

Slaggrus som cirkulärt ballastmaterial

– hinder och förutsättningar i ett linjärt system

Pia Steneryd

Juni 2026

Master Uppsats

Avdelning för produktion och materiallära
Lunds Universitet



LUNDS
UNIVERSITET

LTH

**LUNDS TEKNISKA
HÖGSKOLA**

Handledare: Christina Windmark, LTH
Företagshandledare: Raul Grönholm, Sysav
Examinator: Filip Lenrick, LTH

Författare: Pia Steneryd
Lund, Sverige 2026

Nyckelord: slaggrus, cirkulär ekonomi, återvunna ballastmaterial, anläggningssektorn, upphandling, End-of-Waste kriterier, resurseffektivitet.

Sammanfattning

Bygg- och anläggningssektorn står inför växande utmaningar kopplade till resurser, klimatpåverkan och tillgången till jungfruliga ballastmaterial. Omställningen mot en mer cirkulär ekonomi har även ökat intresset för alternativa material såsom slaggrus från avfallsförbränning. Trots dokumenterade tekniska egenskaper och flera framgångsrika tillämpningar i Sverige och utomlands är användningen av slaggrus i svenska anläggningsprojekt fortfarande begränsad.

Syftet med denna studie var att undersöka förutsättningarna för en mer förutsägbar användning och upphandling av slaggrus inom bygg- och anläggningssektorn genom att analysera de tekniska, juridiska och organisatoriska faktorer som påverkar. Studien baserades på en litteraturstudie samt semistrukturerade intervjuer med relevanta aktörer inom branschen, med särskilt fokus på offentliga beställare.

Resultaten visar att de främsta hindren för en ökad användning av slaggrus inte i första hand är tekniska, utan regulatoriska, organisatoriska och institutionella. Befintlig forskning och praktiska tillämpningar visar att slaggrus under rätt förutsättningar kan uppfylla både tekniska och miljömässiga krav. Samtidigt bidrar osäkerhet kring miljöriskbedömningar, tillståndprocesser, ansvarsfördelning och framtida ansvar till ett riskundvikande beteende hos berörda aktörer. Studien identifierar även strukturella inlåsningar i standarder, upphandlingspraxis och bedömningssystem, som i stor utsträckning har utvecklats utifrån jungfruliga material.

Resultaten indikerar vidare att det finns en avvikelse mellan dokumenterade miljörisker och den osäkerhet som i dag påverkar beslutsfattande och tillståndsprövning. För att möjliggöra en bredare användning av cirkulära ballastmaterial krävs tydligare regelverk, mer enhetliga bedömningar och ett ökat fokus på funktion snarare än materialets ursprung. Studien lyfter särskilt fram funktionsbaserade upphandlingskrav, förbättrade system för spårbarhet, uppdaterade standarder samt nationella End-of-Waste-kriterier som viktiga åtgärder för att stödja omställningen mot en mer resurseffektiv och cirkulär anläggningssektor.

Abstract

The construction sector faces increasing challenges related to resource shortages, climate impact and access to virgin aggregate materials. At the same time, the transition towards a more circular economy has increased interest in alternative materials such as incinerator bottom ash aggregate (slaggrus). Despite documented technical performance and several successful applications in Sweden and abroad, the use of slaggrus in Swedish infrastructure projects remains limited.

The purpose of this study was to investigate the conditions for a more predictable use and procurement of slaggrus in the construction and civil engineering sector by examining the technical, legal and organizational factors that influence its implementation. The study was based on a literature review and semi-structured interviews with relevant actors of the industry, with focus on public clients.

The results indicate that the main barriers to increased use of slaggrus are not primarily technical, but rather regulatory, organizational and institutional. Existing research and case studies show that slaggrus can meet both technical and environmental requirements under appropriate conditions. However, uncertainty regarding environmental risk assessments, permit processes, responsibility allocation and future liability creates risk aversion among stakeholders. The study also identifies structural lock-ins within standards, procurement practices and assessment systems that have largely been developed around virgin materials.

The findings further suggest that there is a miss-match between documented environmental risks and the level of uncertainty that currently influences decision-making and permitting processes. To achieve broader use of circular aggregate materials, clearer regulatory frameworks, more consistent assessments and increased focus on functional performance rather than material origin are needed. The study highlights the potential of functional procurement requirements, improved traceability systems, updated standards and national End-of-Waste criteria as important measures to support the transition towards a more resource-efficient and circular construction sector.

Förord

Trots att jag inte tidigare hade någon utbildning inom anläggningsbranschen, cirkulära ballastmaterial eller entreprenadjuridik är jag väldigt glad att jag tog mig an detta examensarbete med Sysav. Jag har länge haft ett intresse för cirkulära lösningar och arbetet med detta examensarbete har gjort att jag nu även har fått ett stort intresse för cirkularitet inom anläggningsbranschen. Det har varit både lärorikt och givande att få fördjupa mig i detta ämne. Jag vill därför rikta ett stort tack till alla som har hjälpt mig under arbetets gång.

Ett särskilt tack riktas till mina handledare Christina Windmark och Raul Grönholm. Er vägledning och stöd har varit ovärderligt.

Jag vill också tacka alla intervjurespondenter som avsatt tid, delat med sig av sina erfarenheter och på olika sätt bidragit till studien. Ett särskilt tack går även till medarbetarna på Sysav som har visat intresse och hjälpt mig vidare genom sin kunskap och sina kontaktnät.

Slutligen vill jag tacka de externa forskare, utvecklingschefer och experter som hjälpt mig framåt med deras kunskap under arbetets gång.

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Avgränsningar	3
1.4	Definitioner	3
2	Teori	5
2.1	Slaggrus	5
2.2	Lagar och standarder	6
2.2.1	EU lagstiftning	6
2.2.2	Miljöbalken	7
2.2.3	Lagen om offentlig upphandling (LOU)	8
2.2.4	AB04 och ABT06	8
2.2.5	AMA Anläggning	9
2.3	Dimensioneringsverktyg och test metoder	9
2.3.1	ERAPave	9
2.3.2	PMS Objekt	9
2.3.3	Micro-Deval	10
2.4	Myndigheter	10
2.4.1	Naturvårdsverket	10
2.4.2	Trafikverket	11
2.4.3	Länsstyrelsen Skåne	11
2.5	Sammanfattande relationskarta	12
3	Metodik	13
3.1	Litteraturstudie	13
3.2	Intervju metodik	14
3.2.1	Urval	14
3.2.2	Genomförande	16
3.3	Validitet	16
4	Resultat av litteraturstudie	17
4.1	Praktiska tillämpningar och verifiering av slaggrus	17
4.1.1	Vetenskaplig klassificering av slaggrus	17
4.1.2	Trelleborgs hamn – storskalig implementation	18
4.1.3	Svågertorp – långtidsuppföljning av lakning	19
4.1.4	Nordhavn – verifiering av slaggrus i högtrafikerade vägar	19
4.1.5	Storstrømsbroen – slaggrus i storskaliga anslutningskonstruktioner	20
4.2	Systematiska hinder och inlåsning	21

4.2.1	Målkonflikter och totalhalter	22
4.2.2	Institutionella och strukturella inlåsnings	23
4.2.3	Planerings- och projekteringslåsningar	25
4.3	Upphandlingskrav: Detaljstyrning vs. funktion	26
4.3.1	Upphandlingens roll i materialval	26
4.3.2	Från materialkrav till funktionskrav	26
4.3.3	Ekonomiska incitament och bonusmodeller	27
4.4	Nordiska jämförelser	27
4.4.1	Danmark	28
4.4.2	Norge	31
4.4.3	Finland	31
5	Resultat av intervjustudie	33
5.1	Myndigheter	33
5.1.1	Naturvårdsverket	33
5.1.2	Länstyrelsen Skåne	34
5.1.3	Trafikverket	36
5.2	Beställare	37
5.2.1	Kommun A	37
5.2.2	Kommun B	41
5.2.3	Trelleborgs hamn	44
5.3	Entreprenaderingenjör	45
6	Analys	47
6.1	Miljörisk: Forskningsläge och bedömning	47
6.1.1	Riskuppfattning och försiktighetsprincipen	47
6.1.2	Det aktuella forskningsunderlaget	48
6.1.3	Från miljörisk till systemrisk	49
6.1.4	Sammantagen tolkning	50
6.2	Systematiska hinder och inlåsnings	50
6.2.1	Administrativa och juridiska hinder	51
6.2.2	Standarder och projektering	51
6.2.3	Planeringsprocessen	52
6.2.4	Provning och bedömning	52
6.2.5	Ansvar och förtroende	52
6.2.6	Organisatorisk osäkerhet	53
6.2.7	Internationella perspektiv	54
6.2.8	Sammanfattande tolkning	56
6.3	Upphandling och styrmedel	57
7	Åtgärdsförslag och diskussion	60

7.1	Rekommenderade systemåtgärder	60
7.2	Upphandling	61
7.2.1	Planering och förutsättningar	61
7.2.2	Utformning av upphandling	62
7.2.3	Genomförande och anbudsprövning	63
7.2.4	Uppföljning och kontroll	64
7.3	Avgränsningar och framtidsvy	65
7.3.1	Avgränsningar	65
7.3.2	Framtid	66
8	Slutsats	67
8.1	Övergripande slutsats	70
A	Intervjufrågor	77
B	Miljöbalken - Relaterade kapitel	87
C	Trafikverket - TDOKs	88

1 Inledning

Detta kapitel introducerar problemområdet kring användningen av cirkulära ballastmaterial i Sverige, med särskilt fokus på slaggrus. Kapitlet presenterar bakgrunden till studien, dess syfte, avgränsningar och centrala definitioner.

1.1 Bakgrund

Enligt Skånes materialförsörjningsplan används det idag nästan 11 miljoner ton ballast per år i länet, men tillgången är ojämnt fördelad och brist råder redan i de mest expansiva delarna av Skåne, framför allt i sydvästra delen av länet. Samtidigt är hanteringen fortfarande i hög grad linjär, där jungfruligt material hämtas från täkter medan bygg- och anläggningsavfall oftast lämnas på deponi. Andelen återvunnet material utgör fortfarande endast en mindre del av den totala användningen. (Länsstyrelsen Skåne, 2023)

I Sverige beräknas bygg- och anläggningssektorn stå för cirka 20% av de totala växthusgasutsläppen, vilket motsvarar ungefär 10 miljoner ton CO_2e per år (Boverket, 2025). En majoriteten av klimatpåverkan uppstår i materialproduktionen, som uppskattas stå för cirka 50–80% av utsläppen i byggskedet (Neste, 2022). Även utsläpp kopplade till transporter kan bidra till stor del, de kan dock variera kraftigt beroende på avståndet till anläggningsplatsen på grund av de stora materialvolymerna och tunga vikt (Länsstyrelsen Skåne, 2023).

Behovet av ballast väntas samtidigt öka i takt med befolkningstillväxt och därmed infrastruktur. Materialförsörjningsplanen pekar därför på att tillgången i västra Skåne inte kommer att möta den framtida efterfrågan, vilket kan leda till längre transportavstånd, högre kostnader och ökad miljöbelastning. Sammantaget kan man säga att Sverige har generellt god tillgång till bergmaterial, men i vissa tätbefolkade regioner finns en lokal brist på lättillgänglig ballast. Där är det inte själva råvaran som saknas utan möjligheten att bryta den nära användningsplatsen.

Både offentliga och privata beställare uppmanas ta ett större ansvar i att efterfråga cirkulära material och kommunerna anses vara motorn i denna omställning. (Länsstyrelsen Skåne, 2023)

I och med ballastbristen har blickar börjat vändas mot återvunna material. Ett alternativ är slaggrus, som uppstår efter förbränning av avfall och efter behandling kan användas som ersättning för jungfruliga ballastmaterial i vissa anläggningsändamål. Slaggrus har i flera studier och långvarig användning internationellt visat goda tekniska egenskaper, och tidigare projekt har visat att materialet kan användas med begränsad miljöpåverkan under rätt förutsättningar (Sysav, 2025a). Trots detta används slaggrus, liksom andra cirkulära material, fortfarande i begränsad omfattning i Sverige, och materialet går i många fall främst till deponitäckning. Samtidigt väntas behovet av deponitäckning minska i takt med att allt fler deponier har sluttäckts och att arbetet med att öka återvinningen fortsätter i syfte att undvika

utbyggnad av nya deponier, vilket i sin tur ökar behovet av att hitta nya användningsområden för slaggrus (van Praagh & Rundegren, 2024).

Trots att slaggrus i flera sammanhang bedöms kunna fungera tekniskt och miljömässigt under rätt förutsättningar är användningen i Sverige fortfarande begränsad. En viktig orsak är att beställare, tillsynsmyndigheter och entreprenörer ofta upplever osäkerhet kring hur materialet ska bedömas, verifieras och följas upp i praktiken. Detta gäller särskilt i förhållande till miljörisker, där totalhalter, lakning, platsförutsättningar och framtida ansvar ibland bedöms olika av olika aktörer.

Begränsningen handlar inte enbart om tekniska eller miljömässiga egenskaper, utan också om hur regelverk, standarder och upphandlingar är utformade. Flera kravdokument och etablerade standarder är utvecklade utifrån jungfruliga material, vilket gör att alternativa material ofta behöver bevisas från grunden i varje enskilt projekt. I praktiken kan detta skapa osäkerhet kring riskfördelning, ansvar, dimensionering och tillstånd, vilket i sin tur påverkar beställares vilja att välja slaggrus. (Schouenborg, 2023)

Sammantaget utgår från att begränsningen inte främst handlar om materialets tekniska egenskaper, utan om hur befintliga regelverk, standarder och institutionella strukturer påverkar möjligheten att använda cirkulära material i praktiken. Trots forskning som talar för slaggrusets egenskaper kvarstår osäkerhet kring riskbedömning, ansvarsfördelning och tillståndsprocesser. Studien undersöker därmed vilka faktorer som begränsar användningen av slaggrus, hur dessa hinder uppfattas av olika aktörer och vilka förändringar som skulle kunna skapa ett tydligare och mer förutsägbart ramverk för cirkulära material i anläggningssektorn. (Länsstyrelsen Skåne, 2023)

1.2 Syfte

Syftet med detta arbetet är att undersöka förutsättningarna för en mer förutsägbart användning av slaggrus i bygg- och anläggningsbranschen genom att tydliggöra de tekniska, juridiska och organisatoriska krav som påverkar materialets användning. Målet är att bidra med kunskap som kan stödja en mer resurseffektiv och cirkulär materialhantering.

För att besvara syftet utgår arbetet från följande frågeställningar:

1. Vilken kunskap finns i dagsläget om slaggrusets egenskaper och i vilken utsträckning är myndigheternas försiktighet motiverad i förhållande till identifierade risker och befintlig forskning?
2. Vilka systematiska hinder; regulatoriska, ekonomiska och organisatoriska faktorer, begränsar idag användningen av återvunna material i anläggningsprojekt? Hur kan dessa överkommas, och vilka åtgärder krävs för att möjliggöra en bredare och mer rutinmässig användning av cirkulära ballastmaterial?

3. Hur bör, utifrån en offentlig beställares perspektiv, en upphandling utformas för att främja användningen av cirkulära ballastmaterial?

1.3 Avgränsningar

De faktorer som begränsar användningen av slaggrus är även existerande i andra cirkulära material flöden så som betongkross, asfaltkross och schaktmassor. Därmed kommer andra alternativa material nämnas men kommer inte till någon längre utsträckning analyseras eller få något större fokus.

Användning av slaggrus är i flera länder väletablerat i olika grad. Då fokus ligger på svenska regler och standarder finns det hög relevans att ta upp grannländer med liknande kulturer, miljösynsätt och rättssystem, även om resurstillgångar varierar sinsemellan. Arbetet kommer därmed att inkludera en jämförelse mellan de nordiska länderna Finland, Norge och Danmark, med särskilt fokus på det sistnämnda landet på grund av dess höga användning av slaggrus.

För detta arbete är gränsdragningarna, särskilt när det kommer till institutionella barriärer, något suddiga. Analysen skulle exempelvis kunna sträcka sig från dissekering av lokala tekniska handböcker till intervjuer med riksdagsledamöter. Mot bakgrund av detta har studien fokuserat på de aspekter som bedöms ha störst direkt påverkan på implementeringen av cirkulära material. Särskild vikt har lagts vid områden där politiska beslut haft betydande inverkan och där effekterna sprids nedåt i värdekedjan. Samtidigt begränsas studiens omfattning av tillgänglig tid, vilket innebär att politiska beslut endast behandlas översiktligt och inte analyseras eller undersöks på djupet.

1.4 Definitioner

Cirkulära material = Material som återvinns eller återanvänds från avfallsströmmar.

Linjärt system (samhälle, byggsektorn) = Resurser tas ut, används och sedan blir avfall, i stället för att cirkulera tillbaka i kretsloppet

Utlakning (lakning) = Process där ämnen frigörs från ett material vid kontakt med vatten.

Totalhalter = Den totala mängden av ett ämne som finns i ett material.

Dimensionering = Processen att bestämma en konstruktions uppbyggnad och materialval så att den uppfyller krav på bärighet, funktion och livslängd.

Tillsynsmyndighet = Myndighet som ansvarar för att kontrollera att lagar och regler, exempelvis inom miljöområdet, följs.

Funktionskrav = Krav som beskriver vilken prestanda eller funktion som ska uppnås, till exempel bärighet eller livslängd.

Materialkrav (tekniska krav) = Krav som specificerar vilka egenskaper ett material ska ha eller vilken lösning som ska användas för att uppnå en viss funktion.

2 Teori

Detta kapitel presenterar det teoretiska och regulatoriska ramverk som ligger till grund för studien. Först beskrivs slaggrusets tekniska egenskaper och användningsområden, följt av relevanta lagar, standarder och myndigheters roller.

2.1 Slaggrus

Sverige är bland de länder som utvinner mest energi per ton avfall i Europa, med cirka 3 MWh per ton i de olika avfallskraftvärmeverk runt om i landet. Detta möjliggör för länder med mindre utvecklad avfallshantering att exportera avfall till Sverige, där överkapaciteten i anläggningarna bidrar till att täcka det höga behovet av fjärrvärme (Avfall Sverige, 2026).

Vid förbränning av hushålls och industriavfall med inslag av importavfall och farligt avfall, bildas en slagg som kallas bottenaska, figur 1a. Den utgör typiskt omkring en femtedel av den ursprungliga avfallsvikten och avfallsvolymen kan minska med upp till cirka 90% (Hjelmar m. fl., 2022). Bottenaskan har vanligtvis högt pH-värde, en grusig konsistens och innehåller olika metaller och salter. Detta råmaterial kan efter behandling uppgraderas till det som i Sverige benämns som slaggrus, figur 1b. Slaggrus kan i många fall klassificeras som icke-farligt avfall, men askans sammansättning varierar mellan olika anläggningar beroende på vilka typer av avfall som ingår i bränslemixen.



(a) Färsk bottenaska (Sysav)



(b) Slaggrus (Sysav)

Figur 1: Råmaterialet (bottenaskan) som genom filtrerings- och förädlingsprocesser blir slaggrus

Inom branschen används begreppet slaggrus vanligtvis för behandlad bottenaska som genomgått sortering, metallavskiljning och stabilisering, vilket betyder på att det är säkert att använda i vissa konstruktion och anläggningsarbeten. Bottenaskan går igenom samtliga behandlingar:

- Större partiklar (50 -180mm) siktas bort

- Metaller avskiljs (magnetiska, icke-magnetiska)
- Plast och annat brännbart avskiljs
- Resterande äskalagras i sex månader för att stabiliseras kemiskt.

(Sysav, 2025b)

Under lagringstiden, som är en högst kritiskt del i behandlingen, stabiliseras materialet både kemiskt och tekniskt genom, bland andra, en process som heter karbonatisering. Färsk bottenaska är väldigt alkaliskt med ett pH-värde på cirka 12.5 på grund av höga halter kalciumhydroxid. När askan lagras utomhus absorberar och reagerar den med koldioxid i luften vilket gör att kalciumhydroxid omvandlas till kalciumkarbonat, detta sänker pH-värdet till ett stabilare nivå på ungefär 9-10. Detta lägre pH-värde är viktigt för miljösäkerheten då det minskar lösligheten i askan vilket resulterar i att tungmetaller såsom bly, zink och koppar binds i en kemiskt form av svårslösliga metallkarbonater vilket i sig minskar miljöfarlig utlakning (Arickx m. fl., 2006), (Tang m. fl., 2021). Eftersom askan absorberar koldioxid från luften under karbonatiseringen så fungerar det som en effektiv kolsänka. Enligt beräkningar kan ett ton behandlat slaggrus ge en klimatnytta på cirka -146 till -234 kg koldioxid (Avfall Sverige, 2021).

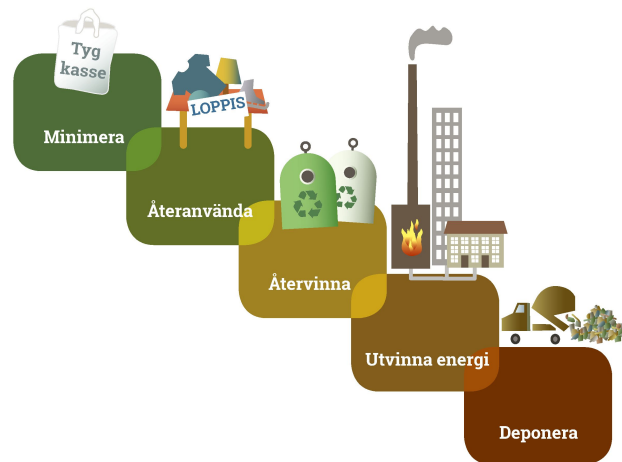
Lagringen fungerar även som teknisk härdningsprocess genom puzzolana reaktioner. Slaggrus innehåller kisel- och aluminiumrika ämnen som reagerar med kalciumhydroxid och bildar kalciumsilikathydrat. Detta hydrauliska bindemedel sammanfogar finpartiklarna, ökar materialets inre stabilitet och gradvis förbättrar styvhetsmodul och bärförmåga över tid (Arickx m. fl., 2006), (Arm, 2000).

2.2 Lagar och standarder

I följande avsnitt beskrivs relevanta skrifter för arbetet vilket inkluderar lagar, regler och standarder.

2.2.1 EU lagstiftning

Avfallsramdirektivet (2008/98/EG) infördes för att skydda miljön och människors hälsa genom att fastställa en gemensam ram för korrekt avfallshantering i EU-länderna. Direktivet har som mål att uppmuntra återanvändning och återvinning samt minska konsumtionen, bland annat genom att stödja principen om att "förorenaren betalar" och klargöra ägarskap och ansvar för avfall (European Union, 2008). En avfallshierarki, figur 2, har införts för att tydliggöra prioriteringar längs avfallskedjan:



Figur 2: Avfallshierarkin (Naturskyddsföreningen, 2021)

EU-direktivet gav även upphov till begreppet End-of-waste-kriterier (EoW-kriterier), som anger när något som tidigare betraktats som avfall ska upphöra att räknas som avfall och istället kunna behandlas som en produkt. Föremålet måste då uppfylla vissa kriterier, till exempel att det finns en marknad eller efterfrågan, att det uppfyller tekniska krav och att användningen inte innebär stora risker för negativa effekter på miljön eller människors hälsa. EoW-kriterierna är inte fullständigt specificerade för alla typer av avfallskategorier i EU-direktivet, utan det är upp till respektive medlemsland att fastställa egna nationella EoW-kriterier där det saknas under förutsättning att de följer EU:s ramverk. (European Union, 2008)

I nuläget följer Sverige EU:s avfallsdirektiv men har inte utnyttjat möjligheten att skapa egna nationella End-of-Waste (EoW)-kriterier. I stället används allmänna kriterier i 15 kap. 9 a § miljöbalken för bedömning i enskilda fall (Naturvårdsverket, 2022a).

2.2.2 Miljöbalken

Miljöbalken trädde i kraft 1999 och syftar till att säkerställa en skyddad och hälsosam miljö för människor och djur för nuvarande och kommande generationer. Den ska tillämpas för att skydda människors hälsa, bevara värdefull natur och den biologiska mångfalden, god hushållning med naturresurser och främja ett cirkulärt samhällssystem (Sveriges riksdag, 1998).

Bedömningen av slaggrus och andra avfallsprodukter i anläggningsändamål grundas i miljöbalkens allmänna hänsynsregler. Enligt 2 kap. 3 §: *“Alla som bedriver eller avser att bedriva*

en verksamhet eller vidta en åtgärd skall utföra de skyddsåtgärder, iaktta de begränsningar och vidta de försiktighetsmått i övrigt som behövs för att förebygga, hindra eller motverka att verksamheten eller åtgärden medför skada eller olägenhet för människors hälsa eller miljön.”. Detta innebär att verksamhetsutövare behöver skaffa den kunskap som behövs, välja skyddsåtgärder som minskar risken och inte vänta tills skadan skett om det går att förutse till viss del.

