmassorna anses fås ”gratis” vid byggplatsen (det vill säga alla CO2-utsläpp från schaktningen allokeras på bygget och inte på schaktmassorna), medan bergkross och naturkross måste utvinnas ur naturligt tillstånd, det vill säga från ett berg, grusås eller naturmark innan det kan börja bearbetas.

3. Det kan också påpekas att energikällorna är olika i de olika scenarierna. I de mer ”avancerade” scenarierna framställs primär bergkross och återvinning/upparbetning av schaktmassor i processer som drivs av elektricitet och biodiesel HVO100. I de mer ”enklare scenarierna har antagits att dieseldriven utrustning används (miljöklassad diesel).

4.1.3 Hantering, med transporter

I detta avsnitt jämförs olika scenarier med transporterna inkluderade i ett hypotetiskt fall. De scenarier som undersökts är beskrivna i kapitel 4.1.1. Negativt värde innebär ”positiva” klimateffekter genom att återvinning (inklusive transporter) av schaktmassor ger mindre klimatpåverkan än utvinning, bearbetning och transporter av motsvarande jungfruliga material.

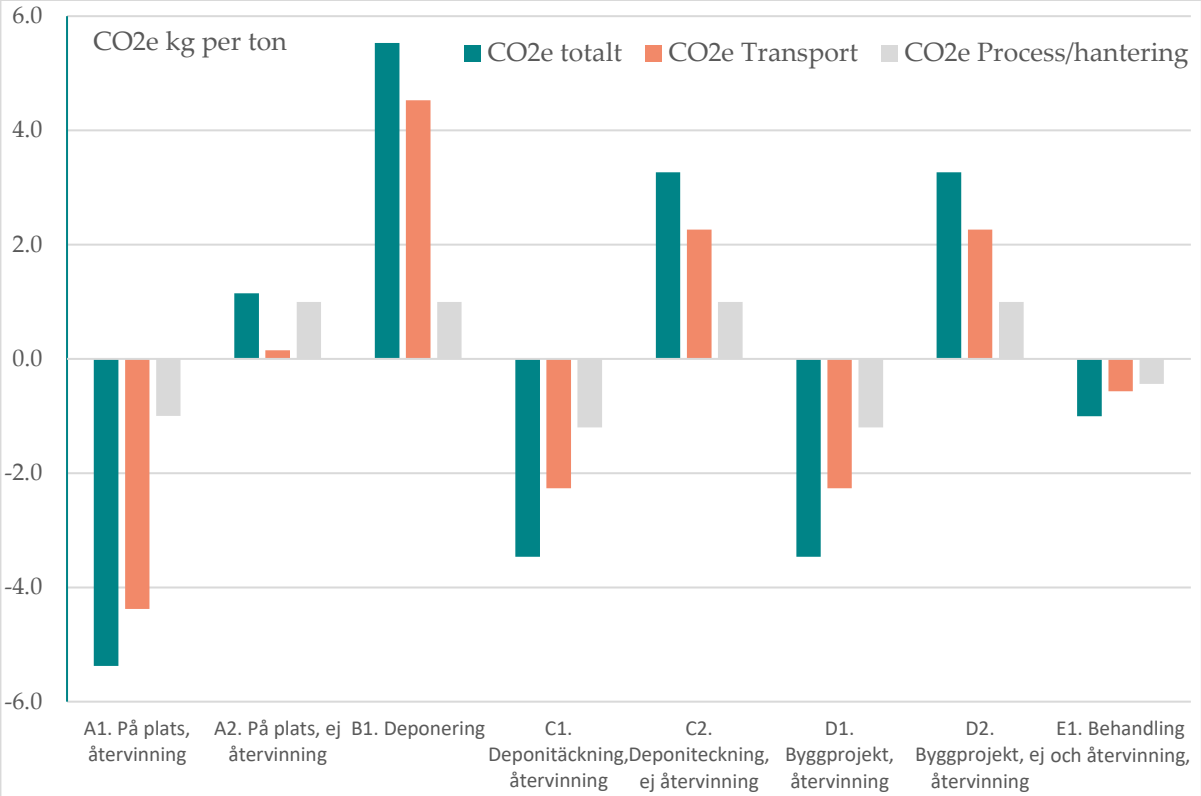
De hypotetiska transportavstånd som använts är:

Avstånd schakt - avfallsanläggning	15	km
Avstånd avfallsanläggning - bygge 2	15	km
Avstånd täkt - bygge 2	30	km
Avstånd schakt – deponi	30	km

Tabell 3. Resultat. Olika scenarier med transporter inkluderade i ett hypotetiskt fall.