Flera kapitel i Miljöbalken berör slaggrus då det juridiskt sett klassas som avfall. Dessa finns sammanställda i bilaga B.

2.2.3 Lagen om offentlig upphandling (LOU)

När offentliga aktörer, såsom statliga och kommunala myndigheter, anskaffar varor, tjänster eller entreprenader sker detta normalt genom en lagreglerad upphandlingsprocess. Syftet är att säkerställa konkurrens, likabehandling av leverantörer samt en effektiv användning av offentliga medel.

Lagen om offentlig upphandling (LOU) omfattar de fem grundläggande principer om icke-diskriminering, likabehandling, proportionalitet, öppenhet och ömsesidigt erkännande, de resterande upphandlingslagarna ska tolkas mot bakgrund av principerna. Så länge dessa följs finns det stor möjlighet, och uppmuntras, att inkludera hållbarhetskrav i upphandling.

Det finns inget tvång för någon att inkludera miljökrav i offentliga upphandlingar, men enligt 4 kap. 3 § LOU bör en upphandlande myndighet beakta miljöhänsyn, sociala och arbetsrättsliga hänsyn vid offentlig upphandling om upphandlingens art motiverar detta. Den så kallade bör-regeln uppmuntrar därmed upphandlande organisationer att ta hänsyn till hållbarhet i kravformuleringen. (Upphandlingsmyndigheten, 2025a)

2.2.4 AB04 och ABT06

AB04 (Allmänna bestämmelser för byggnads-, anläggnings- och installationsentreprenader) används vid utförandeentreprenader. Bygghandlingarna, som styr projektering, tekniska lösningar och utförandet, upprättas av beställaren. Om något i handlingarna eller ritningarna är felaktigt är det beställaren som bär ansvaret. Beställaren fastställer också tidplanen och följer upp arbetet, medan ändringar eller tilläggsarbeten utförs enligt avtalade former och villkor (Svensk Byggtjänst, 2024).

ABT06(Allmänna bestämmelser för totalentreprenader) innebär att beställaren ställer krav utefter funktion och entreprenören ansvarar för projektering, framtagande av tekniska lösningar och utförandet. Entreprenören ansvarar över samordning och tidsplan, vilket är mer omfattande då det inkluderar både projektering och utförande, vilken är striktare bedöms vid försening. Då ansvaret för att hantera och bedöma konsekvenserna av ändringar är det

vanligt att arvudet baseras på fast pris, vilket ger beställaren kostnadskontroll men kräver god planering och riskhantering från entreprenören (Svensk Byggtjänst, 2024).

2.2.5 AMA Anläggning

Referensverket **AMA** (Allmän material- och arbetsbeskrivning) Anläggning, utgivet av AB Svensk Byggtjänst, utgör den vanligaste standarden av tekniska beskrivningar i svenska anläggningsprojekt och används ofta tillsammans med standardavtal som AB04 och ABT06 (Upphandlingsmyndigheten, 2017). Den utgörs av krav på etablerade material och produktionsmetoder som hänvisas till genom specifika koder eller rubriker. Var tredje år publiceras en uppdatering av utgåvan för att hjälpa projektörer övervaka tekniska förändringar i branschen (Svensk Byggtjänst, 2026).

2.3 Dimensioneringsverktyg och test metoder

2.3.1 ERAPave

ERAPave (Elastic Response Analysis of Pavements) utvecklades av VTI (Stadens väg- och transportforskningsinstitut) på uppdrag av Trafikverket, det är ett mekanisk-empirisk analysverktyg som används för att förutspå spårdjup, sprickbildning och allmänt slitage för vägkonstruktioner. Programmet beräknar hur en väg reagerar på belastning, likt en simulation, baserade på en fysikalisk materialdatabas som är under ständig utveckling. Till skillnad från äldre system som PMS-objekt, vilka i hög grad förlitar sig på historiska erfarenhetstabeller (BYA) och standardiserade krav på materialets ursprung, möjliggör ERAPave dimensionering utifrån faktiska materialparametrar (såsom styvhetsmoduler tagna från triaxialtester). Denna metod gör det betydligt enklare att introducera och vetenskapligt verifiera nya, cirkulära material i databasen (Hellman m. fl., 2023).

I nuläget används ERAPave endast i forskningssyfte men det finns förhoppningar att med redskapet ta fram enklare tabeller och standarder för att göra dimensioneringen mer lättillgängliga.

2.3.2 PMS Objekt

PMS Object (PMS) är ett analytiskt-empiriskt beräkningsverktyg för dimensionering av vägkonstruktioner. Det används för att utvärdera konstruktioners bärighet och livslängd baserat på bland annat trafikbelastning och klimatförhållanden. Konstruktörer använder verktyget för att analysera och jämföra olika designalternativ.

Materialparametrar och modeller i PMS Objekt bygger till stor del på etablerade och väl studerade material, såsom bergkross, makadam och asfalt. Dessa baseras på omfattande empirisk data och erfarenhet som utvecklats över lång tid, och har uppdaterats successivt. För nya eller mindre använda material finns ofta mer begränsat underlag, vilket kan göra dem svårare att analysera med samma säkerhet. (Mohammad, Louai, 2024)

2.3.3 Micro-Deval

Micro-Deval (SS-EN 1097-1) är en testmetod från 1960-talet och togs ursprungligen fram för att välja lämpliga stenmaterial till asfaltslitlager för att mäta ballastmaterials beständighet mot nötning från direktkontakt med trafik. Fraktioner av materialet, vatten, och stålkulor placeras i en roterande ståltrumma där materialet i fråga nöts ner till mindre partiklar. Micro-Deval-värdet (Mde) anger hur stor del av det ursprungliga materialet (i viktprocent) som nöts ner till partiklar mindre än 1,6 mm. Ju lägre värde, desto bättre motståndskraft. (Arm, 2000)

2.4 Myndigheter

I detta avsnitt presenteras de myndigheter som kommer intervjuas och vars styrning och tillsyn har stor inverkan på användningen av slaggrus.

2.4.1 Naturvårdsverket

Naturvårdsverket är en svensk statlig förvaltningsmyndighet för klimat- och miljöfrågor. I sitt uppdrag från staten att vägleda tillämpningen av miljöbalken tog myndigheten fram Handbok 2010:1, en vägledningsmodell för hur avfall kan återvinnas i anläggningsändamål på ett hållbart sätt. Handboken anger bland annat riktvärden för föroreningsrisker, tolkningar av miljöbalken samt hur dessa kopplas till Sveriges miljömål. (Naturvårdsverket, 2010)

De vägledande haltgränserna, som är högsta acceptabla koncentrationen av en kemikalie eller förorening i marken utan att den riskerar att orsaka skadliga miljö- och hälsoeffekter, togs fram i samarbete mellan Statens geotekniska institut (SGI) och Kemakta, som ansvarade för de tekniska underlagsrapporterna och beräkningsmodellerna. Modellen utgick främst från miljö kvalitetsmålet giftfri miljö, som styrde risknivåerna, och delar av riktvärdesmodellen för förorenad mark (KM/MKM) anpassades

Här är en sammanfattning av de olika risknivåerna och hur de bedöms:

- Mindre än ringa risk (MRR): För att ett material ska bedömas som MRR krävs att det underskrider Naturvårdsverkets vägledande gränsvärden för både totalhalter och utlakning. Vid MRR anses inga särskilda skyddsåtgärder vara nödvändiga.
- Ringa risk: Denna nivå innebär att föroreningsrisken är låg men att verksamheten kräver en anmälan till den kommunala miljönämnden (C-verksamhet). Det krävs när det behövs enklare skyddsåtgärder och en enklare kontroll av valet av plats för att säkerställa att miljöbalkens krav uppfylls.
- Mer än ringa risk: Om föroreningsrisken bedöms vara högre än ringa krävs ett tillstånd från länsstyrelsen (B-verksamhet). Denna nivå tillämpas när det krävs avancerade tekniska skyddsåtgärder och en omfattande utredning av den valda platsen för att säkerställa att verksamheten är miljö- och hälsomässigt godtagbar.

(Naturvårdsverket, 2010)



Figur 3: Naturvårdsverkets framtagna risknivåer (Miljösamverkan Sverige, n.d.)

2.4.2 Trafikverket

Trafikverket är en förvaltningsmyndighet som ansvarar för utveckling och underhåll av alla statliga vägar och järnvägar i samband med flera andra trafikrelaterade aktiviteter. De är därmed den största aktören inom infrastruktur och deras arbetssätt påverkar inte bara deras egna projekt utan hela anläggningsbranschen (Trafikverket, 2026). De gör detta genom att ta fram tekniska regler i bland annat skrifter, som fungerar som standarder för hela branschen. Trafikverkets dokument (TDOK) består av tekniska standarder och föreskrifter som styr hur infrastruktur ska planeras, byggas och underhållas. Dokumentens innehåll påverkar materialval i upphandling, inklusive klimatrelaterade krav, tekniska materialspecifikationer samt riktlinjer för alternativa material (se bilaga C)

I materialförsörjningsplanen lyfts Trafikverket som en särskilt viktig aktör eftersom deras krav och arbetssätt påverkar marknaden i stor skala, vilket ger dem ett betydande ansvar att driva efterfrågan på cirkulära material.

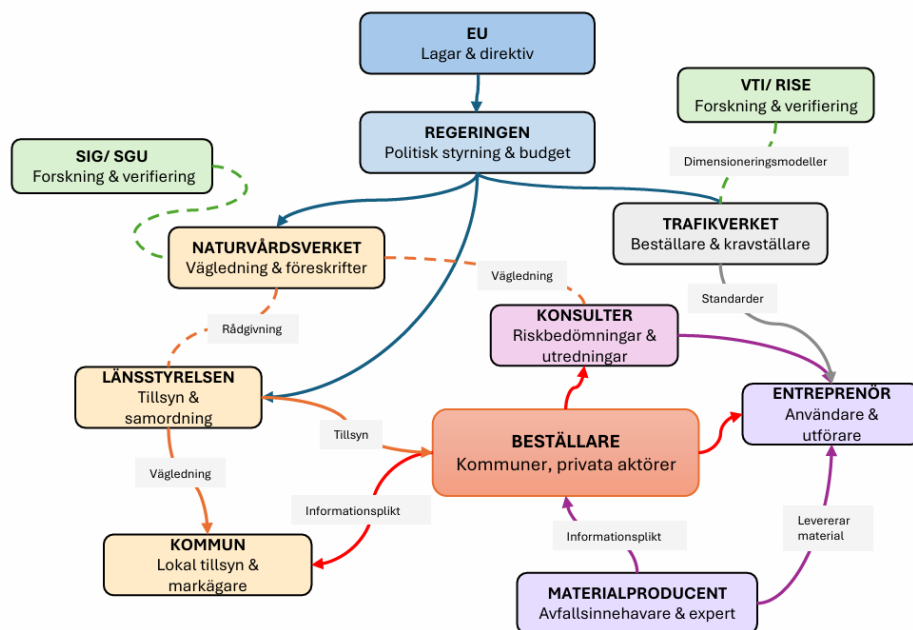
2.4.3 Länsstyrelsen Skåne

Länsstyrelsens huvudsakliga roll, när det gäller anläggningsarbeten, hållbarhet och materialförsörjning är att fungera som länken mellan kommun och regering. De har tillsyns- och provningsansvar för anläggningsrelaterade verksamheter, såsom avfalls- och vattenanläggningar, samt tillsynsansvar över kommunernas planer, med miljöbalken som ramverk. De ska främja regionala miljömål, hållbar utveckling och regionspecifik materialförsörjningsplanering (Länsstyrelsen, 2024).

2.5 Sammanfattande relationskarta

Relationskartan i figur 4 visar de viktigaste aktörerna för den här rapporten som påverkar användningen av slaggrus och hur information, krav och ansvar fördelas mellan dem.

EU och regeringen sätter den övergripande ramen, medan Naturvårdsverket, Länsstyrelsen och Trafikverket översätter den till vägledning, tillsyn och krav. Detta lägger grunden till projekten som kommuner och andra beställare drar i, ofta med stöd av konsulter, entreprenörer och materialproducenter. Forskning och verifiering från forskningsorgan stödjer kunskapsunderlaget och rådgör. Sammantaget visar relationskartan hur regelverk, vägledning, tillsyn, forskning och genomförande hänger ihop i systemet kring slaggrus.



Figur 4: Relationskarta över aktörer

3 Metodik

För att undersöka vilka hinder och möjligheter som påverkar användningen av slaggrus genomfördes en kombinerad litteratur- och intervjustudie. Litteraturstudien användes för att identifiera tidigare forskning, tekniska erfarenheter och regulatoriska perspektiv, medan intervjuer genomfördes för att fånga praktiska erfarenheter och uppfattningar från relevanta aktörer inom branschen. Metodiken kombinerar dokumentanalys och semistrukturerade intervjuer för att skapa förståelse för ämnet.

3.1 Litteraturstudie

Datainsamlingen har skett genom sökningar i akademiska databaser, myndigheters databaser samt genom användning av AI-baserade sökverktyg (Perplexity). AI-verktyget har främst använts som ett stöd för att identifiera och hitta relevanta publikationer, varpå alla källor kritiskt har granskats och verifierats av författaren innan de använts för arbetet. Utöver detta har ett antal källor erhållits direkt från experter och intervjurespondenter, vilket har säkerställt tillgång till relevant och uppdaterat branschmaterial.

Litteraturstudien har strukturerats utifrån tre huvudområden:

Tekniska egenskaper och miljörisk

Litteraturanalysen har genomförts i syfte att kartlägga slaggrusets tekniska egenskaper, användningsområden och miljömässiga påverkan, samt hur materialet bedöms och hanteras i praktiken, i Sverige och internationellt. Baseras på test- och forskningsrapporter, riskbedömningsrapporter, vetenskapliga artiklar och tidigare examensarbeten.

Regulatoriska ramverk och standarder

Svensk lagstiftning och vägledande dokument; miljöbalken, Naturvårdsverkets handböcker samt Trafikverkets tekniska krav- och standarddokument (TDOK) har granskats. Internationella, motsvarande regelverk har granskats, såsom den danska Restproduktbekendtgørelsen och den finska MARA-förordningen.

Upphandling och styrning

För att undersöka möjligheter till hållbar kravställning har lagstiftning om offentlig upphandling (LOU) samt vägledningar från Upphandlingsmyndigheten granskats. Vidare har branschstandarder, metodblad och tekniska guider använts för att undersöka hur hållbarhets-kriterier kan implementeras i praktiska upphandlingsunderlag.

3.2 Intervju metodik

Valet av intervjustil och teknik vid en kvalitativ intervjustudie bör baseras på vilka personer som intervjuas, ämnet i sig och vad som önskas fås ut av samtalet. En strukturerad intervjuform, där frågeställningarna är identiska för alla objekt, lämpar sig bäst för datainsamling och statistiska studier men ger begränsat utrymme för deltagarnas egna resonemang. För det aktuella projektets fall krävs istället en mer flexibel, semistrukturerad intervjuform (Scribbr, 2023). Denna metod använder en intervjuguide som stöd för att hålla fokus på valda teman men tillåter samtidigt att samtalet anpassas med den riktning samtalet går. Detta är nödvändigt av flera anledningar:

1. Deltagarna har olika bakgrunder med olika nivåer och områden av expertis, från beslutsfattande myndigheter till praktiskt verksamma entreprenörer. En flexibel form möjliggör rollspecifika frågor som fångar deras unika kunskap.
2. Studien syftar till att utreda ett komplext ämne snarare än att enbart samla in kvantitativa data. Ny kunskap kan dyka upp under intervjuer som kan ändra förståelse av ämnet och påverka frågeställningar. Intervjuguiden behöver därmed vara ett levande dokument som kan uppdateras allt eftersom.
3. Projektet söker inte bara fakta utan också hur aktörerna resonerar kring stiftelser och det nuvarande systemet. Genom att låta dem reflektera fritt kan man lära sig om deras tolkningar och relationer till varandra. (Raphael, 2024)

3.2.1 Urval

Till en början gjordes ett strategiskt urval för att inkludera kritiska aktörers perspektiv på grundproblemet. Intervjuobjekten kan grovt delas upp i myndigheter och beställare (offentliga och privata).

Eftersom beställarna utgör huvudfokus för arbetet har det beslutats att börja med intervjuer med myndigheter. Det gör det möjligt att först extrahera och förstå den regulativa och systemrelaterade informationen, vilket sedan kan användas för att formulera mer djupgående och relevanta frågor i intervjuerna med beställarna och därmed få ut mer värdefull information från dem. Totalt fem kommuner i sydvästra Skåne söktes varav två deltog i en intervju. De deltagande kommunerna berörs båda av den ballastbrist som tas upp i Länsstyrelse Skånes materialförsörjningsplanen, och har anonymiserats och benämns som Kommun A och B. Detta har gjorts för att möjliggöra en mer öppen redovisning av intervjusvaren. Sammanfattning av urval kan ses i tabell 1.

Tabell 1: Översikt över intervjurespondenter och deras relevans

Kapitel	Organisation	Roll	Urval relevans
5.1.1	Naturvårdsverket (myndighet)	Handläggare	Myndighet som ansvarar för nationell vägledning kring miljöbalken som berör kommuner och länsstyrelser. Vägleder i prioriteringar mellan miljösmål.
5.1.2	Länsstyrelsen Skåne (myndighet)	Miljöhandläggare	Myndigheten fungerar som brygga mellan lagstiftning och praktisk tillämpning. Vägleder kommuner till skifte av cirkulär ekonomi och har mycket kunskap om lokala restriktioner.
5.1.3	Trafikverket (beställare & myndighet)	Teknisk hållbarhets-expert	Landets största beställare av infrastruktur och ansvarig för de tekniska styrdokumenterna (TDOK) som sätter standarden för materialval i väg- och järnvägsbyggnad.
5.2.1	Kommun A (offentlig beställare)	Strateg inom masshantering och markmiljö	Ansvarar för upphandling och kravställning med fokus på utmaningar kring masshantering och riskbedömning. Respondent har tidigare erfarenhet från miljöförvaltning samt författat ett eget examensarbete om slaggrus.
5.2.2	Kommun B (offentlig beställare)	Verksamhetsansvarig & Miljösamordnare	Respondent 1: Vägtekniskt stöd för både underhåll och nya investeringsprojekt. Han har djup kunskap om väguppbyggnad och ansvarar för de tekniska delarna i stadens tekniska handbok. Respondent 2: Bakgrund som upphandlare och vars nuvarande roll är att översätta politiska miljösmål till konkreta kravställningar och säkerställa uppföljning i entreprenaderna.
5.2.3	Trelleborgs hamn (privat beställare)	Chef / byggherre	Beställare som genomfört ett större anläggningsprojekt med slaggrus, har därmed erfarenhet av faktiskt genomförande och ansvarstagande.
5.3	Bygg- och anläggningsföretag	Entreprenadingsenjör / projekt- och byggle-dare	Har erfarenhet av att bedöma anbud och leda byggprojekt utifrån branschstandarder som AMA och etablerade entreprenadformer.

3.2.2 Genomförande

Intervjuerna genomfördes på olika sätt beroende på vad respondenten föredrog. På grund av variationen presenteras den aktuella tillvägagångssättet för varje intervju i början av varje intervjuavsnitt.

För myndigheterna föreslogs i första hand mejlsvar, eftersom frågorna var konkreta, tydliga och informationssökande snarare än anpassade för en mer flytande diskussion. Det gav respondenterna tillräckligt med tid att tänka igenom sina svar och hitta den information som behövdes. Frågorna skickades i förväg, och om intervjuobjektet hellre ville ha ett samtal erbjöds även det alternativet, vilket i flera fall gjordes.

Intervjuer med beställare genomfördes däremot främst via samtal, där frågorna skickades i förväg och diskuterades tillsammans under intervjun. Under samtalet kunde frågeställningen anpassas och bli mer flytande, och relevanta följdfrågor kunde ställas utifrån respondenternas resonemang. I svarssammanfattningen för samtliga intervjuer presenteras därför svaren som teman snarare än en exakt matchning med specifika enskilda frågor.

3.3 Validitet

Studien initierades i samarbete med Sysav, som även bidragit med kontakter, bakgrundsmaterial och expertkunskap inom området. Detta har varit värdefullt för studien och för att hitta relevanta aktörer och projekt. Samtidigt har arbetet genomförts med medvetenhet om att en nära koppling till en aktör med intresse i frågan kan påverka urval, perspektiv och problemformulering. Detta har försökts beaktas under projektets gång.

4 Resultat av litteraturstudie

Detta kapitel presenterar resultaten från litteraturstudien strukturerade utifrån tre huvudområden: testfall av slaggrus, systematiska hinder och inläsning, samt upphandlingskrav och styrning. Kapitlet avslutas med en jämförelse av hur nordiska länder hanterar användningen av slaggrus.

4.1 Praktiska tillämpningar och verifiering av slaggrus

Avsnittet går igenom olika forskningsprojekt där slaggrus har testats i olika aspekter.

4.1.1 Vetenskaplig klassificering av slaggrus

På initiativ av Sysav genomfördes avancerade synkrotronljusmätningar vid MAX IV-laboratoriet i Lund, i samarbete med RISE, vilket sammanställdes i rapport 2020:33. Målsättningen var att genom röntgenabsorptionsspektroskopi (XANES) undersöka metodens potential för att bestämma metallers kemiska form i både behandlad och obehandlad bottenaska från avfallsförbränning. Arbetet motiverades också av att kunna tydliggöra att höga totalhalter inte automatiskt innebär hög miljö- eller hälsorisk, eftersom ämnenas rörlighet begränsas av deras kemiska form inuti materialet. I framtiden finns förhoppningar om att kunna utveckla metoden vid MAX IV som på sikt kan användas för mer tidseffektiva och kostnadseffektiva analyser för karaktärisering av restprodukter. Resultaten fastställde att de metaller i slaggrus befinner sig i betydligt stabilare kemiska former, oxider och silikater, än vad som tidigare antagits i riskbedömningar, se tabell 2. (Dahl m. fl., 2020)

Tabell 2: Stabil förekomstform av metaller i slaggrus.

Metall	Stabil förekomstform	Typ av förening
Zink (Zn)	Hemimorfit ($\text{Zn}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$)	Silikat
	Franklinitt (ZnFe_2O_4)	Ferrit/Oxid
	Willemitt (Zn_2SiO_3)	Silikat
	Hydrozinkitt ($\text{Zn}_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$)	Karbonat
Bly (Pb)	Alamositt (PbSiO_3)	Silikat
	Blyglas	Amorft silikat
	Hydrocerussitt ($\text{Pb}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$)	Karbonat
Koppar (Cu)	Kopparsilikat (Cu_2SiO_3)	Silikat
	Kopparferrit (CuFe_2O_4)	Komplex oxid
	Malakit ($\text{Cu}_2\text{CO}_3(\text{OH})_2$)	Karbonat
Antimon (Sb)	Antimonpentoxid (Sb_2O_5)	Oxid

Silikater: Hög stabilitet, hemimorfit är den vanligaste formen och silikatbindningarna är liknande natursten i strukturen (ASDN Chemistry, n.d.).

Komplexa oxider: Hög stabilitet där metallen är hårt bunden och rörlighet är begränsad (EBSCO, 2024).

Karbonater: Stabil, bildas under lagringen sänker materials pH-värde. Stabila under normala miljöförhållanden. (Arickx m. fl., 2006)

Hydroxider: Medel stabil, något mer reaktiv och används oftast som referens i åorst-caserriskbedömningar. (Dahl m. fl., 2020)

Klorider: Mindre stabil, lösliga i framförallt vatten men mer vanligt förekommande i flygaskor än slaggrus (Chemguide, 2003).

4.1.2 Trelleborgs hamn – storskalig implementation

Under 2022 inleddes utbyggnaden av Trelleborgs hamn, vilket är Sveriges hittills största anläggningsprojekt med slaggrus. Totalt användes cirka 87 000 ton slaggrus över en yta på 18 hektar. Överbyggnaden uppgjordes av ett 140 mm tjockt asfaltslager och ett 80 mm obundet bärlager av bergkross. Därunder lades ett förstärkningslager på totalt 580 mm, bestående av 380 mm bergkross ovanpå ett lager slaggrus med en tjocklek på 200 mm. Under anläggningsarbetet utfördes en dammstudie som finansierades av Avfall Sverige och Energiforsk och genomfördes av Ensucon och Afry, för att utvärdera de miljö- och hälsorisker som kan uppstå vid anläggningsarbetet. Syftet var att samla in data för att kontrollera om de teoretiska riskbedömningsmodellerna i branschens beslutsstöd var korrekta. Man användes sig av den så kallade Nilu-metoden, vilket är en metod för att mäta nedfallet damm via provtagningstrattar. Det insamlade dammet analyserades och jämfördes med halter i det faktiska slaggruset samt lokala bakgrundsvärden. Provtagningen i Trelleborg pågick under två månader sommaren 2022, och under denna period lades 20 700 ton slaggrus ut över en yta på 3,5 hektar. Damningen begränsades genom bevattning och materialet täcktes snabbt över med bergkross för att minimera exponeringstiden, vilket är rekommenderade skyddsåtgärder vid hantering av slaggrus.