Scenarios	CO2e Totalt kg/ton	CO2e Transport kg/ton	CO2e Process/ hantering kg/ton
A1. På plats, ersätter morän	**-5,4**	-4,4	-1,0
A2. På plats, ingen materialersättning	**1,2**	0,2	1,0
B1. Deponering	**5,5**	4,5	1,0
C1. Deponitäckning, ersätter morän	**-3,5**	-2,3	-1,2
C2. Deponiteckning, ingen materialersättning återvinning	**3,3**	2,3	1,0
D1. Byggprojekt, ersätter morän	**-3,5**	-2,3	-1,2
D2. Byggprojekt, ingen materialersättning återvinning	**3,3**	2,3	1,0
E1. Behandling och återvinning, ersätter bergkross, grus och jord. 25 % går till deponi.	**-1,0**	-0,6	-0,4

.



Figur 5. Utsläpp av klimatemissioner vid olika scenarier, med utsläppen fördelade på transporter och bearbetning/processer (Totala utsläpp är summan schaktmassor minus summan för de jungfruliga material som schaktmassorna ersätter)

Av tabellen och diagrammet kan man se:

1. Det som sades i föregående avsnitt, där transporterna exkluderades, gäller även här. Det är stor skillnad mellan om annat jungfruligt material verkligen ersätts, och om schaktmassor bara används eller läggs ut utan att ersätta annat material. Samma gäller också om mer långtgående upparbetning av schaktmassor, att det i praktiken ger liten klimatvinst att göra en mer långtgående upparbetning.

2. En mer långtgående behandling, som i scenario E1, ger egentligen endast en mindre klimatvinst. Det beror mycket på att utsläpp från krossning och siktning samt transporter är ungefär samma för schaktmassor som för bergkross, naturgrus och morän. Skillnaden ligger i att schaktmassorna anses fås ”gratis” vid byggplatsen (det vill säga alla CO2-utsläpp från schaktningen allokeras på bygget och inte på schaktmassorna), medan

bergkross och naturkross måste utvinnas ur naturligt tillstånd, det vill säga från ett berg, grusås eller naturmark innan det kan börja bearbetas.

3. Transporterna spelar mycket stor roll för resultatet. Även om det är ett hypotetiskt fall kan man dra slutsatsen att det är skillnaden mellan transporterna av schaktmassor och transporterna av de ersatta jungfruliga materialen som är viktig.

4. Deponering är det scenario som ger högst utsläpp av klimatgaser. Det är närmare 4 miljoner ton jordmassor som deponeras på avfallsdeponier varje år. Om man tänker sig att cirka hälften av denna mängd tas omhand på ett mer cirkulärt sätt, exempelvis genom en kombination av övriga scenarier så att nettoutsläppet av klimatgaser är noll, skulle ca **10 000 ton CO2e sparas varje år**. Detta kan jämföras med Sveriges totala utsläpp av klimatgaser som är ca 47,8 miljoner ton CO2e enligt Naturvårdsverket[5].

5. Det kan också påpekas att energikällorna är olika i de olika scenarierna. I de mer ”avancerade” scenarierna framställs primär bergkross och återvinning/upparbetning av schaktmassor i processer som är drivna av elektricitet och biodiesel HVO100. I de mer ”enklare scenarierna har antagits att dieseldriven utrustning används.

4.1.4 Känslighetsanalys (andra scenarier)

4.1.4.1 Transporter

Enligt föregående avsnitt har transporterna större inverkan på utsläppen av klimatgaser än vad själva processerna har. Det gäller för både schaktmassor och för jungfruliga material. Därför är både transportsätt och transportsträckor för både schaktmassor och motsvarande ersättningsmaterial av betydelse. I nedanstående tabell visas vilken ökad sträcka som schaktmassor kan transporteras jämfört med motsvarande jungfruliga ersättningsmaterial – man kan se det som en slags ”break-even-sträcka”. Dessa beräkningar är bara relevanta för de scenarier där schaktmassor ersätter andra jungfruliga material.

[5] https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/sveriges-utslapp-och-upptag-av-vaxthusgaser/

Tabell 4. Tabellen visar hur mycket längre schaktmassor kan transporteras än motsvarande jungfruliga material för att fortfarande ge klimatvinst.

Scenarios	Break-even-sträcka km vid 12 ton last	Break-even-sträcka km vid 25 ton last
A1. På plats, ersätter morän	3,3	7,0
A2. På plats, ingen materialersättning	-	-
B1. Deponering	-	-
C1. Deponitäckning, ersätter morän	4,6	9,9
C2. Deponiteckning, ingen materialersättning återvinning	-	-
D1. Byggprojekt, ersätter morän	4,6	9.9
D2. Byggprojekt, ingen materialersättning återvinning	-	-
E1. Behandling och återvinning, ersätter bergkross, grus och jord. 25 % går till deponi.	1,2	2,5

Av denna tabell ser man att:

- Transportsätt (det vill säga hur stort lass) spelar stor roll. En lastbil med släp (25 ton last) ger ungefär hälften av CO2e-utsläpp som en lastbil utan släp (12 ton last).

- Transportsätten spelar roll för både schaktmassor och jungfruligt material, och från klimatsynpunkt är det viktigt att både sekundära och primära ballastmaterial transporteras så effektivt som möjligt.

4.1.4.2 Energikällor

I ovanstående beräkningar har olika energikällor antagits i de olika scenarierna. I de mer ”avancerade” scenarierna framställs primär bergkross och återvinning/upparbetning av schaktmassor i processer som är drivna av elektricitet och biodiesel HVO100. I de mer ”enklare scenarierna har antagits att dieseldriven utrustning används (miljöklassad diesel). I nedanstående tabell visas skillnaderna om alla processer (exklusive transporter) drivs av HVO100 i stället för konventionell diesel. Det bör påpekas att beräkningarna tar hänsyn till att framställningen av HVO100-bränsle ger utsläpp av fossil koldioxid och dessa indirekta emissioner in inkluderade i samtliga beräkningar, det vill säga både för

behandling av schaktmassor och för produktion av primärt ballastmaterial som schaktmassorna ersätter.

.Tabell 5. Skillnader i kg CO2e/ton schaktmassa mellan att använda diesel och HVO100 i de "enklare" scenarierna (scenario E1 använder HVO100 och elektricitet i båda fallen). Inga transporter är inräknade.

Scenarios	CO2e (HVO100 i alla scenarier)	CO2e (diesel i scenario A1-D2; HVO och el i scenario E1)
A1. På plats, återvinning	-0,2	-1,0
A2. På plats, ej återvinning	0,2	1,0
B1. Deponering	0,2	1,0
C1. Deponitäckning, återvinning	-0,2	-1,2
C2. Deponiteckning, ej återvinning	0,2	1,0
D1. Byggprojekt, återvinning	-0,2	-1,2
D2. Byggprojekt, ej återvinning	0,2	1,0
E1. Behandling och återvinning,	-0,4	-0,4

Man ser av tabellen att skillnaderna mellan olika scenarier blir mindre om HVO100-bränsle används genomgående, och att det blir ungefär samma rangordning mellan scenarierna.

4.1.4.3 Återvinning av betong

I föregående scenarier och fall har vi utgått från "normala" schaktmassor som består av olika blandade material. Här görs i stället motsvarande beräkning (som i avsnitt 4.1.3) med samma transportavstånd och motsvarande hantering. Skillnaden är att i scenario E1 får man ett högre utbyte av högkvalitativt ballastmaterial än för vanliga schaktmassor.

Tabell 6. Återvinning och användning eller bortskaffande av betong.

Scenarios	CO2e Totalt kg/ton	CO2e Transport kg/ton	CO2e Process/ Hantering kg/ton
A1. På plats, återvinning	**-4,9**	-4,4	-0,5
A2. På plats, ej återvinning	**1,2**	0,2	1,0
B1. Deponering	**5,5**	4,5	1,0
C1. Deponitäckning, återvinning	**-3,0**	-2,3	-0,7

C2. Deponiteckning, ej återvinning	**3,3**	2,3	1,0
D1. Byggprojekt, återvinning	**-2,0**	-2,3	0,3
D2. Byggprojekt, ej återvinning	**3,3**	2,3	1,0
E1. Behandling och återvinning	**-3,6**	-1,9	-1,7

Av detta kan man dra slutsatsen att det från klimatsynpunkt är mer lönsamt att upparbeta betongavfall och liknande än att upparbeta vanliga schaktmassor. Återvinning av asfalt och tegel som ballastmaterial bedöms ge liknande resultat.

4.2 Andra miljöaspekter

Även om fokus i dagens samhälle och i de flesta studier ligger på klimataspekterna, är den potentiella nyttan med återvunna schaktmassor per ton inte så stor i jämförelse med andra typer av avfall, till exempel annat avfall från byggprojekt (Miliute-Plepiene et al., 2022). Men om man tar hänsyn till de sammanlagda klimat- och miljöaspekter kan bilden vara annorlunda, eftersom volymerna är enorma. Generellt sett är cirkulär hantering relevant främst ur ett **resurshushållningsperspektiv** och med avseende på den relaterade miljöpåverkan (Magnusson et al., 2015).