Resultaten visade att anläggningsarbetet gav upphov till damm från slaggruset, men att metallhalterna i dammet var betydligt lägre än i rent slaggrus. Detta tyder på att även andra material i projektet, exempelvis bergkross som var i större mån exponerad, bidrog till dammbildningen. Studien visade att de riskmodeller som används i beslutsstödet överskattade metallhalterna, i genomsnitt till ungefär det dubbla jämfört med de faktiskt uppmätta värdena. Vid mätningar av partikelhalter i Trelleborg uppmättes nivåer på upp till cirka 30 µg/m³ vid specifika damningstillfällen, vilket bedöms som en relativt begränsad nivå tack vare skyddsåtgärderna. I ett parallellt projekt vid Umeå Energi var partikelhalterna ännu lägre, under 10 µg/m³, främst på grund av att anläggningsarbetet där utfördes under en mycket nederbördsrik period.

(Uppföljning av beslutsstödet för återvinning av slaggrus i anläggningsarbeten, 2024)

4.1.3 Svågertorp – långtidsuppföljning av lakning

Under åren 2000–2004 lades 40 000 ton slaggrus ut som ett 40–50 cm tjockt förstärkningslager över 11,5 hektar, inkluderat parkeringsplatser, körbanor, randzoner, fördröjningsmagasin och byggnader.

Grundvattnet har därefter övervakats via 16 observationsrör i och omkring området. Mätningar utfördes två gånger årligen; vissa avslutades 2010, andra pågick till 2022. Miljönämndens ursprungliga krav inkluderade en bred uppsättning av parametrar, inklusive tungmetaller (kadmium, krom, koppar, nickel, bly, zink), pH och organiskt material. Resultat visade dock att tungmetaller som bly och zink lakas mycket långsamt, medan sulfat och klorid är lätttrörliga och lakas ut snabbare. Beslutet togs därmed att man bestämde sig för att fortsätta mätningarna med större fokus på klorid och sulfat. Rapporten anger även att saltlakning bör följas upp i större utsträckning då dess mobilitet gör den till en tidig indikator på föroreningsspridning (Sweco, 2023).

Det fanns flera störningsfaktorer som påverkade testet

- Vägsaltning: Rapporten anger att saltning av ytor har avsevärd påverkan. Kloridhalterna är avsevärt högre än sulfat halterna, det är oklart hur mycket vägsaltningen påverkar provresultaten.
- Varierande nederbörd: Lite nederbörd resulterar i låg utspädning och därmed högre salthalter i avrinning och grundvatten. Tung nederbörd däremot resulterar i lägre salthalter men överflöd av avrinning till dagvattensystem
- Geologiska förutsättningar: Vittring av den kalciumrika kalkstensberggrunden kan genom jonbyte öka kloridhalten i grundvattnet.

Resultatet slår fast att utlakningen initialt ökade men sedan minskat med åren då slaggruset stabiliserats. Utredningar visar också att inga skyddade områden i närheten har påverkats negativt. Inte heller grundvattnet har påverkats.

(Sweco, 2023)

4.1.4 Nordhavn – verifiering av slaggrus i högtrafikerade vägar

2012 byggdes en försökssträcka i en del av Nordsøvej i Nordhavn, Köpenhamn för att utvärdera om slaggrus kan användas även i vägkonstruktioner med högre trafikbelastning, T5 (högtrafikerade vägar) med målsättningen att verifiera funktion upp till T7, vilket är den högsta danska trafikklassen och inkluderar motorväg, och inte bara som förstärkningslager utan även som obundet bärlager. Den byggdes 200 meter lång och är uppdelad i sex testfält med olika kombinationer av slaggrus, sand och naturgrus (Overgaard m. fl., 2020). En illustration av uppbyggnaden av testfälten kan ses i figur 5.

	Fält 1 (ca 30 m)	Fält 2 (ca 50 m)	Fält 3 (ca 50 m)	Fält 4 (ca 50 m)	Fält 5 (ca 50 m)	Fält 6 (ca 50 m)
	Asfalt					
	35 mm AB typ 11					
	55 mm ABB typ 11					
	75 mm GAB I					
Obundet bärlager (165 mm)	KAB II	KAB II	SG II	Slaggrus	Slaggrus	SG II
Förstärkningslager (335 mm)	BL II	Slaggrus	Slaggrus	Slaggrus	BL II	BL II
Bottenlager / Geonät (300 mm)	Tensar SS30					

Figur 5: Nordhavns väg: Svensk översatt illustration av väguppbyggnad (Vejdirektoratet, 2014)

- KAB II (krossad asfalt och betong kvalite II): Återvunnet material som består av en blandning av krossade restprodukter från vägar och byggnader.
- SG II (Stabilt grus kvalitet II): Ballastmaterial med specifika krav på kornstorleksfördelning för att ge hög stabilitet i bärlager.
- Slaggrus: I detta test kom materialet från förbränningsanläggningen I/S Vestforbrænding.
- BL II (Undre förstärkningslager/sandigt material kvalitet II): Skydda vägkroppen underifrån och förhindra att finmaterial tränger upp i de bärande lagren.
- AB typ 11 (Asfaltbetong): Slitlager och vägens översta skikt.
- ABB typ 11 (Asfaltbetong bindelag): Bindlager och ligger mellan slitlagret och bärlagret.
- GAB I (Asfaltsgrus): Utgör den nedersta delen av asfaltskonstruktionen

(Vejdirektoratet, 2014)

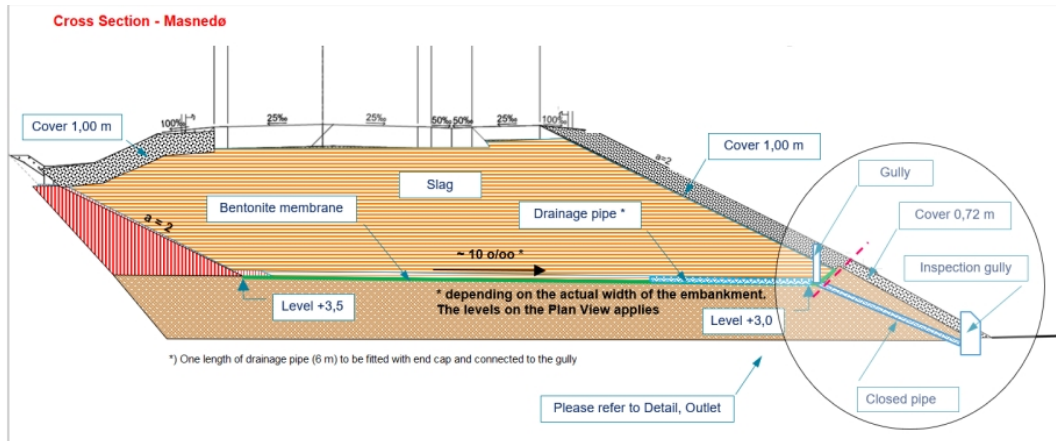
Efter sju års uppföljning visade resultaten att sträckorna med slaggrus som obundet bärlager uppnått trafikklass T5. Studien fastställde att slaggruset i rollen som bärlager erbjuder till och med bättre tekniska egenskaper än det traditionella jungfruliga referensmaterialet (stabilt grus, SG II), med en styvhet (lagermodul) som var 50–100 MPa högre. Materialet anses nu vara på god väg att även verifieras för den högsta trafikklassen, T7 (motorvägar). (Overgaard m. fl., 2020)

4.1.5 Storstrømsbroen – slaggrus i storskaliga anslutningskonstruktioner

Storstrømsbroen är en nästan 4 kilometer lång väg- och järnvägsbro som går via Själland och Falster och invigdes år 1937. På grund av flera skador som hittats på bron beslutades det 2013 att en ny bro skulle ersätta den gamla. Denna nya bro har en tvåfilig väg, ett tvåfiligt järnvägsspår samt en cykel- och gångbana. Mars 2026 öppnades trafiken för bilar och 2027 ska även tåg kunna åka över. (Vejdirektoratet, 2026)

I de vägbankar och ramper som ansluter vägen till Storstrømsbroen har man valt att använda slaggrus som konstruktionsmaterial. Slaggrus har ej den styvhet som krävs för att nå de ex-

trema stabilitetskraven för järnvägstrafik i 200 km/h, där det är viktigt att inga sättningar sker. Däremot är styvheten fullt tillräcklig för vägtrafik, vilket har verifierats genom framgångsrika långtidstester med tung trafik vid bland annat Nordhavn. I figur 6 visas en illustration över uppbyggnaden av konstruktionen.



Figur 6: Storstrømsbroen: Tvärsnitt av konstruktion vid Masnedø (Vejdirektoratet & COWI A/S, 2017)

Anslutningsramperna är upp till elva meter höga och omfattar totalt cirka 250 000 m³ slaggrus (150 000 m³ på Masnedø och 100 000 m³ på Falster). Konstruktionen är förseglad med ett 15 cm tjockt asfaltslager överst, följt av ett 100 cm tjockt lager av kompakterad lera. Leran har en mycket låg permeabilitet (8–10 m/s), vilket innebär att vatten beräknas tränga igenom lagret med en hastighet av endast 1 mm vart tredje år. Den plastiska leran har dessutom egenskapen att den expanderar vid kontakt med vatten, vilket gör att den effektivt självläker och förseglar eventuella sprickor som skulle kunna uppstå.

Vejdirektoratet har installerat ett omfattande och modernt övervakningssystem för att bevaka och samla data kring slaggrusets miljöpåverkan genom att samla upp och analysera det lakvatten som sipprar genom konstruktionen. För att förhindra att vattnet okontrollerat når marken har ett bentonitmembran lagts i botten av konstruktionen. Ovanpå membranet finns dräneringsrör och uppsamlingsbrunnar som leder bort vattnet för analys. Mätningar utförs både under anläggningsfasens intensiva bevattning och under drift i samband med naturlig nederbörd. (Vejdirektoratet & COWI A/S, 2017)

4.2 Systematiska hinder och inlåsning

I detta avsnitt identifieras de strukturella och institutionella hinder som begränsar användningen av slaggrus, med fokus på målkonflikter i regelverket, institutionella misslyckanden och inlåsning i standarder.

4.2.1 Målkonflikter och totalhalter

I Naturvårdsverkets vägledning för återvinning av avfall i anläggningsarbeten (Handbok 2010:1) framgår att giftfri miljö prioriteras framför andra mål och beskrivs som styrande". För målet God bebyggd miljö, som bland annat förespråkar resurshushållning, fastslås det att giftfri miljö är en förutsättning för måluppfyllelsen. giftfrihet går därmed före resurseffektivitet i prövningsprocesser. Begränsad klimatpåverkan beskrivs som relevant med avseende på transporter, utvinning och omhändertagande". (Naturvårdsverket, 2010)

Trots att utfasning av farliga ämnen prioriteras högt tillåts högre halter av ämnen i nyproducerade byggprodukter via REACH-förordningen jämfört med återvunnet material (Malmgren, 2023). Ett material kan klassificeras olika under kemikalie- och avfallslagstiftning beroende på status som produkt eller avfall (Gustavsson & Bolinius, 2019). REACH kan tillåta upp till 0,1 % SVHC-ämnena i nyproduktion, medan samma totalhalter i återvunnet material ofta leder till klassning som farligt avfall (Trä- och Möbelföretagen, 2022).

Naturvårdsverkets vägledande nivåer för mindre-än-ringa-risk (MRR), som definieras i Handbok 2010:1, utgör en tröskel för när avfall kan återvinnas i anläggningsarbeten utan krav på anmälan eller tillstånd. Dessa nivåer beskrivs i litteraturen som mycket restriktiva. Denna koppling till naturliga bakgrundshalter innebär att MRR-nivåerna ligger så lågt att även vissa typer av jungfruliga naturmaterial, exempelvis bergkross eller naturgrus, riskerar att överskrida värdena om de skulle prövas mot samma miljömässiga kriterier som återvunna material (Naturvårdsverket, 2022b). Enligt materialförsörjningsplanen förekommer det naturligt ämnen som arsenik, bly och kadmium i vissa svenska bergarter och kan vara problematiska (Länsstyrelsen Skåne, 2023). Eftersom naturmaterialet betraktas som en produkt snarare än avfall, prövas det inte mot samma miljö- och hälsokriterier som slaggrus.

En problematik som uppkommer tillämpningen av regelverket är skillnaden i hur riskerna med slaggrus uppfattas av olika aktörer. En enkätundersökning utförd av Olsson (2012) visar på en tydlig klyfta i riskbedömningen; medan slaggrusproducenter generellt bedömer föroreningsrisken som "mindre än ringa" eller "ringa", så klassar kommundienstmännen den som "mer än ringa". Skillnaden i riskbedömning beror enligt Olsson, 2012 på att producenter lägger fokus på slaggrusets låga utlakning, medan kommuner styrs av de höga totalhalterna som kraftigt överskrider Naturvårdsverkets riktvärden för MRR. Denna skepticism förstärks av kommunernas bristande egen kunskap om materialet och en institutionell försiktighet inför att fatta beslut som strider mot Naturvårdsverkets vägledning angående premiering av målet giftfri miljö. Ett annat hinder som lyftes i rapporten var bristen på goda och väldokumenterade exempel på slaggrus-konstruktioner. Även om projekt har genomförts har dokumentationen ofta varit begränsad, vilket gör det svårt för myndigheter att uttala sig om långsiktig påverkan (Olsson, 2012).

4.2.2 Institutionella och strukturella inlåsningar

Litteraturen fastställer att anläggningsbranschen, liksom lagar, regler och standarder, i grunden är utformade efter en linjär materialekonomi där råvaror utvinns, används och sedan deponeras, snarare än återvinns. Ett tydligt exempel på detta är att LOU helt saknar ordet ”cirkulär” och att termen ”återvinning” endast nämns en gång i samband med kostnadsberäkningar (Malmgren, 2023). På liknande sätt förekommer inte ”återvinning” i den nationella upphandlingsstrategin, vilket leder till en brist på konkret vägledning för offentliga beställare och visar hur liten vikt ämnet ges i branschen (Lindeberg & Ryding, 2020).

I artikeln *Contested Circularity* (Johansson & Johansson, 2024) framhålls att myndigheternas förtroende för askproducenter är lågt, eftersom producenters motiv att hitta användningsområden för slaggrus främst uppfattas som ett sätt att undvika deponiskatt och skapa acceptans för avfallsförbränning. Det konstateras också att Sverige, till skillnad från mindre och mer tätbefolkade länder, inte står inför någon omedelbar brist på deponivolym. I ett glesbefolkat land som Sverige bedöms det finnas gott om mark som skulle kunna göras tillgänglig för deponering om slaggruset transporteras till lämpliga områden, vilket gör att brist på utrymme inte framstår som ett starkt argument för återvinning. Artikeln belyser även att Sverige inte befinner sig i någon resurskris gällande ballastmaterial, då tillgången på naturmaterial är stor till relativt låga kostnader. Den faktiska samhällsnyttan av att cirkulera slaggrus kan därmed ifrågasättas. Den årliga produktionen av cirka 1 miljon ton slaggrus kan endast ersätta ungefär 1 % av de 100 miljoner ton jungfrulig ballast som produceras årligen. I artikelns analys betonas att myndigheter, såsom Naturvårdsverket, ofta bedömer miljö- och resurshushållningsnyttan med slaggrus som begränsad i förhållande till de potentiella miljöriskerna. Det poängteras dock att ett sådant synsätt riskerar att underskatta betydelsen av små materialströmmar, eftersom cirkulär ekonomi också bygger på att flera mindre bidrag tillsammans kan ge en större systemeffekt. Avslutningsvis varnar författarna för att ämnet cirkulär ekonomi riskerar att bli en kontroversiell och politiserad fråga som tappar stöd om inte kunskapen ökar kring olika aktörers intressen (Johansson & Johansson, 2024).

Den juridiska avfallsklassningen resulterar även i tidskrävande tillståndsprövningar eller anmälningsplikt, där föroreningsrisken måste utvärderas i varje enskilt fall. RISE:s studie *Uppföljning av anmälningsärenden för användning av slaggrus i konstruktioner* undersöker tre projekt där slaggrus efterfrågats som ballastmaterial, se tabell 3. Studien dokumenterar handläggningstiderna samt de logistiska och juridiska hinder som uppstår på grund av långa och oförutsägbara processer (Bristav, 2023).

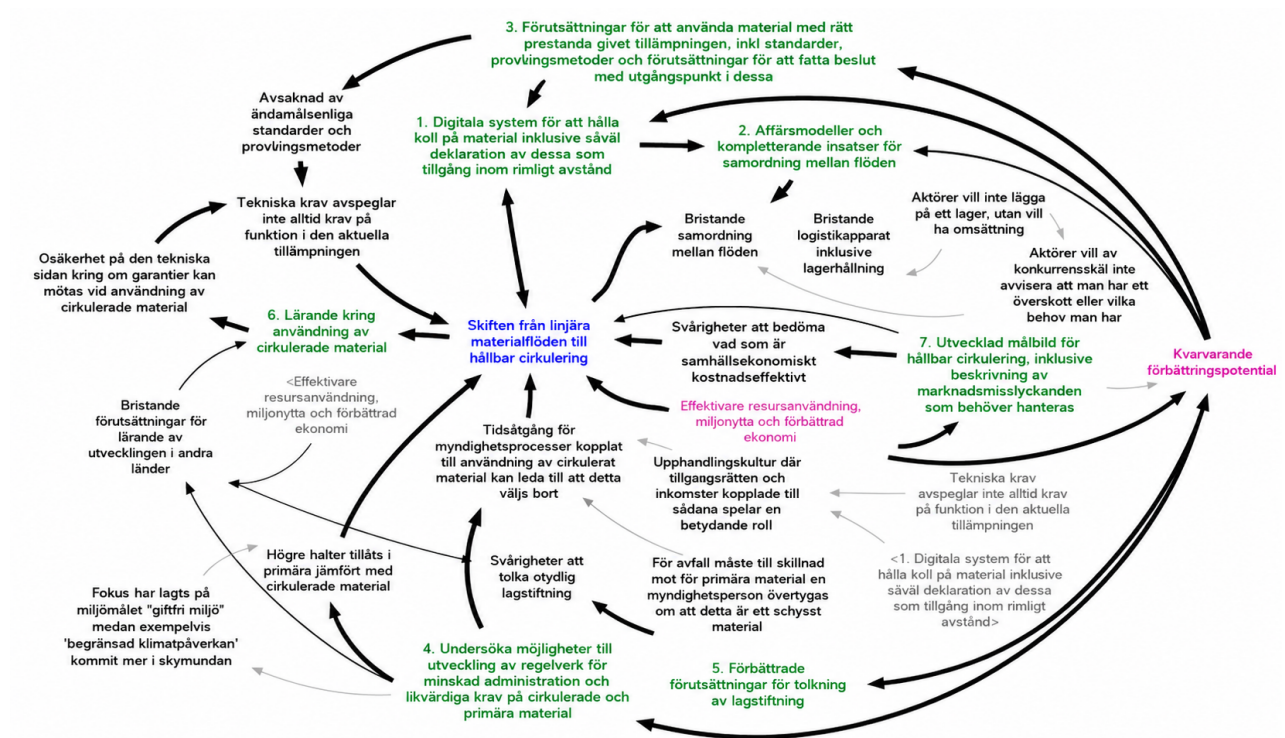
Projekt	Omfattning	Handläggningstid	Utfall
Umeå Energi (Dåva)	Lagringsyta ca 18 000 m ² (ca 15 000–20 000 ton slaggrus)	19 veckor	Godkänt efter påtryckningar p.g.a. tidsnöd
Trelleborgs hamn	Verksamhetsytor (87 000 ton slaggrus)	17 veckor	Godkänt efter komplettering
Dåva DAC	Lageryta (57 000 ton slaggrus)	16 veckor (avbruten)	Anmälan avbröts, tillstånd ändrades från C-nivå till B-nivå

Tabell 3: Handläggningstid och utfall för projekt med slaggrus

Resultaten belyser den bristande förutsägbarheten i prövningsprocessen, särskilt i fallet med Dåva DAC. Trots att verksamhetsutövaren initialt bedömde åtgärden som anmälningspliktig (C-nivå), gjorde myndigheten efter fyra månaders handläggning bedömningen att verksamheten istället var tillståndspliktig (B-nivå). Denna ändrade klassificering ställer betydligt högre krav på underlag, däribland en formell tillståndsansökan och en miljökonsekvensbeskrivning (MKB). Detta ledde till att anmälan drogs tillbaka för ett nytt omtag (Bristav, 2023).

För att se hur dessa olika hinder påverkar varandra kan man använda sig av systemteoretiska modeller. Malmgrens orsaksloopdiagram, figur 7, beskriver antaganden om hur ett skifte till hållbar cirkulering kan möjliggöras genom specifika insatser. Modellen visar hur bland annat införande av digitala spårningssystem eller nya affärsmodeller kan minska antalet systemmisslyckanden. Malmgren beskriver orsaksloopdiagrammet som *”antaganden om hur skiften till hållbar cirkulering (blå text) kan möjliggöras genom insatser inom prioriterade insatsområden (grön text) som minskar systemmisslyckanden (svart text)”* (Malmgren, 2023).

Malmgren fortsätter med att framhålla att ett linjärt system tenderar att diskvalificera material baserat på deras ursprung, genom avfallsklassificering, snarare än deras tekniska prestanda. Det nuvarande systemet gynnar jungfruliga material då de är ”standard”, medan cirkulära alternativ i stället betraktas som avvikelser som kräver ytterligare bevisföring.



Figur 7: Orsaksloopdiagram: Systemkarta som förklarar varför cirkuleringen hindras idag och hur olika åtgärder samverkar för att låsa upp systemet. (Malmgren, 2023)

4.2.3 Planerings- och projekteringslåsningar

Det råder en teknisk inlåsning i gamla standarder, särskilt genom referensverket AMA Anläggning vilket utgör den dominerande standarden för tekniska beskrivningar i svenska anläggningsprojekt. Systemet är i huvudsak framtaget för och baserat på egenskaper hos jungfruligt bergkross. Problemet förstärks av att traditionella provningsmetoder, såsom Micro-Deval (testmetod för beständighet mot krossning), är optimerade för hårt berg. Cirkulära material som slaggrus, som ofta är sprödare och har en annan kornstorleksfördelning, riskerar att diskvalificeras i dessa tester trots att de tekniskt sett kan uppfylla de bärlighetskrav som krävs för funktion i exempelvis gång- och cykelvägar eller parkeringsytor (Schouenborg, 2023). Detta skapar en cirkelgång där materialen inte används på grund av bristande standarder, och inga nya standarder utvecklas eftersom det saknas rutinmässig erfarenhet från praktisk användning.

Möjligheten att använda cirkulära material begränsas ofta av den fastställda vägplanen (tidigare arbetsplan). Enligt Trafikverkets riktlinjer (TRV dnr 2012/85426) accepteras vanligtvis endast små avvikelser i höjddled, ofta omkring ± 10 cm (Bröchner & Silfwerbrand, 2017), vilket begränsar utrymmet för införande av sekundära ballastmaterial, såsom slaggrus, som i vissa fall kräver en annan dimensionering än traditionella material (Arm, 2006). Om

vägens höjdläge redan är bestämt utifrån en specifik standard kan detta innebära begränsade möjligheter att anpassa uppbyggnaden i ett senare skede.

4.3 Upphandlingskrav: Detaljstyrning vs. funktion

Detta avsnitt granskar upphandlingens roll som styrmedel för användningen av slaggrus och andra cirkulära ballastmaterial. Fokus ligger på hur kravformulering, utvärderingsmodeller och entreprenadform påverkar möjligheten att faktiskt välja alternativa material i praktiken, samt vilka hinder och incitament som framträder mellan beställare och entreprenör.

4.3.1 Upphandlingens roll i materialval

En upphandling kan beskrivas som en cykel med tre olika faser; förberedelse, genomförande och realisering. Det är under förberedande fasen som beställaren identifierar ramar, mål, funktion och budget (*Vägledning för cirkulär masshantering i upphandlingsprocessen*, 2025). Här avgörs även vilken teknisk riktning projektet tar.

Genomförandefasen, där upphandlingsdokumenten tas fram, är högst beroende av de val som gjorts under förberedelsefasen. Om traditionella byggstandarder tillämpats som grund innebär det ofta att krav formuleras i termer av specifika material, konstruktionstyper och utföranden. Leverantören förväntas då lämna anbud utifrån dessa förutsättningar. Om beställaren anger "eller likvärdigt" öppnas en möjlighet att föreslå alternativa material, men leverantören behöver då visa att dessa uppfyller motsvarande tekniska egenskaper och prestanda (Charles, Edquist, 2019). Dimensioneringsrekommendationer och erfarenhetsvärden som används i branschen baseras i stor utsträckning på dessa material (Schouenborg, 2023). Alternativa material saknar ofta motsvarande etablerad dokumentation, vilket innebär att de i många fall behöver verifieras genom särskilda tekniska utredningar för att kunna användas (Hellman m. fl., 2023).

4.3.2 Från materialkrav till funktionskrav

Funktionskrav i upphandling beskriver vilken funktion eller prestanda som ska uppnås, snarare än hur detta ska göras. Genom att undvika detaljerade krav på utförande eller materialval ges leverantören möjlighet att föreslå egna tekniska lösningar, förutsatt att de uppfyller de uppställda funktionskraven (Upphandlingsmyndigheten, 2025b).

I rapporten *Utveckling av funktionskrav för totalentreprenader* (2017) framhäver Bröchner och Silfwerbrand att funktionskrav är ett effektivt verktyg för att stimulera entreprenörens kreativitet och möjliggöra tekniska lösningar som kan vara mer effektiva och kostnadseffektiva än de beställaren själva har kunskap om. Iakttagelser som har gjorts påvisar att projekt

baserade på funktionskrav ofta slutförs snabbare, då entreprenören kan hantera oväntade utmaningar mer flexibelt utan att invänta beställarens utredningar.

Vid flexibla utformning av exempelvis vägplaner, såsom större toleranser i höjdlägd, kan funktionskrav ge entreprenören utrymme att optimera resursanvändningen, vilket kan leda till både ekonomiska och miljömässiga besparingar.

Samtidigt kräver tillämpning av funktionskrav ofta en högre kompetensnivå hos både beställare och entreprenörer, jämfört med traditionella material- eller metods-specifikationer där lösningarna kommer "färdigpaketerade". Det handlar om att kunna formulera mätbara prestandakrav utan att omedvetet luta sig mot standardvärden baserade på jungfruliga material. Annars riskerar man att i praktiken utesluta alternativa material, trots att syftet var att öppna upp för dem (Bröchner & Silfwerbrand, 2017).

4.3.3 Ekonomiska incitament och bonusmodeller

I en traditionell upphandling, som ofta styrs av lägsta pris, saknar entreprenörer ofta ekonomiska motiv att välja återvunna material. Flera studier, som *Sekundära ballastråvaror för hållbar anläggningsinfrastruktur* (Schouenborg, 2023), påpekar att detta kan beror på hur dessa kan medföra högre administrativa kostnader och upplevd risk, trots potentiella miljövinster och att materialet i sig ofta är billigare.

En metod är användandet av ekonomiska bonusmodeller, där entreprenören ersätts för att uppnå bättre miljöprestanda. Inom ramverket Holmgren m. fl., 2023 föreslås stegvisa bonusar baserade på hur mycket projektets klimatpåverkan underskrider ett referensvärde, vilket belönar de materialval och konstruktioner med lägre utsläpp.

Incitament kan även appliceras på transport, som utgör en betydande del av klimatpåverkan eftersom lastbilarna fraktar stora mängder tunga material. Om lagret ligger långt bort från byggarbetet kan det drastiskt öka projektets totala utsläpp. Vidare poängterar *Vägledning för cirkulär masshantering i upphandlingsprocessen*, 2025 att genom att premiera kortare transportavstånd i upphandlingar främjas användningen av lokala material.

4.4 Nordiska jämförelser

De nordiska länderna (Sverige, Danmark, Norge och Finland) har, trots liknande kultur och rättssystem, implementerat och tolkat EU:s ramdirektiv för avfall (2008/98/EG) på väldigt olika sätt, vilket också speglar sig i deras användningsgrad av slaggrus utanför deponier. Danmark återvinner 99 % för konstruktionsändamål medan Sveriges och Norges användning är i princip obefintlig. Finlands återvinning av slaggrus är stadigt ökande, framför allt tack vare införandet av en specifik förordning om återvinning av vissa avfall i markbyggnad.

4.4.1 Danmark

Danmarks omfattande användning av sekundära material underlättas av det nationella regelverket Restproduktbekendtgørelsen, som skapar en tydlig juridisk ram för återvinning.

En viktig skillnad mellan Sverige och Danmark som påpekas av litteratur är att i Danmark har slaggrus i princip aldrig deponerats; det har konsekvent använts som ersättning för grusmaterial. Användningen påbörjades redan 1974, då 4 000 ton användes under en parkeringsplats i Ballerup (Arm, 2000). En utvecklingschef vid Afatek (ett dansk företag som återvinner och förädlar bottenaska från avfallsförbränning till certifierat slaggrus) uppger att det cirkulära tänket har alltid funnits där och att den danska regeringar har haft en tydlig politisk ambition att restprodukter ska ersätta naturliga råvaror, vilket har skapat en stabil marknad och tydliga förväntningar på industrin.

En stor drivkraft i det danska systemet är de ekonomiska incitamenten. Den danska deponiskatten är mycket hög, 475 DKK per ton, vilket gör deponering till ett ekonomiskt oattraktivt alternativ. Detta har skapat en marknad där det är betydligt billigare för avfallsproducenter att betala byggherren cirka 60–100 DKK per ton för att använda slaggruset i en konstruktion snarare än att deponera det. För byggherren innebär detta, i kombination med att man slipper köpa in naturgrus (vilket kostar ca 30–60 DKK per ton), en total ekonomisk besparing på mellan 100 och 150 DKK per ton slaggrus som används (Hedenstedt, 2015).

Denna ersättning fungerar även som en nödvändig kompensation till byggherren. Enligt ett beslut från den danska högsta domstolen ska mark där slaggrus byggs in klassificeras som ett förorenat område. Denna klassificering medför begränsningar för framtida markanvändning och kan påverka fastighetsvärdet negativt, vilket gör att vissa privata aktörer ställer sig tveksamma till materialet. Samtidigt innebär den obligatoriska registreringen att det finns en god kontroll och spårbarhet; materialet kan inte tappas bort i systemet, och informationen finns tillgänglig vid framtida rivningar eller schaktarbeten, vilket underlättar för materialet att återföras i ett cirkulärt kretslopp.

Grunden till detta effektiva system är det tydliga kategorisystemet (kategori 1–3) som baseras på koncentration av ämnen i det utlakade vattnet (ug/l).

- Kategori 1: Fri användning. Materialet kan användas utan tillstånd i en rad flera områden som vägkonstruktion, parkeringar.
- Kategori 2: Begränsad användning. Konstruktion får maximalt byggas med en höjd på 1 meter och materialet måste skyddas av en fast beläggning.
- Kategori 3: Väldigt begränsad användning. Krav på konstruktion så som avledning av vatten, täthetskrav, placering minst 1 meter över högsta grundvatten nivå.

(Miljø- og Fødevareministeriet, 2016)

Om kategori 3 inte uppfylls finns det fortfarande möjlighet att använda materialet men det kräver en specifik riskbedömning och tillstånd. För alla kategorier krävs en skriftlig anmälan till kommunen senast fyra veckor innan arbetets början. Materialproducenten ska producera en avfallsdeklaration.

Provtagningen som krävs är en omfattande och standardiserad process och ska utföras av ett ackrediterat laboratorium. Som tidigare nämnt blir marken där slaggruset användas klassificeras som förorenad mark, detta säkerställer att information om materialet och placeringen inte tappas bort och är tillgänglig för framtida markägare och entreprenörer. Det finns också en anmälningsplikt vid förflyttning av mer än en kubikmeter av jord från offentliga vägar eller kartlagda förorenade marker, denna spårbarhet gör det möjligt för myndigheter att säkerställa att förorenad jord inte exponeras för känsliga miljöer (Miljø- og Fødevareministeriet, 2015).

Nya regler och ett reviderat kategorisystem för anläggningsmaterial träder i kraft 1 juli 2026, efter denna uppsats publicering, se figur 8b. Rapporten hänvisar därför till nuvarande Restproduktbekendtgørelsen, se figur 8a. De viktigaste ändringarna för slaggrus omfattar:

- Nytt kategorisystem (A, B, C) för att inte förvirras med jordflyttningsförordningens 1–3-kategorier som har andra gränsvärden.
- Gränsvärden anger nu lakning, alltså hur mycket som faktiskt frigörs från materialet under ett visst testförhållande
- Uppdaterade gränsvärden för att möta skärpta EU-krav på vattenmiljö, vilket innebär strängare krav och särskilda tillstånd (§ 19 eller § 33 i Restproduktbekendtgørelsen) för vissa avfallstyper.
- Utökade deklarationskrav för producenter med detaljer om reningsprocesser och provtagningsmetoder.

(Miljøstyrelsen, 2025)

	Kategori 1	Kategori 2	Kategori 3
	Faststofindhold mg / kg TS		
Arsen	0 - 20	> 20	> 20
Bly	0 - 40	> 40	> 40
Cadmium	0 - 0,5	> 0,5	> 0,5
Chrom, total	0 - 500	> 500	> 500
Chrom (VI)	0 - 20	> 20	> 20
Kobber	0 - 500	> 500	> 500
Kviksølv	0 - 1	> 1	> 1
Nikkel	0 - 30	> 30	> 30
Zink	0 - 500	> 500	> 500
	Koncentration i eluat µg/l		
Klorid*	0 - 150000	0 - 150000	150000 - 3000000
Sulfat	0 - 250000	0 - 250000	250000 - 4000000
Natrium	0 - 100000	0 - 100000	100000 - 1500000
Arsen	0 - 8	0 - 8	8 - 50
Barium	0 - 300	0 - 300	300 - 4000
Bly	0 - 10	0 - 10	10 - 100
Cadmium	0 - 2	0 - 2	2 - 40
Chrom, total	0 - 10	0 - 10	10 - 500
Kobber	0 - 45	0 - 45	45 - 2000
Kviksølv	0 - 0,1	0 - 0,1	0,1 - 1
Mangan	0 - 150	0 - 150	150 - 1000
Nikkel	0 - 10	0 - 10	10 - 70
Selen	0 - 10	0 - 10	10 - 30
Zink	0 - 100	0 - 100	100 - 1500

(a) Haltgränser för kategori 1, 2 och 3 (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2016)

Parameter	Enhed	Kategori A	Kategori B	Kategori C
		Grænseværdi	Grænseværdi	Grænseværdi
Arsen	mg/kg TS	≤ 0,016	≤ 0,016	≤ 0,1
Barium	mg/kg TS	≤ 0,29	≤ 0,6	≤ 2
Cadmium	mg/kg TS	≤ 0,00037	≤ 0,004	≤ 0,01
Krom	mg/kg TS	≤ 0,012	≤ 0,2	≤ 0,7
Kobber	mg/kg TS	≤ 0,093	≤ 0,2	≤ 4
Kviksølv	mg/kg TS	≤ 0,00021	≤ 0,0005	≤ 0,002
Molybdæn	mg/kg TS	≤ 0,6	≤ 0,6	≤ 2
Natrium	mg/kg TS	≤ 500	≤ 500	≤ 3000
Nikkel	mg/kg TS	≤ 0,016	≤ 0,04	≤ 0,1
Bly	mg/kg TS	≤ 0,02	≤ 0,02	≤ 0,1
Antimon	mg/kg TS	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,2
Selen	mg/kg TS	≤ 0,00092	≤ 0,0085	≤ 0,016
Zink	mg/kg TS	≤ 0,027	≤ 0,2	≤ 1
Klorid ¹	mg/kg TS	≤ 360	≤ 400	≤ 4000
Fluorid	mg/kg TS	≤ 2	≤ 2	≤ 5
Sulfat	mg/kg TS	≤ 500	≤ 500	≤ 6000

(b) Haltgränser för kategori A, B och C (Miljøministeriet, 2025)

Figur 8: Kategorihaltgränser från 2016 och utkast till 2026 revision

4.4.2 Norge

Norge, som är rikt på bergresurser och är glesbefolkat, har inte samma drivkraft i att utveckla för cirkulära anläggningsmaterial som många andra länder i Europa. Liknande Sverige finns inga nationella end-of-waste-kriterier och användning av avfall i markbyggnad tillåts endast i specifika fall där materialet uppfyller en eftertraktad funktion med stränga kriterier. Dessa kriterier har inte utformats specifikt för slaggrus, vilket starkt begränsar möjligheten att använda det som konstruktionsmaterial (Jansson, 2025).

4.4.3 Finland

Finland har, trots god tillgång på naturresurser än exempelvis Danmark, uppnått en hög nyttjandegrad av slaggrus som numera knappt alls deponeras (Jansson, 2025). Systematisk användning i anläggningsprojekt har pågått sedan 1990-talet och har stöttats av omfattande forskning, bland annat genom programmet Ecogeo inom ramen för teknologicentralen TEKES program STREAMS. Dessa studier har gett entreprenörer och myndigheter god kunskap om hur konstruktioner ska utföras korrekt för att säkerställa bärighet och minimera risker för spridning av miljöskadliga ämnen (Laine-Ylijoki m. fl., 2005).

Det juridiska systemet som tillåter detta utgörs främst av MARA-förordningen (Statsrådets förordning 843/2017), som syftar till att främja cirkulär ekonomi genom att tillåta återvinning av specifika avfallstyper i markbyggnad utan att ett individuellt miljötillstånd krävs, där förordningen definierar tillåtna användningsområden. Istället ska ägaren av återvinningsplatsen registrera användningen igenom att göra en anmälan till den statliga tillsynsmyndigheten (ELY-centralen) (Statsrådet, 2017).

Då Finland utmärker sig som ett särskilt land i sin användning av slaggrus, eftersom landet har god tillgång till naturliga resurser och en gles befolkning som innebär att det finns både möjlighet och plats för en större användning av deponier, tar rapporten *How does the circular economy discourse affect policy-making? The case of streamlining waste utilisation in Finnish earthworks* upp hur Finland ändå motiverade systemförändringen. Under reformen av MARA-förordningen (2015–2018) blev cirkulär ekonomi ett av regeringens viktigaste projekt och gav därmed begreppet en stark institutionell förankring och en status som ett självklart mål. Studien pekar på att förändringarna och avregleringen som gjorde en bredare användning av avfallsmaterial möjlig egentligen har låg faktisk samhällsnytta i nuläget och snarare motiveras moraliskt, där återvinning framställs som det rätta att göra ur ett hållbarhetsperspektiv. Det framkommer dock också att miljöministeriet och forskningsorgan som VTT ser praktisk erfarenhet som en nödvändig förutsättning för att möjliggöra framtida systemutveckling. Genom att etablera cirkulärt tänkande som en standard nu, skapas administrativa och marknadsmässiga rutiner som vänjer branschen vid att se avfall som en resurs, trots att återvinningsvolymerna i nuläget är begränsade. (Nylén & Salminen, 2019)

I förordningen ingår ett tekniskt klassificeringssystem för slaggrus (pohjatuhka, PT). Det finns två huvudsakliga användningsklasser:

- PT1 (Användningsklass 1): Slaggrus av hög teknisk kvalitet som uppfyller specifika krav på kornstorlek för att kunna ersätta naturmaterial i mer krävande konstruktioner, såsom filterlager i vägar.
- PT2 (Användningsklass 2): Slaggrus som har en kornstorlek som inte lämpar sig för filterlager. Den fungerar däremot bra i bland annat bankfyllningar.

(Kiviniemi m. fl., 2012)

En förutsättning för att materialet ska få användas är att det uppfyller strikta krav på miljöduglighet och ska vara icke-tjälfarlig. Detta innebär att materialets totalhalter och utlakning av skadliga ämnen (exempelvis tungmetaller och salter) har testats och understiger de gränsvärden som fastställs i MARA-förordningen. Dessutom måste den som överlämnar avfallet ha ett kvalitetssäkringssystem för att säkerställa att materialet är spårbart och håller en jämn kvalitet (Statsrådet, 2017).

5 Resultat av intervjustudie

I detta kapitel redovisas resultaten av intervjustudien med myndigheter, beställare och entreprenör. De semistrukturerade intervjuerna presenteras i form av sammanfattande teman baserade på intervjupersonernas resonemang och erfarenheter.

5.1 Myndigheter

5.1.1 Naturvårdsverket

Intervjun tog plats via mejl, där frågorna skickades ut och en handläggare på Naturvårdsverket i samspråk med en kollega, svarade skriftligt på frågorna.

Miljömål och målkonflikter

På fråga om hur miljömål, specifikt “giftfri miljö” och “begränsa klimatpåverkan”, vägs emot varandra svarade respondenten att denna fråga kommer förtydligas i kommande uppdateringar av vägledningen. Respondenten refererade till redovisningen av regeringsuppdraget rörande schaktmassor (NV-01151-21), där det klargörs att en giftfri miljö ses som en absolut förutsättning för andra hållbara metoder: *“Målsättningen har varit att uppnå en mer resurseffektiv hantering av naturligt förekommande massor, inte att sänka kraven och genom det ta större risker för människors hälsa och miljön”* (Naturvårdsverket, 2022a).

Nationella regler VS. Case-by-case

På frågan varför Sverige valt en case-by-case-modell istället för nationella EoW-kriterier, menar Naturvårdsverket att en sådan modell inte nödvändigtvis är mindre strikt. De menar att risken att nationella kriterier blir “alltför strikta” eftersom de måste täcka en rad olika situationer för att kunna användas brett, och har därför tidigare inte förespråkade nationella EoW-kriterier. Samtidigt följer de nu arbetet på EU-nivå med att ta fram EoW-kriterier för mineraliska bygg- och rivningsavfall. De lyfter också att Danmark och Nederländerna har en annan råvarusituation, där brist på material sannolikt drivit fram regelverk som gynnar restmaterial.

“Vi har planer på att ta fram fler exempel på hur olika material kan undersökas och riskbedömas för att kunna användas säkert i olika anläggningsändamål. Det innebär inte nödvändigtvis att vi kommer ändra metodik för hur vi vägleder att risker bör bedömas”

Riskgrund och försiktighetsprincipen

Naturvårdsverket fastslår att försiktighetsprincipen utgår från miljöbalkens allmänna hänsynsregler. Myndigheten ifrågasätter även de positiva utlakningstestresultat som framkommit i Danmark och refererar till artikeln *Contested circularity: Analyzing the perceptions towards*

the use of waste incineration bottom ash in Sweden (Johansson & Johansson, 2024), vilket kommenteras närmare i analysavsnittet.

Vid ifrågasättande av att Handbok 2010:1 baserar totalhalter på worst-case-antagande och att forskning påvisar en överestimering svarade respondenten att myndigheten vidhåller att dagens generella nivåvärden fyller en funktion, men medger att de inte alltid fångar materialens hela beteende. De framhåller att flera material kan avvika från generella antaganden som ligger bakom nivåerna för mindre-än-ringa-risk och att *“i de fallen kan en materialspecifik riskbedömning genomföras som bättre beskriver de risker som finns”*.

Specieringsanalyser ses som ett möjligt komplement om motivering finns, till exempel om biotillgängligheten skiljer sig från antagandena kan sådan information “med fördel tas fram” och användas som underlag för bedömningen. De betonar att totalhalter och utlakning speglar olika typer av risk: totalhalter används främst för att bedöma risker för människors hälsa, medan utlakning används för spridningsrisker. Mer kunskap efterfrågas för båda.

Osäkerhet bland aktörer

Naturvårdsverket bekräftar att processerna kring återvinning av avfall i anläggningsändamål ofta upplevs som tidskrävande, särskilt när åtgärden är tillståndspliktig, men betonar att tillstånd samtidigt ger “rättskraft” och tydliga ramar för verksamheten. Osäkerheter kring lakningsegenskaper och spridningsrisker på den aktuella platsen kan i sådana fall försvåra för prövningsmyndigheten att fastställa “rimliga och tydliga krav”, vilket i sin tur kan skapa osäkerhet kring tillåtligheten och fortsatt användning av avfallet.

5.1.2 Länsstyrelsen Skåne

Intervjun tog plats via microsoft teams varpå samtalet spelades in och transkriberades med hjälp av hemsidan textamig.se. En jämförelse mellan transkribering och ljudfil gjordes för att rätta eventuella fel.

Övergripande syn på cirkulära material och slaggrus

Länsstyrelsen ställer sig positiva till användning av cirkulära material. Grundinställningen är dock att användningen måste ske under rätt förutsättningar, på rätt plats och med rätt miljöbedömningar. De ser vissa begränsningar trots den låga utlakningen, exempelvis som grundläggning för en förskola eller alternativt material till naturgrus för en grusfotbollsplan.

Erfarenheter av slaggrus

Av slag i allmänhet är erfarenheten att det kan variera mycket i sin sammansättning, slaggrus specifikt från husavfallsförbränning anses däremot vara relativt homogent till skillnad från

många typer av schaktmassor. Respondentens erfarenhet när det kommer till upphandling och användning av slaggrus är att verksamhetsutövaren historiskt har varit dåliga på att ta fram den dokumentation som krävs för att kunna produktklassifiera, mycket fokus läggs på den kemiska kompositionen istället för funktionella egenskaper så som siktningskurvor. Funktionell kvalificering är lika viktigt när materialet ska bedömas ifall det faktiskt kan ersätta en konventionell produkt.

Regelverk och bedömning i enskilda fall

En central punkt i intervjun, som fortsätter återvändas till, är bristen på specifika riktlinjer och hinder orsakade av svensk lagstiftning. Respondenten pekar även ut att de många myndigheter i Sverige gör det omöjligt att nå en gemensam tolkning, vilket orsakar osäkerhet för byggbranschen kring materialval.

"Vi är strax under 300 tillsynsmyndigheter... som allihopa är egna myndigheter och har möjlighet att göra egna bedömningar. Det är en grund för ineffektivitet och osäkerhet."

Problematiken hjälps inte av att Naturvårdsverkets vägledningsmaterial, Handbok 2010.1, ansågs vara bristfällig redan vid utgivning.

"Det har varit på tal i väldigt många år att handbok 2010:1 ska uppdateras... 15 års tid har man sagt att 'oj, vi måste verkligen uppdatera den här'."

Angående platsspecifika riktvärden påtalade respondenten att missbrukande från verksamhetsutövarens sida, orsakade flera myndigheter att tappa förtroendet.

"Det pratades mycket om platsspecifika riktvärden tidigare, men det har liksom försvunnit. Det beror på att vissa verksamhetsutövare missbrukade möjligheten. De försökte använda det som argument för att placera kraftigt förorenade massor på fel ställen i stor skala. De ändrade helt enkelt för mycket i beräkningsmodellen, fel grejer, vilket öppnade upp för extremt förorenade massor när förutsättningarna ändrades så kraftigt. Då drog många myndigheter åt sig öronen ordentligt."

Avfall eller produkt?

På frågan om produktklassificering framhåller respondenten att en produktklassning visserligen skulle underlätta för användaren att köpa materialet, men att det samtidigt kräver rigorös testning och hög nivå av egenkontroll. Detta ansvar skulle ligga på producenten som i dagsläget har det administrativt enklare genom att betrakta materialet som avfall. När det gäller att eventuellt klassificera slaggrus som biprodukt framhåller respondenten en osäkerhet: enligt miljöbalken uppstår en biprodukt i en tillverkningsprocess, medan avfallsförbränningens syfte är att förstöra avfall eller utvinna energi, inte producera grus. En liten justering av definitionen kan göra stor skillnad.

Som exempel nämns ett avfallsmaterial som godkändes som produkt av länsstyrelsen, men blockerades av en miljöinspektör på grund av skepticism.

"En miljöinspektör i Helsingborgs kommun fick nys om att det här materialet skulle användas för ett anläggningsändamål. Och förbjöd användningen utifrån premissen 'det här är ett avfall och vi ser att det är för stora risker.' Det var ju inte ett avfall (längre)."

Balans mellan miljömål

På frågan om länsstyrelsen prioriterar miljömål över andra, specifikt 'giftfri miljö' kontra 'Begränsad klimatpåverkan', svarar respondenten att det är en förutsättning för övriga mål.

"Ja, vi ska hushålla med resurser och ja, vi ska minska klimatpåverkan, men vi måste göra det på ett sätt som inte leder till att vi förgiftar vår omvärld."

Dock riktas mild kritik mot 'nollvisions'-narrativet, eftersom gifter inte är en mänsklig uppfinning utan förekommer naturligt, vare sig i höga metallhalter i gruvbergarter eller giftiga grodor. Respondenten understryker att slaggrus framförallt har pedagogiska utmaningar, där totalhalten är hög men utlakningshalten låg.

5.1.3 Trafikverket

Trafikverket är, likt många kommuner, både myndighet och beställare. Det är en potentiell och betydande beställare av ballastmaterial, men i denna intervju kommer det främst att behandlas utifrån sin myndighetsroll.

Intervjun var liknande Naturvårdsverket och tog plats via mejl där frågor skickades ut och besvarades skriftligt.

Administrativa hinder och prioriteringar

Det mest påtagliga hindret är att slaggrus saknas i Trafikverkets specifika kravdokument för alternativa material, TDOK 2013:0532. I dagsläget omfattar detta dokument endast krossad betong och masugnsslagg. Trafikverket motiverar frånvaron av slaggrus med att volymerna hittills har varit för små för att motivera arbetet med ett separat regelverk.

"Produkten har hittills varit volymmässigt liten för oss och därför inte varit prioriterat att ta fram separat regelverk kring."