Det finns relativt få utvärderingar av cirkulär hantering av schaktmassor. De befintliga studierna tenderar oftast att fokusera enbart på ekonomiska- eller klimataspekter (Zhao et al., 2021) och utvärderar specifika fallstudier utomlands, som inte är särskilt relevanta för vår egen studie eller förhållandena i Sverige. Till exempel inkluderar de utvinning av jungfruliga material från täkter vid vattendrag eller fokuserar på specifika återvinningssystem för bygg- och rivningsavfall, såsom betongåtervinning (Dias et al., 2021; Kadawo, 2018). Dessutom saknas tillförlitlig statistik om de mängder schaktmassor som faktiskt genereras och behandlas, vilket gör det svårt att bedöma potentialen för resursbesparingar genom cirkulär hantering.

Trots detta kan vissa generiska fördelar framhävas, såsom den miljöpåverkan som är relaterad till minskad deponering och minskad jungfrulig produktion.

Minskad deponering

Ökad återvinning av schaktmassor kan bidra till att minska volymerna av deponerat avfall och dess relaterade miljöaspekter. Enligt tillgänglig statistik, som

presenteras i kapitel 3, deponeras icke-förorenade schaktmassor i en omfattning av cirka 4 miljoner ton, vilket är betydligt mer än andra typer av avfall (gruvavfall undantaget). Jord- och schaktmassor utgör den näst största fraktionen av deponerat avfall i Sverige, efter gruvavfall, och de utgör över 60 % av den totala deponerade avfallsmängden.

Icke-förorenade schaktmassor som består av helt inerta mineraliska material (till exempel morän, sand, sten osv.) genererar inte några betydande utsläpp vid själva deponeringsprocessen, utan det är utsläpp från transporter, samt från arbetsmaskiner, som är dominerande. Dock kan jord- och schaktmassor som innehåller matjord även innehålla växtdelar, vilket i sin tur vid nedbrytning av organisk material kan bidra till utsläpp av växthusgaser och urlakning av organiskt material och näringsämnen i vatten (Iacovidou et al., 2020). Denna påverkan beror på sammansättningen av jordmassorna och andelen organiskt material. Även deponering av helt inerta material ökar belastningen på miljön, både genom **behovet av stora deponeringsplatser** på grund av de stora volymerna och genom den relaterade påverkan på miljön, såsom **landskapsskador, påverkan på ekosystem och biologisk mångfald**.

Minskad jungfrulig produktion

Bland de största jungfruliga materialen som utvinns i Sverige finns bergkross och naturgrus, vilka är ändliga naturresurser och används årligen i en omfattning av upp till 101 miljoner ton. En grov expertbedömning (Jörnlind, 2023) indikerar att högst cirka hälften av denna mängd teoretiskt skulle kunna ersättas med återvunnen ballast.

Alla schaktmassor kan inte återvinnas, men potentialen är stor. Genom att återvinna 1 ton icke-förorenade schaktmassor kan man potentiellt få produkter som **kan spara från 0,25 ton upp till 1 ton jungfruligt material** och motsvarande mängd minskad deponering. Besparingsgraden varierar beroende på olika faktorer, såsom sammansättningen av schaktmassorna (geografisk plats, grad av föroreningar), typen av projekt, kvalitet av slutprodukt, tillgång till teknik och liknande faktorer.

Tabell 7. Grovt uppskattad ersättningspotential (baserad på information från ÅI-medlemmar)

Typ av schaktmassa	Ersättningsgrad av jungfruligt material
1 ton schaktmassa huvudsakligen bestående av ren morän	1 ton jungfrulig morän
1 ton av "genomsnittlig" schaktmassa (exklusive lera och med avsaknad av renat naturgrus och jord) för enkel upparbetning (torrsiktning)	I snitt 20–25 % ton av motsvarande kvalitet av bergkross
1 ton av "genomsnittlig" schaktmassa (exklusive lera och med avsaknad av renat naturgrus och jord) för avancerad upparbetning (krossning, våtsiktning)	75 - 80 % av motsvarande kvalitet av bergkross
1 ton av "genomsnittlig" schaktmassa (inklusive renat naturgrus, men exklusive jord)	50 % av jungfrulig produktion (både naturgrus och bergkross)
1 ton av "genomsnittlig" schaktmassa (inklusive renat naturgrus och jord)	75 % av material som naturgrus, bergkross och jord

Även om resursbesparingen inte anses vara så stor i procentuell mening, genererar den betydande samhällsnytta i absoluta termer. Naturvårdsverket uppskattar grovt att den totala produktionen av massor kan vara inom intervallet från 60–80 upp till 150–200 miljoner ton på nationell nivå. Detta innebär att den potentiella besparingen om schaktmassor skulle återvinnas kan vara i storleksordningen mellan 10 och 160 miljoner ton årligen. Om vi utgår från den mest konservativa uppskattningen, skulle ökad återvinningen av schaktmassor kunna bidra med besparade resurser jämförbart med vikten av cirka 6 miljoner personbilar[6].Genom att ersätta jungfrulig ballast med återvunnen ballast kan man "spara" en del av de miljöeffekter som annars skulle uppstå om nyproduktionen fortsatte. Nedan följer några viktiga exempel på miljöpåverkan från jungfrulig produktion.