Slaggrus kan användas om leverantören deklarerar dess egenskaper enligt generella ballastkrav och visar att det fungerar i Trafikverkets konstruktioner. Särskilda krav finns endast för masugnsslagg och krossad betong på grund av deras stora och frekventa användning.

På fråga om Trafikverket tror att dagens TDOK-krav leder till ökad deponering vilket går emot deras mål om klimatneutral infrastruktur nekar Trafikverket till att deras krav skulle

vara en orsak till deponering och argumenterar för att slaggrus framförallt är en resurs för kommunal infrastruktur. Eftersom materialet produceras lokalt och transporteras korta sträckor, anser de att det passar bäst för lokala gator och parkeringar, vilka styrs av andra kravdokument än de statliga vägarna och järnvägarna.

Dilemmat med miljöbedömningar

Respondenten medger att det är ett dilemma att tillsynsmyndigheter ofta använder riktvärden för förorenad mark (KM/MKM) vid bedömning av slaggrus, helt enkelt för att det saknas specifika riktvärden för produkter och material.

”Det är ett dilemma. Vi har själva samma utmaning när det kommer till riskbedömningar och tillsynsmyndigheter inte sällan hänvisar till riktvärden för förorenad mark i brist på riktvärden för material och produkter.”

Klimatnytta och kolsänka

Trafikverket befinner sig fortfarande i ett skede där de utreder vilka material som får räkna in kolsänkningseffekter i klimatkalkylerna (där CCS-betong, biobindemedel och träprodukter nämns som exempel). Även om de rör sig mot mer nyanserade klimatdata i sina kalkylverktyg, där faktiska emissionsfaktorer kan ersätta schabloner, trumfar krav på totalhalter fortfarande klimatnyttan vid materialval. De kräver klimatdata enbart för livscyklifaser A1-A3 (råvara, produktion, transport till byggplats), inte byggfas, drift eller nedbrytning.

Framtidssyn

Trafikverket välkomnar en mer likvärdig bedömning av sekundära material och pekar på EU-kommissionens arbete.

”Som följd av den reviderade Byggproduktförordningen ökar kraven på att redovisa produkters miljöprestanda. Det kommer successivt bli krav på EPD eller motsvarande.”

De uttrycker också hur det vore önskvärt att få bättre styrning på uppströmssidan för ökad cirkularitet.

5.2 Beställare

5.2.1 Kommun A

Intervjun tog plats i person på Kommun A och varade i ungefär en timme. Samtalet spelades in och transkriberades med hjälp av hemsidan textamig.se. En jämförelse mellan transkribering och ljudfil gjordes för att rätta eventuella fel.

Cirkulära material och prioriteringsordning

Kommun A arbetar aktivt med cirkulär masshantering, men slaggrus är lågt prioriterat. Respondenten har lång erfarenhet av materialet, bland annat från tidigare examensarbete och tjänst på tillsyn, men väljer idag hellre andra alternativa material. Prioriteringsordningen är tydlig:

1. Återanvändning på plats: Schaktmassor och överbrygningsmaterial som kan siktas, tvättas eller bedömas lämpliga utan transport
2. Betongkross: Anses innebära betydligt mindre miljörisker och mindre kulturellt motstånd
3. Slaggrus: Hamnar långt ner på listan trots att det tekniskt sett fungerar bra

Respondenten bekräftar att slaggrus tekniskt sett är ett bra material, men anser att de miljömässiga osäkerheterna överväger fördelarna i de flesta kommunala projekt.

“Slaggrus är långt ner på min priorlista. Jag vill mycket hellre jobba på att cirkulera schaktmassor, gammalt byggmaterial och betongkross.”

Materialförsörjning i expansiv kommun

Kommun A är en väldigt expansiv med ett stort behov av ballastmaterial. Respondenten berättar att kommunen kör bort cirka 270 000–300 000 ton material årligen och köper in nästan lika mycket, totalt omkring 500 000 ton per år i omlopp. Trots den akuta bristen på jungfruligt material i sydvästra Skåne, som påpekas i länsstyrelsens materialförsörjningsplan, väljer man ändå bort slaggrus.

“Det finns mycket att spara på att kunna förädla material på plats. Betong finns inte heller i obegränsade mängder – det är också en ändlig resurs. Men jag ser hellre att vi lägger resurser på att cirkulera det som redan finns i staden.”

Största farhågor kring slaggrus

Respondenten trycker på att det finns för stora risker för att ha helt fri användning av slaggrus. De främsta problem som understryks inkluderar

- Höga totalhalter

Den omskakande skillnaden i totalhalter mellan andra alternativa material och slaggrus är alarmerande för tillsynsmyndigheterna. Vid schaktmassor reagerar man redan vid halter kring 300 mg/kg.

“Det blir konstigt när man har vissa material där halterna är 20–50 och så kommer slaggrus med 2000–3000.”

Respondenten är medveten om att lakningen är låg och att metallerna sitter hårt bundna, men ser ändå totalhalterna som en viktig riskindikator. Samtidigt beskriver Kommun

A sig som relativt avslappnad i sin syn på totalhalter och ställer sällan krav på att material ska uppfylla MRR nivån.

- **Materiallet hamnar i fel händer**

Respondenten uttrycker en oro att man ska tappa kontroll över materialet efter att arbetet är utfört och vad som händer vid framtida rivningar eller ledningsarbeten. Vet man inte att det är slaggrus kan materialet exponeras för allmänheten eller flyttas till känsliga miljöer. Han föreslår att det kunde vara bra att lägga in användning av slaggrus i fastighetsregistret så att det är tydligt att det finns i marken. Å andra sidan, så kan det bli belastande, särskilt för privata markägare som i framtiden kanske vill sälja. Kommunen skulle ha mindre problem då det är större chans att de lär äga sin mark en längre tid framåt.

“Om en landskapsarkitekt ska göra om ytan har inte de koll på vad det här materialet är. Eller ledningsägare, om det sker ett akut behov av att göra om ledningen vet inte de heller hur de ska hantera materialet.”

Utöver det uttrycker respondenten risker rörande...

- Grundvattenpåverkan: Klorid och sulfat lakas ut
- Dammning: Exponeringsrisk vid hantering
- Växtpåverkan: Saltlakning har uttorkande effekt på växter
- Korrosion: Påverkan på ledningar och betongkonstruktioner

Målkonflikter och miljöbedömning

Respondenten bekräftar att klimatmålet giftfri miljö i praktiken prioriteras framför andra klimatmål.

Kommun A har tagit fram egna riktvärden för gatumark som tillåter högre halter än generella riktvärden, men slaggrus ligger ändå långt över dessa. Platsspecifika riskbedömningar föredras framför att följa strikta riktvärden generellt.

“Nästan all vår mark i kommunen ligger över MRR också. Sammantaget är det bara åtta procent som klarar MRR, vilket krävs för fri användning av material. Det är vår tillsyn okej med när det gäller naturlig mark och schaktmassor”

Lämpliga platser	Olämpliga platser
Kuststäder/hamnar	Cykelvägar
Parkeringsytor	Bostadsområden
Industriområden	Nära till grundvatten
Slaggrusproducentens egna anläggningar	Platser där framtida ledningsarbeten kan förväntas

Tabell 4: Lämpliga och olämpliga platser för slaggrus enligt Kommun A

Kritik mot befintlig kunskap och uppföljning

På fråga om respondentens åsikt om de existerande, långtidstester som finns i både Sverige och Danmark idag, riktades kritik mot att flera saknar ordentlig långtidsuppföljning med bland annat provtagning på grundvattnet och påverkan av eventuell sprickbildning i asfalt.

Att efterlikna det danska kategorisystemet är respondenten försiktig till, trots att han bekräftar att danskarna mycket riktigt är väldigt rädda om sitt grundvatten så bör man inte glömma att Danmark och Nederländerna har ett starkt ekonomiskt incitament till att använda slaggrus på grund av deras brist på bergtäkter.

Upphandling och tekniska krav

Kommun A styr sina anläggningsprojekt i första hand via AMA Anläggning. Avvikelse från specifika materialtyper eller AMA-koder kräver en tidigare utredning som motiverar det. Respondenten anser att de flesta beställare fortfarande följer traditionella skrivelser och lutar sig mot AMA, även om Trafikverket nämns som en aktör som öppnat för vissa överbyggnadsmaterial som skumglas.

Respondenten uppger att kommunen i nuläget saknar generella prestandakrav för cirkulära ballastmaterial, men har genomfört specifika försök med betongkross som bärlager i gång- och cykelvägar för att utvärdera dess funktion.

Det finns för närvarande inga bonusmodeller eller tilldelningskriterier som premierar lägre klimatpåverkan eller högre andel återvunnet material. Kommunen använder inte heller funktionskrav, men är öppen för att börja arbeta med dessa framöver.

Respondenten lyfter fram LFM30:s vägledning för upphandlingsstyrning som ett potentiellt viktigt verktyg framåt. Det finns en förhoppning om att detta underlag ska underlätta för kommunen att inkludera alternativa material med lägre klimatavtryck i sina framtida upphandlingar.

Framtid

Respondenten håller på att ta fram en ny teknisk handbok med målet att bli mer accepterande för alternativa material.

“Tanken är att vi ska bli lite mer accepterande för alternativa material. Ofta vill vi inte ta risker, men vi behöver ta lite mer risker framåt.”

För att öka tryggheten efterfrågas bättre digitala underlag, såsom GIS (geografiska informationssystem), det vill säga digitala system för att samla in, lagra, analysera och visa data som är kopplad till ett geografiskt område (Lunds universitet, 2025), samt noteringar i fastighetsregistret för att säkerställa att kontrollen över materialet inte tappas bort över tid.

5.2.2 Kommun B

Intervjun ägde rum på microsoft teams varpå samtalet spelades in och transkriberades med hjälp av hemsidan textamig.se. En jämförelse mellan transkribering och ljudfil gjordes för att rätta eventuella fel. Intervjun tog drygt en timme.

Miljökrav och strategisk styrning

Kommunen tillämpar en basnivå av gemensamma miljökrav i alla entreprenadupphandlingar, vilket inkluderar projektspecifika miljöplaner, kemikaliekrav och klimatkrav på material som asfalt, stål och betong. Stadens mål är 100 % förnybart drivmedel till 2030. För att vägleda materialval används en teknisk handbok med en rödgrön lista, där cirkulära material som slaggrus och betongkross står på den gröna listan"över önskvärda material.

"I den gröna listan ska man ju då få in återvunnet material på olika sätt... men det är ju mer en önskelista, det är inget skarpt krav."

Gällande ekonomiska drivkrafter upplevs entreprenörer ofta föredra tydliga krav framför bonusmodeller, och kommunen har ännu inte provat bonusar för cirkulära ballastmaterial.

Historisk och praktisk användning

Staden har erfarenhet av alternativa material som sträcker sig tillbaka till 1990-talet, då man använde slaggrus, betongkross och tegelkross. Långtidsuppföljningar efter 25–30 år, bland annat på Törringevägen, visar att dessa material fungerar väl utan ökad nedbrytning. Idag har man öppnat upp för användning av slaggrus på lokala gator och uppsamlingsgator, med förbehållet att det placeras nära terrassen.

"Vi har haft lite testytor med både slaggrus, betongkross, tegelkross... det visar att vi inte har någon ökad nedbrytning."

"Har öppnat upp kraven för att använda det på lokalgator och uppsamlingsgator... Det enda kravet vi har är att det ska ligga så nära terrassen som möjligt."

Administrativa och legala hinder

Respondenterna uttrycker att de långa tillståndsprocesserna definitivt ses som ett hinder för implementering av slaggrus; i ett projekt tog miljöförvaltningens godkännande ett helt år, vilket innebar att projektet redan hunnit starta med traditionella material innan det cirkulära alternativet godkändes.

"Vi var inne på att använda det på vissa lokalgator. Men den här tillståndsprocessen tar uppemot ett år... När de till slut hade fått godkänt, så var projektet redan igång."

Det finns också en geometrisk inlåsning i projekteringen där konsulter slentrianmässigt håller sig till AMA-koder. Om ett material saknar en tydlig AMA-kod blir det i praktiken mycket svårt för konsulterna att föreskriva det på ett smidigt sätt.

"Konsulter håller sig väldigt mycket till AMA. Finns det inte i en AMA-kod så blir det väldigt svårt för dem att känna sig sugna på att göra det."

"Den största stoppklossen är att det inte finns AMA-kod eller regelverk som hjälper oss och konsulterna att göra det här på ett smidigt och bra sätt."

Skepticism mot funktionskrav

Respondenterna uttrycker en stark motvilja mot funktionskrav i kommunala vägprojekt och beskriver att en ökad användning av funktionskrav skulle resultera i att de skulle *"behöva anställa 300 jurister"*. Anledningen är den komplexa stadsmiljön med frekventa grävningar för fiber och ledningar; om en väg får spårbildning efter några år blir det svårt att bevisa om felet beror på entreprenörens arbete eller senare utgrävningar.

"Det blir så långa konflikter om huruvida en grävning 100 meter från har påverkat funktionen eller inte."

Respondenten menar att juridiska diskussioner skulle kraftigt öka för att hantera dessa konflikter och förespråkar istället styrd totalentreprenad med tidig samverkan.

"I så fall skulle jag kanske råda att man handlar upp en entreprenör och en konsult i mycket tidigare skede... en styrd totalentreprenad."

Micro-Deval och materialplacering

Sekundära material som slaggrus diskrimineras ofta av traditionella tester som Micro-Deval (beständighet mot krossning), vilka är optimerade för hårt berg. Enligt kommunen uppfyller nästan inga sekundära ballastmaterial dessa krav.

"Vi har ett krav på Micro-Deval... Ingen av de här sekundära ballastmaterialen uppfyller det kravet. Varken betongkross, eller slaggrus, eller tegelkross."

För att hantera detta väljer man att placera materialen längre ner i vägkonstruktionen där de utsätts för lägre laster, vilket kompenserar för materialets sprödhet jämfört med bergkross.

"Vi har haft som krav att det ska användas så långt ner i konstruktionen som möjligt. För där fördelas lasten så pass mycket att risken för att det smulas sönder inte är så stor."

Spårbarhet och framtida risker

Även om det finns en GIS-databas för inbyggda material anses informationen vara för ytlig. Det största problemet uppstår vid framtida underhållsarbeten; om en ledningsägare gräver i en konstruktion med exempelvis skelettjord och inte återställer med exakt samma material, förstörs hela den tekniska funktionen.

"Vi utgår mycket från en GIS-databas... men den informationen är bara på ytan."

Behov av oberoende verifiering

Respondenterna efterfrågar oberoende forskning och data från organ som RISE eller VTI snarare än att förlita sig på producenternas egna uppgifter. För att våga ta in icke-traditionella material krävs vetenskaplig bevisföring som miljöhandläggare och projektledare kan lita sig mot vid riskbedömningar, särskilt gällande utlakning och bärighet över tid. De påpekar även hur viktig objektivitet är i forskningsrapporter.

"Jag läste en rapport nu senast från VTI där de skrev 'hoppfulla resultat', bara den benämningen, att lägga ett värdepåstående i en sån rapport gjorde att jag inte fortsatte läsa"

De säger också att om andra beställare, utan ekonomiska eller producentbundna motiv, börjar använda cirkulära material, ökar det tryggheten för kommunen att skala upp sin egen användning. Ett exempel som anges är Kommun A, som erkänt varit skeptisk mot slaggrus. Om även de skulle hitta fungerande användningsområden, skulle det väga tungt enligt respondenten.

"Säger Kommun A någonting, så väger det hundra gånger tyngre än att alla aktörer säger någonting."

Eldsjälar och personligt ansvar

Implementeringen av cirkulära material hänger idag till stor del på enskilda eldsjälar bland projektledarna. Eftersom projektledare bedöms utifrån sin förmåga att hålla budget och tidsplan, är det säkrare att välja standardmaterial. Att testa nya material innebär en personlig risk; om konstruktionen fallerar är det projektledaren som får bära ansvaret, vilket hämmar innovation.

“Det hänger fortfarande väldigt mycket på den enskilda projektledaren att driva de här frågorna.”

5.2.3 Trelleborgs hamn

Beskrivning av Trelleborgs hamn projektet finns i 4.1.2

Intervjun tog plats via Microsoft teams och tog cirka en halvtimme. Samtalet spelades in men då det var relativt kortfattat så gjordes ingen transkribering.

Introduktion till slaggrus

Trelleborgs hamnchef medger att bergkross normalt är standardvalet i alla anläggningsprojekt och att man inte proaktivt sökt efter cirkulära alternativ; initiativet kom i stället via Sysavs marknadsföring. Valet av slaggrus bedömdes både ekonomiskt och miljömässigt motiverat. Samtidigt pekar respondenten på att kommuner i deras uppfattning inte tar tillräckligt mycket eget initiativ för att främja cirkulära material.

Hinder och risker

Ett av de främsta hindren som lyfts är den långa tidsprocess som krävs för att få ett tillstånd att använda slaggrus, vilket i detta fall tog cirka 5–6 månader. Även om hamnen var ute i god tid upplevdes det som att det var ”på håret” att tillståndet kom i tid och att förseningar kunde undvikas.

Under riskbedömningen anses utlakning vara den största identifierade miljörisken, vilket medför att kontrollprover tas på sex olika ställen i hamnen. Respondenten upplever detta som något överdrivet men inte oacceptabelt. När det gäller krav på extra underhåll har han inte upplevt något ökat arbete:

”Nej, upplever inte att det är mer jobb att laga asfalt än vanligt, i tungtrafikerade områden vill man alltid minimera sprickor. Hade varit samma jobb som för bergkross.”

En tidigare intervjustudie identifierade en viss oro bland byggarbetare kring användningen av slaggrus. Respondenten bekräftade att denna oro sannolikt var kopplad till damning under bygget. Enligt honom var detta dock hanterbart genom åtgärder som vattning och snabb övertäckning. Han understryker att konstruktörer var svårare att handskas med då de kan *”vara lite fega och undviker risker”* och gärna inte vill gå ifrån standarder vilket gör det svårare att introducera nya material.

Upphandling och juridiskt ansvar

Användningen av just slaggrus förenklades av hamnens måldrivna attityd: valet av slaggrus var redan beslutat, vilket gav andra parter liten möjlighet att komma med invändningar.

”De fick bara gilla läget eller tacka nej till anbudet.”

När det gäller tekniska garantier ser respondenten det som självklart att den som efterfrågar ett icke-standardiserat material tar ett ökat ansvar. Det jämförs med att använda en typ av spik som avviker från standard:

”Samma sak om man vill använda en typ av spik (billig) som går ifrån standard, då får man ta ansvaret på sig.”

Med tanke på framtida rivning eller ombyggnad erkänner respondenten att åtgärder kan bli kostsamma, men slaggruset har lagts på platser där det är osannolikt att större störningar sker på lång sikt. Han understryker att slaggrus bäst passar på områden där mark inte ständigt öppnas upp för ledningar och fiber, och jämför med att hamnar och flygplatser är perfekta användningsområden.

Framtidssyn

Sammanfattningsvis är respondenten väldigt nöjd med slaggrus som ballastmaterial och har för avsikt att använda det igen i ett kommande anläggningsprojekt. På frågan om han skulle göra om projektet svarar han:

”Hade jag gjort om det hade jag haft allt i slaggrus, ingen bergkross. Utan asfalt ovanpå som nu och sen slaggruset.”

Han lyfter också en tydlig kritik mot konstruktörer och kommuner, som han upplever vågar ta för lite risker och inte ger tillräckligt stöd eller påtryckning för att privata beställare ska våga prova nya, cirkulära material.

5.3 Entreprenadingenjör

Intervjun tog plats under en längre tid via båda samtal men framförallt chatt-konversation.

AMA som grund

Entreprenadingenjören beskriver att AMA är en given grund i princip alla upphandlingar. Även i de fall där en specifik teknisk lösning föreskrivs som inte ryms inom AMA, finns det ofta en standardskrivning som kräver att AMA följs i alla övriga delar.

”Jag vill säga att AMA ligger som grund för alla upphandlingar jag har sett själv och aldrig hört något annat.”

”Att gå utanför dessa standardavtal (AB04 och ABT06) har jag inte hört någon göra [...] risken blir för stor för båda parter.”

Upphandlingsformens avgörande roll (AB04 vs ABT)

Respondenten gör en tydlig distinktion mellan utförandeentreprenad (AB04) och totalentreprenad (ABT). I AB04 kan beställaren styra tekniska lösningar helt, medan ABT endast ställer funktionskrav. Respondenten påpekar därför att ABT inte är optimalt om beställaren vill styra mot en specifik, exempelvis mer hållbar, lösning. Cirkulära material har enligt respondenten endast använts när beställaren specifikt föreskrivit det, inte när entreprenören själv fått välja lösning.

”Jag har inte varit med om att icke-traditionellt material lösning har använts om inte något specifikt föreskrivits. Dock vet jag att det finns projekt som har gjorts på nya innovativa sätt. Men här är vi återigen tillbaka på att det handlar om vad beställaren föreskriver.”

Pris vs hållbarhet

Respondenten understryker att rangordningen mellan pris och hållbarhet helt beror på hur anbudet utvärderas. Vid ren prövning på pris vinner det billigaste. För att miljöhållbara material ska väljas krävs att utvärderingskriterierna uttalat premierar detta. Här ser respondenten en stor potential för beställare att påverka.

”Kollar man från en entreprenörs sida beror rangordningen på hur anbudet ska utvärderas, det vill säga antingen rent av på pris, då blir den ekonomiska faktorn det viktiga.”

”Utvärderas anbudet så man ska bedriva projektet miljöhållbart öppnas det upp för kanske dyrare material men som är mer hållbart.”

Risikanalys och rädsla för att avvika

Ett återkommande tema är undvikandet av risker. Både beställare och entreprenörer undviker att testa nya lösningar utanför standardavtalen eftersom det saknas etablerad praxis och erfarenhet. Standardavtalen AB 04 och ABT 06 används för att fördela risker jämt mellan parter och få aktörer vågar avvika från dessa. Att frångå avtalen eller AMA-referenser uppfattas som en stor risk, särskilt för beställaren som då lämnar de välfungerande ramarna. Vid ABT-upphandlingar som saknar AMA ser entreprenörer dessutom en risk att oseriösa aktörer dras till projektet.

”Att handla upp en ABT helt utan AMA tror jag kan vara en större risk och något som man inte vågar göra då en oseriös firma ser chansen att bara tjäna pengar.”

6 Analys

Detta kapitel analyserar resultaten från litteratur- och intervjustudien utifrån studiens syfte och forskningsfrågor. Analysen fokuserar på hur tekniska, juridiska och institutionella faktorer samverkar och påverkar möjligheten att implementera slaggrus i Sverige.

6.1 Miljörisk: Forskningsläge och bedömning

I detta avsnitt analyseras och diskuteras i vilken utsträckning myndigheternas försiktighet kring användning av slaggrus är motiverad utifrån befintlig forskning och kunskap om materialets egenskaper. Genom att jämföra forskningsläget med de risker och osäkerheter som lyfts fram av respondenterna undersöks här om försiktigheten främst grundar sig i dokumenterade miljörisker eller om den även påverkas av institutionella och administrativa förutsättningar.

6.1.1 Riskuppfattning och försiktighetsprincipen

Det främsta argumentet mot användning av slaggrus är den miljörisk som materialet anses medföra och de många frågetecken som medförs. Materialet är relativt okänt, har få dokumenterade testfall i Sverige och begränsad erfarenhet av olika användningsscenarier, exempelvis hur sprickbildning i asfalt förväntas påverka utlakningen. Samtidigt blir materialet med sina höga totalhalter en tydlig avvikelse från traditionella ballastmaterial. Försiktigheten har delvis stärkts av tidigare missbruk av platsspecifika riktvärden där verksamhetsutövare, enligt miljöhandläggaren från Länsstyrelse Skåne, försökte anpassa beräkningsmodeller för att möjliggöra placering av kraftigt förorenade massor på olämpliga platser. Det har bidragit till att vissa myndigheter blivit mer restriktiva. Därför förväntas tillsynsmyndigheter beakta långsiktiga risker och i första hand prioritera skyddet av människors hälsa.

Detta synsätt förstärks av att Naturvårdsverkets handbok ger miljömålet giftfri miljö en särskilt stark ställning genom att beskriva målet som ”styrande” och som en ”förutsättning” för att andra miljömål ska kunna uppnås. Målet får därmed stor tyngd i prövningen av slaggrus och kan bidra till att försiktighetsprincipen tillämpas när osäkerhet uppkommer. I praktiken kan det därför vara enklare att motivera restriktiva bedömningar med hänvisning till giftfri miljö än att väga in aspekter som resurseffektivitet och återvinning (Jansson, 2025).

I avsaknad av tydlig vägledning från Naturvårdsverket tillämpar tillsynsmyndigheter därför ofta försiktighetsprincipen, vilket innebär att materialet i praktiken betraktas som miljöfarligt tills motsatsen har visats. Detta leder ofta till omfattande tillståndprocesser och tidskrävande riskbedömningar, där riktvärden för förorenad mark används som referens vid bedömning av slaggrus eller där konservativa worst-case-antaganden görs (Maghder, 2021).