[6] Räknat baserat på att en genomsnittlig personbils vikt i Sverige ligger mellan 1,5 och 1,75 ton enligt information från https://gronamobilister.se/pressmeddelanden/2021/banta-bilen-svenska-personbilars-vikt-okar-i-accelererande-takt/.

Tunga transporter och aktiviteter vid täkter medför negativa miljöeffekter, inklusive hög energiförbrukning och utsläpp, som i sin tur bidrar till både lokala och globala påverkningar (NCC, 2022).

Bevarandet av naturgrus är av stor betydelse för att skydda befintliga och framtida **grundvattentillgångar**. Grusförekomster i naturen, som ibland bildar rullstensåsar eller andra landskapsformationer, har förmågan att lagra grund- eller ytvatten och spelar en viktig roll som resurs för dricksvatten, energiförsörjning och bevarande av natur- och kulturlandskap för att främja friluftslivet (Sveriges Miljömål, 2023a). Bevarandet av naturgrussavlagringar är en del av Sveriges miljömål för att uppnå god grundvattenkvalitet. Uttaget av naturgrus i Sverige har minskat gradvis under de senaste årtiondena, men minskningen sker numera i en relativt långsam takt (Sveriges Miljömål, 2023b). Till exempel minskade utvinningen av naturgrus från 10 % av den totala jungfruliga ballasten år 2018 till 7 % år 2021 enligt den senaste statistiken från SGU (SGU, 2022). Därför bör uttaget av naturgrus minimeras och ersättas med alternativ, inklusive återvunnen ballast (Sveriges Miljömål, 2023b).

Bergkross betraktas som en mycket tillgänglig resurs i Sverige, men det är också en ändlig resurs och dess utvinning kan ha negativa miljöeffekter. Förutom växthusgasutsläpp och energianvändning i samband med tunga transporter och sprängning vid bergkrossning, finns det även andra miljöaspekter att ta hänsyn till. Till exempel kan **höga bullernivåer** och **vibration** vid sprängning ha lokal påverkan (Zetterlund et al., 2017). Det är dock säkert att utvinningen från bergkrossbrott kan leda till **förändringar i landskapet**, eftersom dessa brott vanligtvis är stora och omfattar stora områden (Salgueiro et al., 2020).

Trafikbelastningen och utsläpp

Schaktmassor och motsvarande jungfrulig ballast är tunga material som hanteras i stora volymer, vilket innebär att deras transporter kan bidra till trafikbelastning och därtill relaterad miljöpåverkan. Enligt SGU (Sveriges geologiska undersökning) utgör uppskattningsvis var fjärde lastbil i Stockholms län en ballasttransport (SGU, 2022). Effektivisering av transporter är relevant både för hantering av schaktmassor och hantering av jungfrulig ballast.

Effektivisering av transporter är av stor betydelse ur miljöperspektiv för all ballast. Det finns dock större potential att effektivisera transporterna för återvunnen ballast jämfört med deponering. Möjligheten att fylla lastbilarna tur och retur med avfall och återvunnet material är vanligare vid återvinning jämfört med deponering.

Enligt erfarenheter från enskilda företag (Otterström, 2023b) kan man redan nu uppnå 40 % returtransporter, vilket kan bidra till minskade kostnader för transporter, minskad trafikbelastning och minskade luftföroreningar. Det finns också täkter där jungfrulig produktion kombineras med återvinning, vilket också möjliggör returtransporter.

Invasiva arter

Återvinning av schaktmassor (mest matjord) kan ge risk för spridning av invasiva växtarter (Naturvårdsverket, 2022a).

4.3 Det som kallas "cirkulärt" är inte alltid "cirkulärt" och nödvändigt

Som tidigare nämnts finns det olika möjligheter för återvinning och användning av schaktmassor. Miljönyttan i varje fall beror på transporter, upparbetningsgrad, energikällor, kvaliteten på det återvunna materialet och miljöpåverkan av de material som ersätts.