Ett resultat av detta är att fokus ofta hamnar på materialets totalhalter snarare än på ämnenas kemiska stabilitet och faktiska utlakning. Respondenten från Kommun A beskriver skillnaden

mot traditionella schaktmassor som ”skakande”, eftersom halterna i slaggrus kan vara betydligt högre än i material som kommuner normalt hanterar. Bedömningen utgår därmed i hög grad från mängden ämnen i materialet snarare än från deras faktiska spridningsrisk. Detta resulterar i att all möjlig exponering försöker undvikas, snarare än att riskerna bedöms utifrån den specifika användningen och de faktiska exponeringsvägarna i det enskilda fallet (Malmgren, 2023).

De exponeringsvägar som främst lyfts fram är:

- utlakning till grundvatten och vegetation,
- dammspridning under anläggning och rivning,
- risken för framtida exponering om materialet grävs upp.

Särskilt damning beskrivs som problematiskt eftersom slaggrus innehåller fler finpartiklar än bergkross. Det uttrycks en oro för att damm ska spridas till omkringliggande mark och i förlängningen påverka livsmedelsproduktionen. (Andersson, 2024)

Ett närliggande problem är att avfalls- och kemikalielagstiftningen behandlar material olika beroende på om de klassificeras som produkt eller avfall. I produktform kan material med farliga egenskaper fortfarande säljas och användas, så länge de är märkta och hanteras enligt kemikalielagstiftningen. När samma material senare blir avfall bedöms det däremot ofta enligt strängare kriterier, trots att de kemiska egenskaperna inte har förändrats (Malmgren, 2023).

För slaggrus innebär det att materialet kan vara mindre riskfyllt än flera produkter som redan accepteras på marknaden, men ändå omfattas av ett strängare regelverk på grund av sin avfallsklassificering. Konsekvensen blir att ett material med låg utlakning kan förbjudas enbart på grund av sin klassificering, medan naturliga material med höga metallhalter och potentiellt betydande utlakning fortfarande kan användas.

6.1.2 Det aktuella forskningsunderlaget

Fullskaletester i Trelleborg och Umeå visar att skyddsåtgärder, såsom vätning och snabb övertäckning, kraftigt begränsar dammspridningen. Forskning visar också att teoretiska riskmodeller ofta överskattar dammdeposition och att utlakningen av tungmetaller generellt är låg, med förutsättningen att säkerhetsåtgärder utförs. (*Uppföljning av beslutsstödet för återvinning av slaggrus i anläggningsarbeten*, 2024)

Flera studier pekar dessutom på att metallerna i slaggrus förekommer i stabila kemiska former och att lagring samt karbonatisering ytterligare minskar rörligheten över tid. Sammantaget tyder detta på att den miljörisk som uppfattas i provningssituationer inte alltid motsvarar den faktiska risk som kan påvisas i forskning och uppföljning (Dahl m. fl., 2020). Det innebär att

problemet i hög grad handlar om osäkerhet, tolkningsramar och ansvarsfördelning snarare än om dokumenterade miljöskador.

Långtidsuppföljningar av projekt som Törringevägen visar att slaggrus, när det används i täta vägkonstruktioner med asfaltsbeläggning, inte har gett upphov till någon tydlig miljöpåverkan på omgivande mark eller grundvatten. När konstruktionen förses med ett tätt överbyggnadsskikt minskar infiltrationen kraftigt, vilket ytterligare begränsar förutsättningarna för utlakning. Detta pekar på att miljörisken inte enbart bör bedömas utifrån materialets innehåll, utan också utifrån hur det faktiskt byggs in och används i en konstruktion. (Sweco, 2023)

6.1.3 Från miljörisk till systemrisk

I båda intervjuerna med kommunerna framhölls att försiktighet är befogad eftersom miljörisken bedöms som för stor. När frågan ställdes om vilken konkret miljörisk som avsågs, särskilt mot bakgrund av att inga rapporterade miljöproblem kopplade till slaggrus kunde identifieras, förblev svaren dock relativt allmänt hållna. Kommunerna betonade fortsatt behovet av försiktighet men specificerade inte tydligt vilka miljöeffekter som låg till grund för bedömningen.

Flera respondenter är samtidigt medvetna om att miljörisken är betydligt mindre när materialet är säkert inbyggt i en konstruktion. Oron handlar i stället ofta om att materialet över tid ska tappas bort i systemet. Kommun A uttrycker en särskild oro kring framtida ledningsarbeten, där materialet skulle kunna flyttas eller exponeras på ett okontrollerat sätt. Fokus förskjuts därmed från materialets egenskaper till frågor om spårbarhet, dokumentation och framtida ansvar.

Intervjuerna visar också att förmågan att hantera dessa frågor varierar mellan olika aktörer. Kommun A uppger att de saknar tillräckliga system för full kontroll, medan Kommun B använder en GIS-databas för att registrera specifika konstruktioner, även om informationen i nuläget främst omfattar ytskiktet. I Sverige dokumenteras endast B/C-tillståndsprojekt, och informationen överförs inte automatiskt till fastighetsregistret eller kommunala GIS-system (Andersson, 2024). Avsaknaden av nationella krav på exakt dokumentation av var avfallsmaterial som slaggrus används innebär att materialet riskerar att förlora spårbarhet om beställaren inte själv initierar registrering av platsen (Naturvårdsverket, 2010). Danmark registrerar informationen offentligt i fastighetsregistret för full spårbarhet, medan Finlands MARA-förordning kräver koordinater och planritningar för återvinningsplatsen (Miljø- og Fødevarerministeriet, 2016; Kiviniemi m. fl., 2012).

Det är också anmärkningsvärt att flera av de hinder som lyfts fram som miljörelaterade vid närmare granskning snarare handlar om administrativa och institutionella frågor. Naturvårdsverket hänvisade exempelvis till artikeln *Contested Circularity* (Johansson & Johansson, 2024), vilken främst behandlar systematiska, ekonomiska och strategiska barriärer snarare

än direkta miljöproblem. Att tillsynsmyndigheter ofta hänvisar till frågor om ansvar, dokumentation, regelverk och vägledning när de diskuterar risker med slaggrus tyder på att osäkerheten i stor utsträckning är institutionell snarare än miljöteknisk.

6.1.4 Sammantagen tolkning

Sammantaget tyder resultaten på att miljödebatten kring slaggrus inte enbart handlar om dokumenterade miljörisker, utan i hög grad om institutionell osäkerhet, ansvarsfördelning och brist på enhetlig vägledning. Studien har inte identifierat några konkreta fall där användning av slaggrus lett till verifierade miljöskador, och respondenterna har heller inte kunnat hänvisa till sådana incidenter. Det finns däremot flera frågetecken kring hur väl slaggrusets egenskaper är dokumenterade, på grund av bristen på svenska, långsiktiga testfall. Myndigheter använder därmed resonemang om teoretiska exponeringsvägar, administrativa hinder och behovet av kontroll.

Samtidigt bör tillsynsmyndigheternas försiktighet förstås utifrån de förutsättningar under vilka bedömningarna görs. Dagens vägledning ger klimatmålet giftfri miljö en stark ställning och erbjuder begränsat stöd för hur slaggrus specifikt ska bedömas. Materialets höga totalhalter i jämförelse andra schaktmassor gör det dessutom svårt att placera inom etablerade bedömningsramar. Att enskilda handläggare inte besitter djup specialistkunskap om slaggrusets kemiska egenskaper eller den samlade forskningen är inte heller rimligt att förvänta sig. I avsaknad av tydliga nationella riktlinjer blir det därför naturligt att utgå från försiktighetsprincipen och de verktyg som finns tillgängliga.

Resultaten pekar därför mot att styrningen i stor utsträckning fokuserar på att förebygga potentiella risker genom restriktioner, snarare än att hantera riskerna genom uppföljning, kontroll och anpassade användningsvillkor. Försiktigheten framstår därmed som begriplig utifrån ett juridiskt och institutionellt perspektiv. Samtidigt indikerar resultaten att den nuvarande tillämpningen i flera avseenden är mer restriktiv än vad den samlade forskningen om slaggrusets egenskaper och miljöpåverkan motiverar. Problemet tycks därför i första hand inte vara enskilda myndigheters bedömningar, utan avsaknaden av tydlig vägledning, gemensamma bedömningsgrunder och systemstöd för hantering av materialet.

6.2 Systematiska hinder och inlåsning

I denna studie används begreppet ”system” för att beskriva de tekniska, administrativa, juridiska och organisatoriska strukturer som tillsammans styr hur material väljs, provas och används inom anläggningssektorn. Begreppet omfattar därmed både formella regelverk, standarder och tillståndprocesser samt arbetssätt, ansvarsfördelning och normer. Analysen utgår därför från att hinder för användning av slaggrus inte kan förstås endast på materialnivå, utan som en del av ett bredare tekniskt- och samhällsdrivet system där flera delar samverkar

och förstärker varandra, figur 7 och figur 4 är både illustrationer av system med aktiviteter, orsaker och aktörer.

6.2.1 Administrativa och juridiska hinder

Resultaten visar att hinder för användning av slaggrus inte enbart är kopplade till materialets tekniska eller miljöpåverkande egenskaper, utan i hög grad till hur planeringsprocesser, standarder och ansvarssystem är utformade. Det faktum att Sverige inte har fastställt några nationella kriterier för när avfall upphör att vara avfall har en betydande negativ inverkan på användningen av slaggrus, eftersom det skapar en oförutsägbar juridisk och administrativ miljö. Detta innebär att varje enskilt projekt med avfallsmaterial måste bedömas individuellt, vilket är en tidskrävande och osäker process. Denna problematik framgår både i intervjun med kommun B som fick vänta över ett år på godkännande och i de fall som redovisas i tabell 3. Följden blir också att materialet förlorar konkurrenskraft, eftersom tidsaspekten i de flesta projekt värderas högt. (Bristav, 2023)

Det mest grundläggande hindret verkar vara de administrativa och regulatoriska ramarna. Regelverket kan därmed oavsiktligt agera som en spärr som missgynnar cirkulära alternativ. Samtidigt framstår det som att både myndigheter och beställare i grunden vill se mer återvinning, men att de sällan driver frågan eftersom processen upplevs som administrativ tungdragen. Därmed blir politisk och institutionell styrning viktig för att förändring faktiskt ska ske. (Malmgren, 2023)

6.2.2 Standarder och projektering

En återkommande faktor i intervjuer och litteratur är AMA:s inflytande inom projektering och upphandling. Konstruktörer utgår ofta från etablerade dimensioneringsunderlag och standardiserade lösningar, vilket gör att material som saknar koder i referensverket lätt väljs bort redan i den förberedande fasen. Respondenterna beskriver att den juridiska och tekniska trygghet som följer med standardisering värderas högt, ofta mer än hållbarhetsprinciper som i stället vävs in via andra vägar, exempelvis genom förnybart bränsle eller ISO-certifieringar. Entreprenaderingenjören beskriver exempelvis AMA som en självklar grund i nästan alla upphandlingar, medan Kommun B framhåller att avsaknaden av relevanta AMA-koder för alternativa material gör att konsulter ofta tvekar att föreskriva dem.

AMA Anläggning fungerar därmed som en viktig referensram för vad som uppfattas som möjligt och tryggt att föreskriva. När ett material saknar etablerade AMA-koder ökar osäkerheten hos konsulter och projektörer.

Denna standardisering skapar samtidigt en inlåsand effekt. Trafikverket uttrycker att användningen av slaggrus i dagsläget är för begränsad för att motivera utvecklingen av särskilda standarder eller dimensioneringsunderlag som inkluderar fler cirkulära material. Samtidigt framgår att avsaknaden av sådana underlag i sig utgör ett hinder för ökad användning, vil-

ket visar på en återkopplande struktur där bristen på existerande standarder för alternativa material både är orsak och konsekvens.

6.2.3 Planeringsprocessen

Liknande inlåsningseffekter kan ses i planerings- och projekteringsprocessen. Cirkulära material uppvisar generellt lägre styvhet än traditionellt bergmaterial, vilket kan kräva ett tjockare konstruktionslager för att uppnå motsvarande bärighet. Samtidigt bygger vägplaner och projekteringsunderlag ofta på snäva toleranser för höjdsättning och konstruktionstjocklek. Om vägplanen redan låser vägens höjdläge med små toleranser begränsas möjligheten att använda alternativa material, även om upphandlingen tillåter funktionskrav eller är öppen för cirkulära material. Detta innebär att friheten i materialvalet i praktiken avgörs tidigt i planeringsprocessen. (Arm, 2006)

6.2.4 Provning och bedömning

Systeminlåsningen förstärks av att flera provnings- och bedömningsmetoder i stor utsträckning är anpassade för traditionella material. Kommun B beskriver hur cirkulära material sällan klarar nötnings-beständighetstest (Micro-Deval), som utgör ett krav för många användningsområden och förekommer ofta i AMA anläggning. Micro-Deval utvecklades ursprungligen för att välja ut stenmaterial till asfaltslitlager där materialet utsätts för direkt nötning från trafik (Arm, 2000). När samma provningsmetod används för att jämföra material med olika egenskaper och användningsområden finns en risk att bedömningen i större utsträckning gynnar traditionella stenmaterial. Slaggrus används däremot främst som obundet bär- eller förstärkningslager djupt ner i vägkonstruktionen där det skyddas av ett tätt ytskikt. Att ställa krav på extrem nötningsbeständighet för material som ligger i de undre lagren, där ingen faktisk nötning sker när vägen väl är färdigbyggd, kan ses som ett tekniskt överkrav (Arm, 2006). Genom dessa standardtester ignoreras också slaggrusets unika puzzolana egenskaper som gör att materialet faktiskt stärks och ökar i styvhet över tid. Långtidsstudier har visat att slaggrus efter en tids lagring i vägen kan uppnå en styvhet (lagermodul) som är likvärdig med eller till och med högre än naturgrus (Hellman m. fl., 2023).

Sammantaget visar detta att dagens kravställning fungerar som ett institutionellt hinder snarare än en funktionell säkerhetsåtgärd. Genom att kräva att cirkulära material ska bete sig som hårt berg i laborietester, missar man möjligheten att utnyttja deras faktiska funktionella fördelar, vilket leder till att högkvalitativ stenkross slösas bort i applikationer där slaggrus skulle fungera tekniskt likaväl.

6.2.5 Ansvar och förtroende

Ansvarsfördelningen och riskhanteringen har beskrivits som starkt styrande för materialvalet. Beställare och entreprenörer beskriver att användning av material utanför etablerade standarder innebär en ökad osäkerhet kring juridiskt ansvar, garantiåtaganden och framtida

underhåll (Toller m. fl., 2022). I stadsmiljöer, där vägar och ledningar kontinuerligt byggs om och grävs upp, uppfattas det som särskilt svårt att avgöra ansvarsuppdelen om problem skulle uppstå långt efter färdigställandet.

Förtroendegapet framstår i studien som ett påtagligt hinder. I intervjuer riktade båda kommunerna viss kritik mot materialproducenternas motiv, eftersom användning av slaggrus innebär att kostnader för deponering och deponiskatt kan undvikas. Intervjun med Kommun B visar att teknisk bevisning ibland uppfattas som partisk när den presenteras av aktörer med ekonomiska intressen eller starkt projektengagemang. För att hantera denna osäkerhet efterfrågar de offentliga beställarna mer oberoende forskningsrapportering. Externa forskningsorgan som RISE och VTI anses spela en avgörande roll för att bidra med den trygghet som krävs för att kommunala beställare ska våga ta sig an nya cirkulära lösningar. Det framgår dock att förtroendet för dessa organ baseras på en strikt förväntan av vetenskaplig objektivitet. Intervjun med Kommun B belyser hur känsligt detta förtroende är; en respondent uppgav att man slutat läsa en rapport från VTI för att den använde värdeladdade uttryck som "hoppfulla resultat". Att lägga in värdepåståenden i tekniska rapporter riskerar att underminera forskningens trovärdighet och kan av beställare tolkas som en form av "cirkulär lobbyism" snarare än neutral fakta. Detta liknar den oro som tas upp i artikeln *Contested Circularity* (Johansson & Johansson, 2024), att den moraliska principen om att cirkularitet är "det rätta att göra" tillåts trumfa teknisk bevisföring och leda till att alternativa material gynnas orättvist i verifieringen. För att möjliggöra en förändring krävs därför inte bara mer forskning, utan en kommunikation av resultat som är strikt objektiv och som erkänner både potential och risker utan att använda ett värdeladdat språk.

Resultaten understryker att både privata och offentliga beställare hänvisar sin osäkerhet till avsaknaden av nationella referensprojekt. Kommun B:s yttrande om att det väger "hundra gånger tyngre" när en annan klimatvännande kommun väljer att använda ett material än när informationen kommer från entreprenörer eller producenter bekräftar att legitimitet och förtroende i hög grad bygger på offentligt dokumenterade erfarenheter. Därför efterfrågas referensprojekt och framgångsrika tillämpningar som kan minska osäkerheten kring nya materials tekniska och miljömässiga egenskaper (Olsson, 2012). Samtidigt pekar Materialförsörjningsplan Skåne ut kommunerna som 'motorerna' i omställningen och förväntar sig att de genom bland annat pilotprojekt och ta de initiala risker som krävs för att driva utvecklingen i anläggningsarbetet (Länsstyrelsen Skåne, 2023). Detta skapar en paradox där kommunerna efterfrågar referensprojekt för att våga agera, samtidigt som de själva förväntas vara de aktörer som etablerar dessa referenser.

6.2.6 Organisatorisk osäkerhet

För visst finns det en oro bland aktörer för att cirkulära material ska främjas enbart med argumentet att de är hållbara och att systemförändringar införs utifrån grunden att det är "moraliskt rätt" utan att ge tydlig samhällsnytta. Detta diskuteras särskilt i de fall där

klimatevinsten upplevs som begränsad i relation till den omfattande systemförändring som krävs.

Samtidigt visar jämförelser med Finland att det går att bygga upp system som stödjer en framtida övergång till cirkulära materialflöden även om just slaggrus i nuläget endast används i liten omfattning i förhållande till naturmaterial. De har flyttat fokus från individuella projekt tillståndsprocesser till fördefinierade kriterier, vilket ökar förutsägbarheten för både myndigheter och verksamhetsutövare. (Nylén & Salminen, 2019)

Den kulturella osäkerheten fungerar även åt motsatt håll. Kommun A uppvisar exempelvis en tydligare acceptans för betongkross än för slaggrus, respondenten beskriver betongkross som ett ”mycket bättre” alternativ som känns tryggare, vilket leder till att det placeras högre i kommunens prioriteringsordning än slaggrus, trots att de miljömässiga prövningsprocesserna juridiskt sett är lika. På samma sätt visar intervjun med Länsstyrelse Skåne hur starkt motståndet mot avfallsmaterial kan vara på lokal nivå, när en miljöinspektör i Helsingborg motsatte sig användningen av ett material som redan hade klassificerats som produkt, med hänvisning till att det fortfarande ansågs vara avfall och därför förknippades med stora risker. Det finns en tydlig stigma kopplad till avfallskategorin, samtidigt som resultaten visar en intern hierarki där material bedöms utifrån sitt ursprung snarare än sin faktiska miljörisk.

Ett viktigt resultat är därför att implementeringen ofta vilar på enskilda eldsjälar som är beredda att ta en personlig risk. När projektledaren blir den som bär ansvaret om något går fel blir det logiskt att välja det mest välkända materialet som man vet håller tidsplanen. Detta liknar till viss del situationen i tillsynsärenden, där enskilda handläggares kunskap och personliga engagemang ofta får stor betydelse för hur ett material bedöms (Arm m. fl., 2017). På så sätt avgörs cirkulära materials möjligheter i praktiken inte bara av deras egenskaper, utan också av hur stor risk en enskild person är villig att ta.

6.2.7 Internationella perspektiv

Danmark

Något som ofta lyfts fram vid jämförelser mellan Sverige och Danmark är att Danmark i större utsträckning präglas av resursbrist och begränsade möjligheter till deponering. Detta har sannolikt varit en viktig drivkraft bakom landets satsningar på återvinning och cirkulär materialanvändning. Som ordspråket säger skapas innovation ofta ur nödvändighet, och Danmark har under lång tid utvecklat regelverk, standarder och tekniska lösningar som syftar till att hålla material i kretsloppet och minska beroendet av jungfruliga resurser.

Det är viktigt att notera att Danmark inte har nått en högre användning av slaggrus genom att sänka miljökraven eller acceptera större miljörisker. Tvärtom har landet lagt betydande resurser på forskning, testning och långsiktig uppföljning för att identifiera vilka användningsområden som är tekniskt och miljömässigt lämpliga. Detta är särskilt tydligt i relation

till grundvattnet, som utgör en central dricksvattenresurs och därför ges ett starkt skydd i den danska miljöförvaltningen.

Även om de institutionella och regulatoriska förutsättningarna skiljer sig mellan Danmark och Sverige innebär detta inte att de tekniska och miljömässiga forskningsresultaten är mindre relevanta. Materialets egenskaper förändras inte av nationsgränser, och de erfarenheter som byggts upp genom långvarig användning, omfattande provning och uppföljning utgör därför ett viktigt kunskapsunderlag även i en svensk kontext. Skillnaderna i regelverk bör därför inte vara ett skäl att avfärda de danska resultaten, utan snarare en anledning att analysera hur dessa erfarenheter kan omsättas inom svenska förhållanden.

Finland

Ser vi österut finner vi en mer jämlik jämförelse när det kommer till resurser. Till skillnad från Danmark framstår den finska utvecklingen som mer strategisk och framtidsblickande. Reformeringen av MARA-förordningen motiverades inte av ett akut behov av att ersätta naturmaterial, utan av en ambition att skapa institutionella förutsättningar för en framtida cirkulär ekonomi.

På samma sätt som Sverige har det funnits en grundläggande målkonflikt mellan resurseffektivitet och försiktighetsprincipen. Lösningen har inte varit att sänka miljökraven, utan, liknande Danmark, definiera tydliga tekniska och miljömässiga kriterier som möjliggör återvinning utan omfattande tillståndsprövningar i varje enskilt fall.

Finland visar därmed att omställningen till en cirkulär ekonomi inte nödvändigtvis behöver drivas av resursbrist. Lagstiftning och styrmedel kan också användas proaktivt för att etablera marknader, skapa rutiner och bygga upp institutionell beredskap innan behovet hinner bli akut. Istället för att vänta på att eventuell framtida resursbrist ska styra marknaden mot cirkulära ekonomi gjorde regeringen ett medvetet försök att förändra samhällets syn på avfall från ett problem som ska hanteras till en resurs som ska nyttjas.

Hur Sverige kan nyttja detta

Analysen visar att det finns välfungerande system för cirkulär materialanvändning som har utvecklats utifrån olika nationella förutsättningar. Internationella erfarenheter bidrar inte bara med inspiration kring hur alternativa styrsystem kan utformas, utan även med ett omfattande kunskapsunderlag om material som fortfarande uppfattas som osäkra i Sverige. Även om svenska pilotprojekt och nationella erfarenheter är viktiga för att bygga förtroende, bör värdet av internationell forskning och långtidsuppföljningar inte underskattas. Särskilt från Danmark, där slaggrus har använts och studerats under flera decennier, erbjuds erfarenheter som kan bidra till att öka tryggheten och omvärdera den faktiska risken.

6.2.8 Sammanfattande tolkning

Studien visar att hindren för användning av slaggrus i stor utsträckning är systemrelaterade. Resultaten indikerar att det finns en underliggande förväntan på att cirkulära material ska anpassas till befintliga linjära processer och uppfylla krav som huvudsakligen utvecklats för jungfruliga råmaterial. Detta blir särskilt tydligt i provningsmetoder och standarder där material riskerar att bedömas utifrån egenskaper eller funktioner som inte fullt ut motsvarar deras avsedda användning.

Samtidigt innebär avfallsklassningen att slaggrus omfattas av långa och osäkra tillståndsprocesser, vilket minskar materialets praktiska konkurrenskraft i projekt där tidsaspekten är avgörande. Resultaten tyder även på att Sveriges historiskt goda tillgång på billig ballast har bidragit till att omställningen mot cirkulära material varit svag, trots att ballastbrist börjar märkas i mer tätbefolkade regioner som Skåne. Därmed uppstår ett dilemma där samma regelverk tillämpas nationellt trots varierande regionala förutsättningar.

Analysen visar också att försiktigheten kring slaggrus inte enbart handlar om tekniska eller juridiska frågor, utan även om ansvar, kontroll och förtroende. Osäkerhet kring framtida hantering och långsiktigt ansvar gör att etablerade material ofta uppfattas som tryggare alternativ. Den brist på förtroende som kommunala beställare har för producenter framstår i detta sammanhang som relativt begripligt. Medan producenter uttryckt frustration över vad de upplever som en ”orimligt nitisk utfrågning” kring materialets säkerhet och teoretiska ”tänk-om”-scenarier, kan kommunernas reaktion tolkas som en misstro mot producentens bakomliggande motiv snarare än mot materialet i sig. Eftersom slaggruset marknadsförs som ett hållbarhetsinitiativ men samtidigt innebär att producenten kan undvika höga deponiskatter, uppstår troligtvis en misstanke om att ekonomiska intressen trumfar den faktiska miljö- och samhällsnyttan.