Även samma schaktmassor (som upparbetas med samma metoder och transporteras över samma sträckor) kan ha mycket varierande miljöpåverkan beroende på vilken funktion slutprodukten har. Som nämnts ovan är inte ovanligt att schaktmassor används utan faktisk funktion eller behov. Ett vanligt exempel är när massor används för att skapa bullerskyddsvall i ett område där det inte finns något behov av bullerskydd. Schaktmassor kan också användas som fyllnadsmaterial för formning av områden eller för att skapa nya ytor som normalt inte skulle ha skapats med annat material. Det är även troligt att ”överdimensionering” av sluttäckning av deponier ofta görs för att bli av med schaktmassorna (Naturvårdsverket, 2022a). Den enda miljönyttan (främst med avseende på klimataspekter och luftföroreningar relaterade till transporter) kan bara räknas om transportutsläppen totalt sett minskar jämfört med alternativet. **Man kan aldrig räkna med miljöfördelar relaterade till ”onödig” ersättning av jungfruligt material**, även om dessa användningsområden ofta felaktigt kallas "återanvändning", "återvinning" eller "cirkulärt. Från ett resurshushållningsperspektiv är det sämsta alternativet när schaktmassorna i praktiken inte ersätter jungfruligt material. Onödig sluttäckning av deponier ur ett miljöperspektiv bör ur ett miljöperspektiv och resurshushållningsperspektiv betraktas som bortskaffning genom deponering.

5 Slutsatser

- Återvinning av schaktmassor ger relativt små klimatvinster. Anpassning av transportsystem (storlek på transport, bränsleval, och utnyttjande av returtransporter) och övergång till icke fossila eller låg-fossila energikällor i processer för både återvinning av schaktmassor och framställning av jungfruligt ballastmaterial påverkar mer. Därför är det viktigt att vid utveckling av cirkulär hantering ha en helhetssyn på schaktmasseproblematiken. Det är inte bara fråga om återvinning eller inte återvinning, utan en samordnad total översyn med återvinning, transportsystem och energianvändning i processerna behövs.

- Det är stor skillnad i klimatpåverkan mellan när schaktmassorna ersätter ett annat material, och när de inte ersätter ett annat material. När schaktmassorna ersätter ett annat ballastmaterial erhålls besparingar från minskat produktion av jungfruligt material.

- En mer långtgående behandling eller upparbetning av "normala" schaktmassor ger egentligen bara en mindre klimatvinst jämfört med att använda schaktmassorna utan upparbetning. Det beror mycket på att utsläpp från krossning och siktning är ungefär samma för schaktmassor som för jungfrulig bergkross, naturgrus och morän.

- Transporter spelar stor roll för klimatpåverkan. Det gäller transporter av både schaktmassor och av jungfruligt material. Man kan dra slutsatsen att det är skillnaden mellan transporterna av schaktmassor och transporterna av de ersatta jungfruliga materialen som är viktig. Det gäller både transportavstånd och transportstorlek.

- **Energianvändning** spelar stor roll för klimatpåverkan. Förutom för transporter förbrukas energi vid framställning av både primärt ballastmaterial och vid återvinning av schaktmassor ("sekundär framställning av ballastmaterial"). Traditionellt har processerna till största delen varit dieselbaserade (både primär och sekundär ballastframställning) men nu syns en övergång till mer elektrifierade processer och användning av HVO-bränsle som båda minskar utsläppen av fossil koldioxid.

- Deponering är det scenario som ger högst utsläpp av klimatgaser. Det är närmare 4 miljoner ton icke-farliga jordmassor som deponeras på avfallsdeponier varje år. Om man tänker sig att cirka hälften av denna mängd tas omhand på ett mer cirkulärt sätt, exempelvis genom en kombination av övriga scenarier så att nettoutsläppet av klimatgaser är noll, skulle ca 10 000 ton CO2e sparas varje år. Detta kan jämföras med exempelvis CO2-utsläppen från avfallsförbränning som är mer än 2 miljoner ton CO2e/år, eller Sveriges totala utsläpp på ca 47,8 miljoner ton CO2e enligt Naturvårdsverket[7].

- Det saknas kvantitativa utvärderingar av andra miljöaspekter vid cirkulär hantering av schaktmassor. Dessutom finns det bristfällig statistik om genererade och behandlade schaktmassor, vilket gör det svårt att bedöma potentialen för resursbesparingar genom cirkulär hantering. Trots detta kan vissa generella fördelar framhävas, såsom minskad deponering, minskad jungfrulig produktion och därtill relaterad miljöpåverkan.

- Cirkulär hantering främst relevant ur ett perspektiv för **resurshushållning**. Genom att återvinna schaktmassor kan man minska deponeringen och behovet av att utvinna nya material. Genom att återvinna 1 ton icke-förorenade schaktmassor kan man potentiellt spara från 0,2 ton upp till 1 ton jungfrulig ballast och motsvarande mängd minskad deponering. Detta innebär en betydande resurshushållning i absoluta termer. Naturvårdsverket uppskattar grovt att den totala mängden massor som genereras i Sverige är i storleksordningen 60-80 miljoner ton per år, möjligen dubbelt så mycket. Om vi utgår från den mest konservativa uppskattningen, skulle ökad återvinningen av schaktmassor kunna bidra med minst 10 miljoner ton per år i besparade resurser jämförbart med vikten av cirka 6 miljoner personbilar eller mer än 10 stycken Globen-arenor.

- En preliminär expertbedömning tyder på att **upp till hälften** av denna mängd teoretiskt sett **skulle kunna ersättas med återvunnen ballast** från schaktmassor när det är lämpligt. Detta skulle bevara kvalitativt jungfruligt berg och möjliggöra att täkterna kan bevaras under längre tid. Minskad deponering och minskad jungfrulig produktion kan bidra till att minska

[7] https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/klimat/sveriges-utslapp-och-upptag-av-vaxthusgaser/

påverkan på miljön genom att reducera landskapsskador, minskade risker för grundvattentillgångar, med mera.

- Samma användning av schaktmassor kan ha varierande miljöpåverkan beroende på slutprodukten och dess funktion. Det är inte ovanligt att schaktmassor används utan faktiskt behov eller funktion. Trots att detta ibland felaktigt kallas "återanvändning", "återvinning" eller "cirkulärt", kan man inte förvänta sig miljöfördelar som är relaterade till ersättning av jungfruliga material.

- Det är inte ovanligt att användningen av schaktmassor för slutlig täckning av deponier sker i större omfattning än vad som är nödvändigt för att uppnå det skydd som sluttäckningen avser, det vill säga resursslösande sätt (Naturvårdsverket, 2022a). Sådan ” onödig” täckning av deponier bör betraktas som deponering från ett miljöperspektiv.

6 Referensförteckning

Bergmaterialindustri, S. S. (2023). *Om bergmaterialindustrin*. Retrieved 2023-05-11 from https://www.sverigesbergmaterialindustri.se/sbmi-och-bergmaterialindustrin/om-bergmaterialindustrin

Dias, A. B., Pacheco, J. N., Silvestre, J. D., Martins, I. M., & de Brito, J. (2021). Environmental and Economic Life Cycle Assessment of Recycled Coarse Aggregates: A Portuguese Case Study. *Materials, 14*(18).

Elofsson, M. (2023). *Personlig kommunikation via e-post med Maria Elofsson, projektutvecklare på Skanska Industrial Solutions AB.* [Interview].

EPD-Norge. (2020). *Naturgrus og sand, produsert ved Grefsrud AS, Jessheim. Feiring Bruk AS. NEPD-2534-1269-NO. Giltigt fram till 13.11.2025.*

EPD-Norge. (2022a). *Pukk, produsert ved Folbergåsen, Nes. NEPD-3916-2877-NO. Giltigt fram till 17.11.2027.*

EPD-Norge. (2022b). *Naturgrus, produsert ved avd Hagen - Vesterhaug, Elverum. NEPD-3915-2879-NO. Giltigt fram till 17.11.2027*.

EPD-Norge. (2022c). Pukk, produsert ved avd Gullkista, Sortland. NEPD-3917-2876-NO. Giltigt fram till 17.11.2027.

EPD-Norge. (2022d). Naturgrus og Sand produsert ved avd Laugslet, Indre Østfold. NEPD-3918-2875-NO. Giltigt fram till 17.11.2027.

EPD-Norge. (2022e). *Naturgrus, produsert ved avd Grasmo, Eidskog. EPD-3920-2867-NO. Giltigt fram till 17.11.2027*.

EPD-Norge. (2023a). *Bergkrossprodukter, viktat medelvärde. NEPD-4241-3478-SE. Skanska Industrial Solutions AB. Giltig till 07.03.2028.*

[Record #594 is using a reference type undefined in this output style.]

EPD International. (2022). *Recycled aggregates from D.A MATTSSON AB. S-P-06094. Giltigt fram till 2027-06-30.*

EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV 2008/98/EG av den 19 november 2008 om avfall och om upphävande av vissa direktiv, (2008). https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008L0098-20180705

EUROPAPARLAMENTETS OCH RÅDETS DIREKTIV (EU) 2018/851 av den 30 maj 2018 om ändring av direktiv 2008/98/EG om avfall, (2018). https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/851/oj/swe

Iacovidou, E., Gerasimidou, S., & Martin, O. (2020). Environmental Life Cycle Impacts of Inert / Less Reactive Waste Materials. https://bura.brunel.ac.uk/bitstream/2438/24286/3/FullText.pdf

Jörnlind, F. (2023). *Personlig kommunikation via mejl* [Interview].