Kommunernas upplevda motvilja bottnar därmed inte i envishet, utan i en rimlig osäkerhet för att införandet av ett avfallsmaterial som de i dagsläget saknar tillräckligt institutionellt stöd, i form av tydliga krav och nationella riktlinjer, för att kunna utvärdera på ett enhetligt sätt. Kraven på oberoende verifiering och referensprojekt kan därför förstås som ett sätt att minska denna osäkerhet snarare än ett direkt motstånd och är en viktig del i att stärka förtroende för cirkulära lösningar.

Sammantaget pekar resultaten på att de viktigaste systemhindren inte ligger i ett enskilt led, utan i hur regelverk, standarder och ansvarsfördelning tillsammans formar upphandlingen. Så länge tillståndsprocesser är långsamma, standarder är anpassade till konventionella material och ansvaret upplevs som personligt och otydligt, kommer cirkulära material sannolikt att ha svårt att konkurrera med traditionella alternativ. Jämförelser med andra länder visar att utvecklingen kan gå snabbare när systemet byggs cirkulärt från början, snarare än att cirkulära material pressas in i en linjär process. Resultatet pekar på att både privata och offentliga beställare önskar fler referensprojekt i Sverige men samtidigt uttrycker materialförsörjnings-

planen att det finns en förväntan på kommuner att vara dem som agerar motorer genom att just genomföra och dokumentera pilotprojekt som andra aktörer kan luta sig mot.

6.3 Upphandling och styrmedel

Dagens upphandlingskultur förespråkar vissa hållbarhetsambitioner, men LOU:s skrivningar är framför allt utformade som just rekommendationer. Den så kallade bör-regeln, 4 kap. 3 § i LOU, uppmantrar upphandlande myndigheter att beakta hållbarhet i upphandlingar men ställer inga rättsliga krav på att detta faktiskt görs. Det lämnas därmed till den enskilda upphandlaren att bedöma och tolka vad bestämmelsen innebär, samt om den är lämplig att tillämpa i den aktuella upphandlingsformen (Upphandlingsmyndigheten, 2025c). Detta resulterar i att det är enkelt för myndigheter att göra sina egna tolkningar och undkomma att ställa miljö- och klimatkrav i sina upphandlingar (Lindström & Lundberg, 2022).

Upphandlingslagstiftningen är i grunden utformad utifrån en logik om linjära materialflöden, vilket medför att ett uttalat stöd för cirkulära lösningar saknas i regelverket. Denna institutionella inlåsning blir särskilt tydlig genom att begrepp som ”cirkularitet” helt saknas och termen ”återvinning” endast nämns en gång i lagtexten (Malmgren, 2023). Historiskt finns flera exempel där omfattande hållbarhetsomställningar först möjliggjorts genom tydliga lagkrav snarare än genom frivilliga initiativ från industrin. Ett tydligt exempel är utfasningen av blyad bensin. Trots starkt motstånd från olje- och fordonsindustrin infördes hårda lagkrav efter att forskningen visat på blyets allvarliga miljö- och hälsoskador, särskilt dess negativa påverkan på barns kognitiva utveckling. Lagstiftningen tvingade därmed fram teknisk innovation och utvecklingen av nya lösningar, såsom katalysatorer och modern avgasrening. Idag framstår användningen av blyad bensin som otänkbar, men utan lagkraven hade industrin sannolikt inte själv drivit förändringen (Giuliani, 2020). För att ändra det linjära systemet krävs det att dagens vaga rekommendationer ersätts med tydliga lagkrav som tvingar fram den innovation och materialförståelse som är nödvändig för en fungerande cirkulär ekonomi.

Frågan blir därmed hur hållbarhet ska kunna integreras i upphandlingar inom det regulatoriska ramverk som finns idag. Eftersom ansvaret i stor utsträckning ligger hos beställaren och hur upphandlingsdokumenten utformas, pekar litteraturen på funktionskrav som en möjlig väg framåt. Funktionskrav är i sig inte något ovanligt, särskilt inte där innovation och nya lösningar efterfrågas. Även Kommun B medger att de använder funktionskrav i vissa andra sammanhang där det bedöms vara lämpligt. I väletablerade anläggningsprojekt, såsom väg- och infrastrukturbyggande, upplevs det däremot som svårare att tillämpa denna typ av krav.

Samtidigt indikerar litteratur på att funktionskrav kan försvagas om de redan tidigt låses in av andra styrande dokument. Produktspecifikationer är ofta mer detaljerade än funktionskrav. Ett exempel är när beställaren anger ett funktionskrav om god bärighet och lång livslängd, men samtidigt hänvisar till en specifik teknisk lösning i TDOK eller AMA. Då riskerar

funktionskravet att bli underordnat detaljkravet, eftersom anbudsgivaren i praktiken måste följa den fördefinierade lösningen för att uppfylla upphandlingen. Eftersom produktspecifikationen är konkret och lätt att kontrollera blir den ofta den som dominerar i slutändan. Detta indikerar att etablerade standarder och detaljkrav i praktiken kan begränsa den flexibilitet som funktionskrav avser att skapa. (Edquist, 2019)

Kommun B har beskrivit att användningen av funktionskrav i vissa anläggningsändamål kan anses vara en "juridisk mardröm" som skulle kräva "300 jurister" att hantera. Det beror på att gaturummet är en delad resurs, där återkommande arbeten som lednings- och fiberdragningar gör det svårt att i efterhand avgöra vem som bär ansvar för sättningar eller fel. Därför upplevs AMA:s mer detaljerade materialkrav som en trygghet för kommuner och entreprenörer, eftersom de flyttar fokus från långsiktig funktion till att ett specifikt material och utförande följs. Detta förklarar också varför slutna system, som Trelleborgs hamn, lättare kan acceptera alternativa material, eftersom beställaren där har kontroll över hela kedjan.

I samtal med en entreprenadjurist framhölls dock att en upphandling med funktionskrav visserligen kan innebära ett större behov av bevisföring, till exempel genom tester och prover av materialet, men att detta i grunden inte är mer problematiskt än andra juridiska frågor. Samtidigt betonas det att detta kan hanteras genom tydligare avtalsvillkor, något som är önskvärt oavsett upphandlingsform för att undvika eventuella tvister, något som stöds av litteraturen (Jansson, 2025).

Det är dock viktigt att skilja mellan funktionskrav och mer öppna formuleringar i upphandlingen. Funktionskrav är inte nödvändigtvis enklare än materialkrav, utan innebär snarare att beställaren flyttar en större del av ansvaret för lösningen till entreprenören. För att undvika senare oklarheter behöver därför ansvarsfördelning, kontrollpunkter och uppföljningsprotokoll vara tydligt utskrivna redan från början. (Edquist, 2019).

Slutligen bekräftar intervjun med entreprenörsingenjören det som framkommer i litteraturen: att hållbarhetskriterier i upphandlingar är avgörande för att styra mot hållbara lösningar. Entreprenörer tenderar i stället att använda standardiserade metoder och material i så stor utsträckning som möjligt. Respondenten förklarar att i en totalentreprenad, där entreprenören i teorin skulle kunna välja cirkulära material eller implementera andra hållbarhetsambitioner, sker detta i princip inte, såvida inte beställaren specifikt förskriver det, så som det gjordes i Trelleborgshamn projektet.

I Trelleborgs hamn var det byggherren som förskrev slaggrus och därmed möjliggjorde dess användning, medan entreprenörerna själva sannolikt inte hade valt materialet, dels på grund av riskaversion inom branschen. Avgörande var att beställaren även tog det tekniska ansvaret, vilket gjorde det möjligt för entreprenörerna att acceptera en lösning som annars hade avvikit från standard. Detta visar att utan tydliga krav och ett uttalat ansvar från beställaren kommer den linjära logiken fortsatt att styra valen mot säkra och konventionella material framför mer hållbara alternativ. Det bör dock påminnas om att en privat aktör, såsom Trelleborgs hamn,

har större frihet att direkt förskriva ett specifikt material i ett projekt. Offentliga beställare omfattas däremot av LOU, vilket innebär att de inte kan förskriva enskilda material eller leverantörer på samma direkta sätt utan måste styra materialval genom krav och tekniska standarder. Tillvägagångssättet för att möjliggöra cirkulära materialval skiljer sig därmed mellan privata och offentliga upphandlingar.

Sammantaget visar analysen att dagens upphandlingssystem i praktiken fortfarande är starkt präglad av en linjär logik, där hållbarhetsambitioner i LOU ofta blir rekommendationer snarare än bindande krav. Samtidigt finns det en uttalad rädsla för juridiska tvister vid frångående av etablerade standarder, material och kravformuleringar. Funktionskrav bör dock inte ses som en enkel ersättning för materialkrav, utan som ett annat sätt att styra upphandlingen som kräver tydlig ansvarsfördelning, kontroll och uppföljning för att fungera i praktiken. För att de ska få verklig effekt behöver de stödjas av en tydlig projektförberedelse, en öppen utvärderingsmodell och krav som inte redan på förhand låser fast lösningen. Annars riskerar funktionskraven att förlora sitt syfte.

7 Åtgärdsförslag och diskussion

I följande kapitel kommer förslag baserat på litteratur appliceras för att förslå potentiella tillvägagångssätt för både politiska aktörer och beställare som vill öka sin rutinmässiga användning av cirkulära material som slaggrus.

7.1 Rekommenderade systemåtgärder

Staten, genom Naturvårdsverket, tvekar. Sverige saknar fortfarande nationella End-of-Waste-kriterier, samtidigt som enskilda projektledare i kommuner och andra beställarorganisationer förväntas bära både ansvaret och den personliga risken för landets omställningen till en cirkulär ekonomi. Är det rimligt att ett så omfattande systemskifte ska drivas på lokal nivå? Och går det verkligen att upphandla sig ur ett otydligt nationellt regelverk när regeringen ännu inte har infört de regler som redan finns på plats i bland andra Finland och Danmark?

Studiens resultat indikerar att beställare varken kan eller bör vara de som ensam driver denna förändring. För att möjliggöra en bredare användning av återvunna material krävs åtgärder på systemnivå, där ansvar, regelverk och riskfördelning bättre stödjer den cirkulära omställningen.

Regering och regelverk

1. Utveckla styrsystem som stödjer cirkulära materialflöden.

Anpassa regelverk, upphandling och tekniska standarder för att i större utsträckning behandla återvunna material som resurser snarare än avfall

2. Fastställa nationella End-of-Waste-kriterier.

Skapa tydligare och mer förutsägbara bedömningsgrunder för återvunna material och minska osäkerheten kring klassificering och tillståndprocesser.

3. Axla en del av ansvaret

Om en materialproducent kan visa att deras cirkulära material uppfyller satta kvalitetskrav, bör staten ta över det långsiktiga miljöansvaret för materialet

Regionala och lokala myndigheter

1. Införa system och krav för obligatorisk registrering av återvunna material.

Stärker spårbarhet, uppföljning och framtida förvaltning, och gör att material inte "försvinner" ur systemet.

2. Myndigheter eller regering axlar en del av ansvaret/garantisäkerheten.

Regeringen eller myndigheter bör axla en del av ansvarsbördan för att bygga förtroende på marknaden och visa förtroende för cirkulära material.

3. Uppdatera standarder

Inkludera fler alternativa material som slaggrus i TDOK och ge dem tydliga koder i AMA Anläggning med hjälp av ERAPave.

4. Starta fler pilot- och referensprojekt

Starta upp demonstrationsprojekt för att bygga erfarenhet, standardisera arbetssätt och stärka tilliten till cirkulära material

7.2 Upphandling

Funktionskrav, hållbarhetskriterier och bonusmodeller kan öppna entreprenadupphandlingar för cirkulära material, genom att fokusera på vilken funktions som ska uppnås och inte *hur* den uppnås. Dessa styrmedel ger entreprenörer frihet att föreslå alternativ, men belönar även återvunnet innehåll eller lågt koldioxidavtryck för att undvika traditionella val.

Det finns dock en risk att kraven urholkas när de kombineras med traditionella standarder eller dimensioner som alternativa material inte klarar av att hålla. Från beställarens håll krävs det inte bara kunskap om hur kraven bör ställas men förutsätter att de vågar tänka nytt, släppa en del av detaljkontrollen och skapa utrymme för alternativa lösningar redan i planeringsskedet. Om inte ansvar, uppföljning och kontroll byggs in från början riskerar funktionskraven att bli för svaga för att faktiskt förändra praktikens logik.

Utifrån studiens resultat diskuteras i detta kapitel möjliga åtgärder för att underlätta användningen av slaggrus och andra cirkulära material inom anläggningssektorn.

7.2.1 Planering och förutsättningar

Initialt i planeringsfasen identifierar beställaren vilka delar av projektet som lämpar sig för funktionsstyrning genom en analys av projektmål, tekniska behov och risknivåer. Beställaren måste även utvärdera förutsättningarna för arbetet och avgöra om projektet är lämpligt för cirkulära material. Det kan bli onödigt krångligt att få in cirkulära material om det rör sig om ett känsligt naturreservat med stränga utlakningskrav, om projektet är väldigt tidskritiskt, eller om lokal tillgång på cirkulära material och kontrollresurser faktiskt finns. Här bör beställare skilja mellan vilka krav som är nödvändiga för säkerhet och bärighet, och vilka delar som detaljstyrts enligt slentrian och kan istället uttryckas i önskad prestanda. (*Vägledning för cirkulär masshantering i upphandlingsprocessen*, 2025)

I detta tidiga skede bör även en marknadsdialog genomföras, där beställaren inte enbart träffar huvudentreprenörer utan även materialleverantörer, mottagningsanläggningar och

transportörer. Syftet är att kartlägga lokal tillgång på material, deras tekniska egenskaper samt vilka kontrollmetoder som krävs för verifiering.

Dialogen ökar även kunskapen om vilka krav som är rimliga att ställa senare i upphandlingen. LFM30:s (Lokal färdplan för en klimatneutral bygg- och anläggningssektor i Malmö 2030) vägledning för upphandlingsstyrning, kan användas som ett konkret stöd för att formulera tekniska krav och fastställa realistiska hållbarhetsambitioner såsom krav på andel återvunnet innehåll eller ett koldioxidtak för projektet som målgränsvärden i förfrågningsunderlaget, vilket kan stärkas genom bonusmodeller som ger ekonomisk ersättning om entreprenören presterar bättre än de ställda prestandakraven. Genom att även premiera korta transportavstånd och transporteffektivitet ges lokala cirkulära material en konkurrensfördel gentemot jungfruligt material, vilket bidrar till både sänkta kostnader och minskad klimatpåverkan (Diener m. fl., 2026)

Marknadsdialogen klargör vilka krav som är realistiska att ställa i upphandlingen. LFM30-vägledningen ger konkret stöd för att formulera tekniska krav och hållbarhetsmål, som andel återvunnet innehåll eller CO₂-tak, som blir mätbara gränsvärden i förfrågningsunderlaget.

Bonusmodeller stärker incitamenten genom ekonomisk ersättning när entreprenören överträffar kraven. Genom att även premiera korta transportavstånd får lokala cirkulära material en tydlig konkurrensfördel mot jungfruligt material, vilket sänker både kostnader och klimatpåverkan. (Holmgren m. fl., 2023), (*Vägledning för cirkulär masshantering i upphandlingsprocessen*, 2025)

Genom tidig marknadsdialog kan beställaren kartlägga tekniska egenskaper hos lokala restmaterial och anpassa planskedets förutsättningar därefter. Om slaggrus visar lägre styvhet än bergkross möjliggörs materialvalet genom flexiblare höjdtoleranser eller förtjockade konstruktioner, utan att kompromissa med bärigheten. I totalentreprenader (ABT 06) med funktionskrav faller den tekniska utformningen på entreprenören, som optimerar dimensionering baserat på materialval men dialogen säkerställer rimliga funktionskrav och hindrar tidiga låsningar som favoriserar traditionella material.

7.2.2 Utformning av upphandling

Vid utformningen av upphandlingsdokumenten bör funktionskrav utgöra kärnan i förfrågningsunderlaget. Användningen av funktionskrav ger leverantören möjlighet att använda sin expertis och innovationsförmåga för att bygga konstruktionen på bästa sätt (Upphandlingsmyndigheten, 2025b). Beställaren kan exempelvis ange att vägkonstruktionen ska klara en viss trafikmängd under en viss livslängd, med en maximal spårbildning.

Då funktionskraven formuleras vagt för att ge entreprenören handlingsfrihet, kan flera material kvalificera sig tekniskt. För att styra mot projektets cirkulära mål bör funktionskraven

därför kompletteras med hållbarhetskriterier och incitament i utvärderingsmodellen. Detta kan ske genom poänggivande kriterier eller mervärdesavdrag, se exempel i tabell ??.

Tabell 5: Exempel på kravformuleringar för funktionsstyrning

Kravtyp	Exempel på formulering
Funktionskrav	Vägkonstruktionen ska klara Trafikklass X med max 20 mm spårbildning under 20 år.
Hållbarhetskriterium	Minst 50 % av inbyggt förstärkningslager ska utgöras av återvunnet innehåll. Max X kg CO ₂ /ton material.
Incitament/Bonus	1,25 kr/kg CO ₂ -e för varje kg som anbudet ligger under gränsvärdet.
Spårbarhetskrav	Digitala följesedlar enligt BEAst-standard ska användas för verifiering av materialursprung. Registrering i fastighetsregistret.
Validering och ansvarsfördelning	Entreprenören ska lämna in en valideringsplan, inklusive metoder för verifiering, uppföljning och dokumentation av att kraven uppfylls. Ansvaret för genomförande och dokumentation ligger på entreprenören, medan beställaren ska ange funktionskrav och godkännandekrav.

För att säkerställa transparens och motverka oseriösa aktörer i en funktionsstyrd miljö är det avgörande att tillämpa strikta kvalificeringskrav enligt LOU. Beställaren bör ställa krav på teknisk förmåga, bevisad erfarenhet av innovativa lösningar och ekonomisk stabilitet för att säkerställa att leverantören kan bära det långsiktiga funktionsansvaret och garantierna (Upphandlingsmyndigheten, 2025c). Vid användning av totalentreprenad (ABT 06) faller det tekniska risktagandet för dimensioneringen på entreprenören, vilket skapar ett naturligt incitament för dem att välja de mest effektiva lösningarna (Svensk Byggtjänst, 2024).

7.2.3 Genomförande och anbudsprövning

Under anbudsprövningen flyttas beställarens fokus från att kontrollera specifika materialtyper till att bedöma om anbudsgivaren kan verifiera att den föreslagna lösningen uppfyller projektets funktionsmål. Det ligger på leverantören att redovisa hur prestanda som bärighet, trafikbelastning och livslängd ska dokumenteras och kontrolleras under projektets gång genom konstruktionsritningar, hållfasthetsberäkningar och provningsresultat i anbudet. För att säkerställa förutsägbarhet och transparens för alla parter bör beställaren redan i förfrågningsunderlaget definiera vilka verifieringsmetoder som godtas. Genom att tydliggöra dokumentationskraven och hanteringen av tekniska avvikelser skapas en tryggare miljö. (Jansson, 2025), (Edquist, 2019)

I områden med risk för framtida grävningar ökar behovet av bevisföring genom tester och prover. Därför bör beställaren i förfrågningsunderlaget specificera tydliga avtalsvillkor,

en plan för leverantörens dokumentation samt vem som bär ansvaret vid yttre faktorer (exempelvis kraftigt ändrade trafikflöden eller tredje parts grävningar) som påverkar vägens funktion.

Genom att tillämpa vetenskapligt baserade modeller, så som ERAPave, kan anbudsgivaren optimera lagertjocklekar för cirkulära material och därmed visa att bärighetskraven uppfylls. För att skapa förtroende för material som slaggrus bör beställaren hänvisa till befintlig forskning och långtidsstudier, exempel på sådana kan inkludera HVS-tester av VTI, existerande anläggningsprojekt som Svågertorp, Törringevägen och Trelleborgs hamn. Miljömässig trygghet kan verifieras genom forskning från RISE och MAX IV. (Hellman m. fl., 2023)

I anbudsprövningen är det avgörande att beställaren accepterar att det finns flera tekniska vägar till samma funktion. En leverantör kan föreslå en cirkulär lösning som avviker från traditionella AMA-koder, men som genom entreprenörens expertis och innovativa design uppfyller prestandakraven. Om utvärderingen förblir slentrianmässigt knuten till traditionella materialval riskerar de potentiella miljövinster och kostnadsbesparingar som funktionskrav möjliggör att gå förlorade. (Edquist, 2019)

7.2.4 Uppföljning och kontroll

Eftersom beställaren i en funktionsstyrd modell släpper den tekniska detaljkontrollen till leverantören, blir avtalsuppföljning och kontroll helt avgörande för att säkerställa att den utlovade prestandan faktiskt levereras. Beställaren måste aktivt verifiera att funktionskraven uppfylls både under utförandet och i det färdiga resultatet. Uppföljningen utgör ofta den saknade länken i upphandlingsprocessen och bör därför planeras redan i förberedelsefasen för att säkerställa att nödvändiga resurser och kompetens finns tillgängliga. (Lindeberg & Ryding, 2020)

Anläggningsarbetets plats bör markeras på kommunens stadsplanekartor och registreras i fastighetsregistret eller GIS. Detta säkerställer att information om inbyggt material inte går förlorat vid ägarbyten eller framtida ledningsarbeten. Till skillnad från Danmark och Finland saknar Sverige nationella krav på dokumentation av exakt placering för avfallsmaterial. Även om B- och C-tillståndspliktiga verksamheter dokumenteras sker ingen automatisk överföring till fastighetsregister eller GIS-system. Ansvaret för dokumentation och framtida spårbarhet hamnar därför i praktiken ofta hos beställaren. (Arm, 2006)

När icke-traditionella material används ökar kraven på beställarens förmåga att granska leverantörens bevisföring. Leverantören bör presentera en plan för provtagning och kvalitetskontroll. Beställaren ska ha rätt att göra stickprov, revisioner och ta in tredjepartsgranskning under entreprenadtiden. (Lindeberg & Ryding, 2020)

Efter projektets färdigställande bör uppföljning av den tekniska och miljömässiga funktionen ske. För cirkulära material kan detta innebära mätning av bärighet (Ev2) och sättningar under

de första åren, samt att vid behov ta grundvattenprover för att dokumentera att utlakningsnivåerna. (Arm, 2006)

Slutligen bör beställaren dokumentera erfarenheterna och dela kunskapen med branschen via organisation som RISE, Trafikverket eller SBUF (Svenska byggbranschens utvecklingsfond). På sikt skapar detta en lärande process där beställaren gradvis blir tryggare i att använda funktionskrav och där leverantörerna får tydligare incitament att utveckla cirkulära lösningar. Nästa kommun behöver inte börja från noll.

7.3 Avgränsningar och framtidsvy

7.3.1 Avgränsningar

En faktor som begränsar hur säkra resultaten i denna studie är, är det relativt låga antalet kommuner som deltog i intervjustudien. Litteraturstudien och intervjuerna genomfördes parallellt, där litteraturen bidrog till att forma intervjufrågorna samtidigt som kommunernas svar öppnade upp för nya perspektiv och frågeställningar som sedan kunde undersökas vidare i litteraturen. Flera kommuner kontaktades och vissa tackade initialt ja till intervju, men intervjuerna genomfördes sedan aldrig. Fler kommunala perspektiv hade sannolikt kunnat bidra med ytterligare information och synliggöra fler aspekter av problematiken.

En enkätstudie, liknande den som genomfördes av Olsson, 2012, hade möjligen kunnat ge ett bredare underlag och fånga fler aktörers synpunkter. Samtidigt upplevdes den semistrukturerade intervjumetoden som värdefull, eftersom flera intressanta resonemang och reflektioner uppstod när tjänstemännen fick möjlighet att tala mer fritt och utförligt om sina erfarenheter och perspektiv.

Förtroendegap och frågor om neutralitet har blivit en central del av studiens resultat. Det bör därför nämnas att samarbetet med Sysav, tillsammans med författarens personliga engagemang i hållbarhetsfrågor, kan ha påverkat studiens perspektiv och inneburit en viss bias till fördel för slaggrus som alternativt ballastmaterial. Som beskrivs i avsnitt 3.3 har flera källor som använts tillhandahållits av Sysav. Studien har därmed försökt ge aktörer utrymme i intervjuer för att framföra sina perspektiv, motivera sina riskbedömningar och redovisa till forskningsunderlag som ligger till grund för deras ståndpunkter.