Kadawo, A. M. (2018). *Livscykelanalys av återvunnen betongballast : en jämförelsestudie av betongelement med alternativa ballastmaterial* [Student thesis, DiVA. http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:hb:diva-21056

Magnusson, S., Lundberg, K., Svedberg, B., & Knutsson, S. (2015, 2015/04/15/). Sustainable management of excavated soil and rock in urban areas – A literature review. *Journal of Cleaner Production, 93*, 18-25. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.01.010

Miliute-Plepiene, J., Sundqvist, J.-O., Stenmarck, Å., & Zhang, Y. (2019). *Klimatpåverkan från olika avfallsfraktioner* (978-91-7883-091-6 (ISBN)). (B-rapport, Issue. http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ivl:diva-2826

Miliute-Plepiene, J., Unsbo, H., & Sundqvist, J.-O. (2022). *Klimatnyttan med materialåtervinning av byggavfall* (978-91-7883-402-0 (ISBN)). (C-rapport, Issue. http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:ivl:diva-3999

Naturvårdsverket. (2022a). *Hantering av schaktmassor och annat naturligt förekommande material som kan användas för anläggningsändamål*.

Naturvårdsverket. (2022b). *Avfall i Sverige 2020. Uppkomst och behandling*. https://www.naturvardsverket.se/om-oss/publikationer/7000/978-91-620-7048-9/

Tolkning av centrala begrepp vid hantering av massor, (2023). https://www.naturvardsverket.se/498c0e/contentassets/f3b0bfba28b84bd6ab9b297bea56cc7b/tolkning-centrala-begrepp-masshantering-23-04-25.pdf

NCC. (2022). *ENTREPRENÖRSRÅD FÖR EN HÅLLBAR MASSHANTERING*. https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/a51cd871-f48c-4358-ad74-61c39e1af7cd/FinalReport/SBUF%2013985%20Slutrapport%20-%20Entrepren%C3%B6rsr%C3%A5d%20f%C3%B6r%20en%20h%C3%A5llbar%20masshantering.pdf

NMT. (2022). *Road cargo transport baselines Sweden*. https://www.transportmeasures.org/en/wiki/evaluation-transport-suppliers/road-transport-baselines-sweden/

Otterström, C. (2023a). *Personlig kommunikation* [Interview].

Salgueiro, P. A., Prach, K., Branquinho, C., & Mira, A. (2020). Enhancing biodiversity and ecosystem services in quarry restoration – challenges, strategies, and practice. *Restoration Ecology, 28*.

SGU. (2021). *Behovet av ballast - prognos till 2040*. https://www.sgu.se/samhallsplanering/bergmaterial-for-byggande/svensk-ballastproduktion/ballastanvandning---prognos-till-2040/#:~:text=Ballast%20%C3%A4r%20en%20n%C3%B6dv%C3%A4ndig%20resurs,infrastruktur%20och%20bebyggelse%20vi%20beh%C3%B6ver.

SGU. (2022). *Grus, sand och krossberg 2021. Statistics of the Swedish construction aggregate production 2021*.

Sveriges Miljömål. (2023a). *Grundvatten av god kvalitet*. https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/grundvatten-av-god-kvalitet/

Sveriges Miljömål. (2023b). *Grundvatten av god kvalitet/Naturgrusanvändning*. https://www.sverigesmiljomal.se/miljomalen/grundvatten-av-god-kvalitet/grusanvandning/

Zetterlund, M., Kiilsgaard, R., & Arm, M. (2017). *Hållbar lokalisering av täkter och materialterminaler. Metodik för att jämföra olika alternativ*. https://www.sgi.se/globalassets/publikationer/uppdragsrapporter/hallbar-lokalisering-takter-materialterminaler.pdf

Zhao, Y., Goulias, D., Tefa, L., & Bassani, M. (2021). Life Cycle Economic and Environmental Impacts of CDW Recycled Aggregates in Roadway Construction and Rehabilitation. *Sustainability, 13*(15).

STOCKHOLM
Box 21060, 100 31 Stockholm

GÖTEBORG
Box 53021, 400 14 Göteborg

MALMÖ
Nordenskiöldsgatan 24
211 19 Malmö

KRISTINEBERG
(Center för marin forskning och innovation)
Kristineberg 566
451 78 Fiskebäckskil

SKELLEFTEÅ
Kanalgatan 59
931 32 Skellefteå

BEJING, CHINA
Room 612A
InterChina Commercial Building No.33
Dengshikou Dajie
Dongcheng District
Beijing 100006
China

© IVL SVENSKA MILJÖINSTITUTET AB | Tel: 010-788 65 00 | www.ivl.se

Rapporten har granskats och godkänts i enlighet med IVL:s ledningssystem