Studien har även genomförts inom ett ämne som delvis ligger utanför författarens ursprungliga utbildningsbakgrund inom maskinteknik. Kunskap kopplade till vägprojektering, ballastmaterial, anläggningsprocesser och miljöjuridik har därför till stor del byggts upp under arbetets gång. Detta kan ha påverkat studiens tolkningar och inneburit att vissa branschspecifika nyanser eller praktiska aspekter inte fullt ut fångats. Samtidigt kan ett nytt perspektiv bidra med andra frågor än de som ofta finns inom en etablerad bransch vilket har skapat visst utrymme att ifrågasätta traditionella synsätt och undersöka alternativa lösningar

7.3.2 Framtid

Studien har genomfört en undersökning om funktionskrav tillsammans med hållbarhetskriterier och incitament kan vara ett möjligt styrmedel för att främja användningen av slaggrus, men detta är fortfarande ovanligt inom anläggningsbranschen och studiens resultat gav en översikt men gick inte in på djupet mer än så. För framtida studier vore det därför värdefullt att fördjupa analysen av upphandlingsprocessen och undersöka hur funktionskrav och hållbarhetsincitament faktiskt kan utformas och tillämpas i praktiken. Ett mer upphandlingsinriktat arbete, där beställare, entreprenörer och entreprenadjurister inkluderas, skulle kunna ge en bättre förankring i branschpraxis och samtidigt bidra till förslag som är både realistiska och möjliga att följa upp med mätbar miljönytta.

Ett annat intressant spår för framtida forskning är att lämna den beställare- och entreprenörsnivån för att istället granska den politiska styrningen av omställningen till en cirkulär anläggningssektor. Det vore värdefullt att granska varför ansvaret för detta systemskifte i så hög grad har lagts på lokal nivå i Sverige. Medan Länsstyrelsen Skåne genom materialförsörjningsplanen pekar ut kommunerna som drivande krafter i omställningen, visar internationella exempel att motsvarande förändringar i flera fall har initierats och drivits genom nationella styrmedel och lagförändringar.

Framtida studier bör därför ställa frågan: Varför har inte Naturvårdsverket och regeringen tagit rollen som motorer? En sådan studie skulle kunna fokusera på politiska beslut, styrmodeller och ansvarsfördelning, samt inkludera intervjuer med politiker, myndigheter och andra aktörer för att skapa en djupare förståelse för vilka faktorer som driver eller bromsar omställningen.

8 Slutsats

Vilken kunskap finns i dagsläget om slaggrusets egenskaper och i vilken utsträckning är myndigheternas försiktighet motiverad i förhållande till identifierade risker och befintlig forskning?

Studien visar att det idag finns ett omfattande vetenskapligt underlag rörande slaggrusets tekniska och miljömässiga egenskaper. Genom avancerade analyser har det fastställts att metallerna i behandlat slaggrus förekommer i mycket stabila kemiska former, vilket förklarar materialets dokumenterat låga utlakning. Tekniskt sett bekräftar både svenska och internationella erfarenheter att slaggrus inte bara är ett fullgott alternativ till jungfrulig ballast, utan i vissa avseenden uppvisar överlägsen bärighet och styvhet över tid tack vare dess puzzolana egenskaper.

Trots att slaggrus innehåller föroreningar och därmed kräver kontrollerad hantering, indikerar forskningen att den faktiska miljöpåverkan är lägre än vad teoretiska riskmodeller förutsätter. Myndigheternas försiktighet framstår därmed som juridiskt förklarlig men vetenskapligt ifrågasättbar. Försiktigheten bottnar i en strikt tillämpning av miljöbalkens försiktighetsprincip och en politisk prioritering där målet om en ”giftfri miljö” tillåts trumfa klimatnytta och resurshushållning. Denna prioritering medför att fokus hamnar på materialets totalhalter snarare än dess faktiska spridningsrisk, vilket skapar ett förtroendegap där teoretiska ”tänk-om-scenarier” väger tyngre än decennier av framgångsrik internationell tillämpning.

Sammanfattningsvis är myndigheternas försiktighet motiverad utifrån materialets juridiska status som avfall. Samtidigt visar studien att försiktigheten i vissa fall tycks vara större än vad det nuvarande forskningsläget motiverar. Särskilt framträder en avvikelse mellan dokumenterade risker och den osäkerhet som styr tillståndprocesser och bedömningar. Resultaten indikerar därför att de största hindren inte nödvändigtvis är kopplade till bristande kunskap om materialets egenskaper, utan till osäkerhet kring hur kunskapen ska omsättas i riskbedömning, regelverk och beslutsfattande.

Vilka systematiska hinder; regulatoriska, ekonomiska och organisatoriska faktorer, begränsar idag användningen av återvunna material i anläggningsprojekt? Hur kan dessa överkommas, och vilka åtgärder krävs för att möjliggöra en bredare och mer rutinmässig användning av cirkulära ballastmaterial?

Studien visar att de främsta hindren för användningen av slaggrus och andra cirkulära ballastmaterial inte är tekniska utan regulatoriska, organisatoriska och institutionella. Trots att forskning och praktiska tillämpningar i flera fall har visat att materialen kan uppfylla både tekniska och miljömässiga krav, begränsas användningen av ett system som i hög grad är anpassat för jungfruliga material.

Ett centralt hinder är den osäkerhet som uppstår kring tillståndsprocesser, riskbedömningar och ansvarsfördelning. Naturvårdsverkets vägledning, miljöbalkens försiktighetsprincip och avsaknaden av nationella End-of-Waste-kriterier innebär att bedömningar ofta sker från fall till fall, vilket minskar förutsägbarheten för både beställare och entreprenörer. Intervjuerna visar att denna osäkerhet leder till en riskaversion där etablerade material ofta väljs framför cirkulära alternativ, även när dessa kan vara tekniskt och miljömässigt likvärdiga.

Även organisatoriska och ekonomiska hinder identifieras. Standarder, dimensioneringsverktyg och testmetoder bygger i stor utsträckning på historisk erfarenhet av traditionella material, vilket innebär att alternativa material ofta måste verifieras separat i varje projekt. Detta medför ökade utredningskostnader, längre ledtider och ett större ansvarstagande för de aktörer som vill introducera nya lösningar. Resultatet blir en självförstärkande inlåsning där bristande användning leder till begränsad erfarenhet och dokumentation, vilket i sin tur försvårar framtida användning.

Studien visar också att anläggningssektorn befinner sig i en målkonflikt där ambitionen att öka cirkulariteten ofta krockar med regelverk, standarder och upphandlingsmodeller som i huvudsak utvecklats för jungfruliga material. Detta innebär att alternativa material i praktiken måste bevisa sin lämplighet om och om igen, samtidigt som traditionella material sällan utsätts för motsvarande prövning.

När frågan ställs om hur en omställning till en mer cirkulär ekonomi ska genomföras behöver lösningarna inte utvecklas från grunden. Flera europeiska länder har under lång tid arbetat med att betrakta restprodukter som resurser och har etablerat system, regelverk och erfarenheter som kan fungera som värdefulla lärande exempel för Sverige. Särskilt den danska utvecklingen visar att en högre användning av cirkulära ballastmaterial kan kombineras med fortsatt miljöhänsyn och teknisk kvalitet. Alla system är inte direkt överförbara till svenska förhållanden, men Sverige kan ändå dra lärdomar från internationella lösningar.

För att möjliggöra en bredare och mer rutinmässig användning av cirkulära ballastmaterial krävs åtgärder på systemnivå. Studien pekar särskilt på behovet av tydligare nationella riktlinjer för riskbedömning, ökad harmonisering mellan myndigheter och utveckling av standarder som i större utsträckning utgår från materialens funktion och prestanda snarare än deras ursprung. Vidare behövs fler referensprojekt, långsiktiga uppföljningar och kunskaps-spridning för att stärka förtroendet för materialen och minska den upplevda osäkerheten hos beställare, tillsynsmyndigheter och entreprenörer

Historiskt har större hållbarhetsomställningar dessutom sällan drivits fram enbart genom frivilliga initiativ. Istället har förändringar ofta möjliggjorts genom styrmedel, standardisering och lagkrav som successivt förändrat marknadens arbetssätt. Resultaten i denna studie pekar i samma riktning. För att cirkulära ballastmaterial ska kunna bli ett naturligt och konkurrenskraftigt alternativ krävs inte bara ökad kunskap, utan även ett regelverk och en

styrning som aktivt stödjer omställningen och skapar långsiktigt förutsägbara förutsättningar för samtliga aktörer.

En sådan förändring innebär dock inte att slaggrus eller andra cirkulära material ska användas utan begränsningar eller i tillämpningar där de inte uppfyller tekniska eller miljömässiga krav. Det innebär exempelvis inte att slaggrus skulle kunna användas fritt på samma sätt som material som idag omfattas av MRR, såsom att en privat markägare anlägger en väg intill livsmedelsproducerande åkermark, eller att materialet används som slitlager på en motorväg. Syftet är snarare att skapa ett system där material bedöms utifrån faktisk funktion. På så sätt kan cirkulära material konkurrera på lika villkor inom de användningsområden där de utgör ett lämpligt och säkert alternativ

Sammantaget visar studien att övergången till en mer cirkulär materialanvändning i anläggningssektorn främst är en institutionell utmaning. För att cirkulära ballastmaterial ska bli ett naturligt inslag i framtidens anläggningsprojekt krävs därför inte enbart fortsatt teknisk utveckling, utan även förändringar i regelverk, arbetssätt och ansvarsfördelning som skapar större förutsägbarhet och tillit i hela systemet.

Hur bör, utifrån en offentlig beställares perspektiv, en upphandling utformas för att främja användningen av cirkulära ballastmaterial?

Studien visar att upphandlingen har en central roll i omställningen till en mer cirkulär anläggningssektor. Eftersom offentliga beställare står för en betydande del av investeringarna i infrastruktur och anläggningsprojekt har de stora möjligheter att påverka materialval, marknadsutveckling och innovation genom sina kravställningar.

Resultaten visar att upphandlingar som bygger på detaljerade materialkrav riskerar att begränsa användningen av cirkulära ballastmaterial, eftersom de ofta utgår från etablerade lösningar och material som redan finns beskrivna i standarder och tekniska regelverk. För att skapa utrymme för alternativa material behöver upphandlingar i större utsträckning baseras på funktionskrav, där fokus ligger på konstruktionens prestanda, livslängd och miljöegenskaper snarare än på materialets ursprung eller vilka traditionella testmetoder det klarar.

Studien visar samtidigt att funktionskrav i sig inte är tillräckliga. För att cirkulära material ska kunna konkurrera på lika villkor krävs att förutsättningarna skapas redan i planeringsfasen. Materialfrågor behöver inkluderas tidigt i projekteringen, och beställare behöver säkerställa att miljökrav, tekniska krav och uppföljningsrutiner är utformade så att de möjliggör användning av återvunna material. Detta förutsätter även att beställaren besitter en viss kompetens för att kunna bedöma alternativa lösningar.

Intervjuerna visar också att osäkerhet kring ansvar, risk och framtida uppföljning ofta påverkar materialvalen. En viktig del av upphandlingens utformning är därför att skapa

tydliga ansvarsförhållanden, uppföljningsplaner, verifieringskrav och en proportionerlig riskfördelning mellan beställare och entreprenör. På så sätt minskar osäkerheten och risken för juridiska diskussioner senare, något båda parter vill undvika.

Sammantaget pekar resultaten på att offentliga upphandlingar bör utformas för att prioritera funktion, klimatnytta och resurseffektivitet snarare än specifika materialval. Offentliga beställare har därmed möjlighet att fungera som en drivande kraft i omställningen genom att skapa efterfrågan på cirkulära lösningar och bidra till att etablera nya marknadsstandarder. Om cirkulära ballastmaterial ska bli ett naturligt inslag i framtidens anläggningsprojekt krävs inte bara att marknaden kan erbjuda sådana lösningar, utan också att beställarna aktivt skapar förutsättningar för att de ska kunna efterfrågas, utvärderas och konkurrera på likvärdiga grunder.

8.1 Övergripande slutsats

Sammantaget visar studien att en utveckling mot ökad användning av cirkulära material som slaggrus är möjlig, men att den kräver tydligare styrning, mer enhetliga bedömningar och ett större fokus på funktion framför ursprung. För att kompensera för Sveriges begränsade tekniska och institutionella erfarenhet av cirkulär ekonomi bör utvecklingen även ta inspiration från internationella system och erfarenheter.

Eftersom cirkulära material inte kan utvecklas fullt ut inom ett linjärt system, krävs att regelverk, upphandling och myndighetsprövning i grunden anpassas till cirkulära principer. Ett linjärt system bedömer materials säkerhet utifrån dess ursprung, medan en cirkulär ekonomi kräver att säkerheten bedöms utifrån materialets faktiska funktion och beteende. Det är först då cirkulära material kan konkurrera på lika villkor i rätt användningsområden och bidra till en mer resurseffektiv och hållbar anläggningssektor.

Referenser

- Länsstyrelsen Skåne. (2023). *Materialförsörjningsplan Skåne 2023* (tekn. rapport) (Regional materialförsörjningsplan). Länsstyrelsen Skåne. <https://www.lansstyrelsen.se/skane/om-oss/vara-tjanster/publikationer/2023/materialforsorjningsplan-skane.html>
- Boverket. (2025). *Utsläpp av växthusgaser från bygg- och fastighetssektorn* [Hämtad 2026-05-01]. <https://www.boverket.se/sv/byggande/hallbart-byggande-och-forvaltning/miljoindikatorer---aktuell-status/vaxthusgaser/>
- Neste. (2022). 5 steg att göra byggbranschen mer hållbar [Hämtad 2026-04-29]. <https://www.neste.com/sv-se/nyheter-och-insikter/transportation/5-steg-att-gora-byggbranschen-mer-hallbar>
- Sysav. (2025a). *Slaggrus – framtidens anläggningsmaterial* (White Paper). Sysav.
- van Praagh, M., & Rundegren, A. (2024 februari). *Uppföljning av beslutsstödet för återvinning av slaggrus i anläggningsarbete* (Rapport Nr 2024:989) (ISBN: 978-91-7673-989-1). Energiforsk AB.
- Schouenborg, B. (2023 april). *UDI – Sekundära ballastråvaror för hållbar anläggningsinfrastruktur: Slutrapportering av steg 2, Samverkansprojekt* (Slutrapport för projekt Nr Vinnova Dnr 2020-01838) (Finansierat av Vinnova inom programmet Utmaningsdriven innovation (UDI). Rapportens interna datering är 2023-04-28.). RISE Research Institutes of Sweden. Borås.
- Avfall Sverige. (2026). Avfall som behandlas med energiåtervinning [Hämtad 2026-02-04].
- Hjelmar, O., Hyks, J., Kallesøe, J., & Dyhr-Jensen, S. (2022 september). *Utilisation of waste incineration bottom ash in Denmark – a contribution to the circular economy* (tekn. rapport) (Financed by DAFONET). Danish Waste Solutions ApS och AFATEK A/S. Denmark.
- Sysav. (2025b). Faktablad Slaggrus 2025 [Hämtad 2026-02-04].
- Arickx, S., Van Gerven, T., & Vandecasteele, C. (2006). Accelerated carbonation for treatment of MSWI bottom ash. *Journal of Hazardous Materials*, 137. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2006.01.059>
- Tang, L., Zhang, E., Ahamadi, A., Löfgren, I., & Karlfeldt Fedje, K. (2021 september). *Bottom ashes for green aggregate* (tekn. rapport Nr 2021:795) (Askprogrammet). Energiforsk AB.
- Avfall Sverige. (2021). Klimatnytta med att använda slaggrus som konstruktionsmaterial [Accessed: 2026-05-19]. https://www.avfallsverige.se/media/hmnlgpoz/2021_08_klimatnytta_med_att_anvaenda_slaggrus_som_konstruktionsmaterial.pptx
- Arm, M. (2000). *Egenskaper hos alternativa ballastmaterial – speciellt slaggrus, krossad betong och hyttsten* (Licentiatavhandling Nr TRITA-AMI LIC 2063) (Avdelningen för mark- och vattenresurslära, Institutionen för anläggning och miljö). Kungliga Tekniska högskolan (KTH). Stockholm.

- European Union. (2008). EU waste management law [Summary of Directive 2008/98/EC on waste (Waste Framework Directive)]. Hämtad 27 mars 2026, från <https://eur-lex.europa.eu/SV/legal-content/summary/eu-waste-management-law.html>
- Naturvårdsverket. (2022a maj). *Hantering av schaktmassor och annat naturligt förekommande material som kan användas för anläggningsändamål: Redovisning av regeringsuppdrag* (Skrivelse Nr NV-01151-21). Naturvårdsverket. Stockholm. <https://www.naturvardsverket.se/49c5a7/contentassets/510ee48eff174af79e11cad4e8cecf8/skrivelse-uppdrag-om-hantering-av-schaktmassor-m2021-00191.pdf>
- Sveriges riksdag. (1998 juni). Miljöbalk (1998:808) [Ikraftträdande 1999-01-01. Senaste lydelse SFS 2025:770].
- Upphandlingsmyndigheten. (2025a). *De grundläggande upphandlingsprinciperna* [Webbsida]. Hämtad 16 februari 2026, från <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/regler-och-lagstiftning/de-grundlaggande-upphandlingsprinciperna/#proportionalitetsprincipen>
- Svensk Byggtjänst. (2024). *Vad är skillnaden mellan AB 04 och ABT 06?* Svensk Byggtjänst. Hämtad 14 april 2026, från <https://byggtjanst.se/artiklar/skillnaden-mellan-ab-04-och-abt-06>
- Upphandlingsmyndigheten. (2017). *Upphandlingsdokument utformade enligt AMA från Svensk Byggtjänst och användning av standardavtal* [Frågeportal, Sverige]. Hämtad 5 maj 2026, från <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/frageportalen/1337981/upphandlingsforeskrifter/>
- Svensk Byggtjänst. (2026). *Vad är AMA?* Hämtad 12 maj 2026, från <https://byggtjanst.se/kunskapsbank/guider/vad-ar-ama>
- Hellman, F., Bristav, H., Rahaman, S., & Simonsen, E. (2023). *Dimensioneringsunderlag för markkonstruktion med slaggrus* (Rapport Nr 2023:22) (Projektet samfinansierades av Avfall Sveriges utvecklingssatsning och Energiforsk). Avfall Sverige. Malmö.
- Mohammad, Louai. (2024). Dimensioneringen av överbyggnader med PMS Objekt respektive ERAPAVE PP [Hämtad 2026-05-12]. <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordOId=9165431&fileOId=9166044>
- Naturvårdsverket. (2010). *Återvinning av avfall i anläggningsarbeten: Handbok* [Handbok 2010:1, utgåva 1]. Naturvårdsverket. Stockholm.
- Miljösamverkan Sverige. (n.d.). Bedömning av provningsnivån vid återvinning av schaktmassor i anläggningsändamål [Handläggarstöd].
- Trafikverket. (2026). Vår verksamhet, vision och uppdrag [Senast uppdaterad: 27 januari 2026. Hämtad: 4 maj 2026].
- Länsstyrelsen. (2024). *Länsstyrelsen – vad vi gör och för vem* [Tillgänglig online]. Hämtad 16 februari 2026, från <https://www.lansstyrelsen.se/download/18.8cd5a1b19362fb4fc2179d/1732535777681/L%C3%A4nsstyrelsen%20-%20vad%20vi%20g%C3%B6r%20och%20f%C3%B6r%20vem.pdf>

- Scribbr. (2023). *Types of Interviews in Research | Guide & Examples* [Hämtad 25 februari 2026]. Hämtad 16 februari 2026, från <https://www.scribbr.com/methodology/interviews-research/>
- Raphael, R. (2024). Semistrukturerade intervjuer: Samtal som forskning. I M. Kolankiewicz, M. Liinason & M. Sager (Red.), *Genusvetenskapliga forskningsmetoder* (s. 213–228). Nordic Academic Press. <https://doi.org/10.37852/oblu.260.c628>
- Dahl, J., Edo, M., Johansson, I., Rissler, J., & Steenari, B.-M. (2020). *Avancerad spektroskopisk speciering av metaller i askan från avfallsförbränning* (RISE Rapport Nr 2020:33). RISE Research Institutes of Sweden. Lund.
- ASDN Chemistry. (n.d.). *Silicates* [Accessed: 2026-05-09]. <https://asdn.net/asdn/chemistry/silicates.php>
- EBSCO. (2024). *Oxides* [Accessed: 2026-05-05].
- Chemguide. (2003). The chlorides of carbon, silicon, germanium, tin and lead [Accessed: 2026-05-05].
- Uppföljning av beslutsstödet för återvinning av slaggrus i anläggningsarbeten* (tekn. rapport Nr 2024:989). (2024) (Rapport om uppföljning av beslutsstöd för slaggrus). Energiforsk. <https://energiforsk.se/media/33326/2024-989-uppfoljning-av-beslutsstodet-fo-r-a-tervinning-av-slaggrus-i-anla-ggningsarbeten.pdf>
- Sweco. (2023 februari). *Bedömning av miljöpåverkan från klorid och sulfat, Svågertorp, Malmö* (Teknisk rapport Nr Uppdragsnummer: 30047513) (Författare: Richard Mutafela. Kontrollerad av: Anna Paulsson. Bilaga till: Grundvattenkontroll vid kv Gylfe 6, Svågertorp, Malmö 2022.). Sweco Sverige AB på uppdrag av Sysav Utveckling AB. Jönköping/Malmö.
- Overgaard, T. B., Winkler, M., Thøgersen, F., & Dyhr-Jensen, S. (2020). Ny viden om slaggegrus geotekniske egenskaber [Publicerad i januarinumret 2020]. *Trafik & Veje*, 40–43.
- Vejdirektoratet. (2014). *Forsøgsstrækning på Nordhavnen: Forbrændingsslagge som bundsikring og ubundet bærelag til vejbygning* (Rapport Nr 522). Vejdirektoratet. København.
- Vejdirektoratet. (2026). *Storstrømsbroen* [Senast uppdaterad 17 mars 2026]. Hämtad 19 mars 2026, från <https://www.vejdirektoratet.dk/storstroemsbroen>
- Vejdirektoratet & COWI A/S. (2017 maj). *Indbygning af restprodukter i vejdæmnings til ny Storstrømsbro: Risikovurdering* (Teknisk rapport Nr 93200-COW-NOT-4-ENV-00282) (Udarbejdet af COWI A/S på uppdrag av Vejdirektoratet.). Vejdirektoratet. København/Kongens Lyngby, Danmark.
- Malmgren, S. (2023). *Att möjliggöra skiften från linjära materialflöden till hållbar cirkulering av material i transportinfrastruktur – Utveckling och test av tillvägagångssätt för att identifiera vägar till att möjliggöra omställning och andra skiften* [Examensarbete inom miljöteknik, Avancerad nivå, 30 HP]. Kungliga Tekniska högskolan (KTH).

- Gustavsson, N., & Bolinius, D. J. (2019 september). *Hållbara cirkulära material och farliga ämnen – En kunskapssammanställning* (Slutrapport) (Projektnummer: 6523-04. Finansierad av RE:Source). IVL Svenska Miljöinstitutet AB. Stockholm.
- Trä- och Möbelföretagen. (2022). SCIP - TMF [Hämtad 2026-05-18]. <https://www.tmf.se/branschfragor/branschutveckling/hallbar-utveckling/scip/>
- Naturvårdsverket. (2022b maj). *Hantering av schaktmassor och annat naturligt förekommande material som kan användas för anläggningsändamål – Redovisning av regeringsuppdrag* (tekn. rapport Nr NV-01151-21) (Regeringsuppdrag M2021/00191). Naturvårdsverket. Stockholm.
- Olsson, D. (2012). *Användning av slaggrus från avfallsförbränning i anläggningskonstruktioner – Kartläggning av erfarenheter* [Examensarbete]. Lunds universitet, Lunds Tekniska Högskola (LTH), Institutionen för teknik och samhälle [ISRN: LUTFD2/TFEM-12/5066-SE].
- Lindeberg, K., & Ryding, S.-O. (2020 januari). *Upphandlingskriterier för cirkulära produkter – Del 1. Dagsläge, hinder och möjligheter* (Slutrapport för projekt Nr 6530-05) (På uppdrag av RE:Source). IVL Svenska Miljöinstitutet. Stockholm.
- Johansson, N., & Johansson, J. (2024). Contested circularity: Analyzing the perceptions towards the use of waste incineration bottom ash in Sweden. *Resources, Conservation & Recycling*, 204. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2024.107475>
- Bristav, H. (2023 april). *Uppföljning av anmälningsärenden för användning av slaggrus i konstruktioner* (Rapport) (Diarienummer: 2020-01838). RISE Research Institutes of Sweden.
- Bröchner, J., & Silfwerbrand, J. (2017 juni). *Utveckling av funktionskrav för totalentreprenader* (Slutrapport Nr dnr TRV 2014/28766, Ärende-ID 5671) (Utförd av Chalmers Tekniska Högskola och KTH på uppdrag av Trafikverket). Trafikverket. Göteborg och Stockholm.
- Arm, M. (2006). *Handbok: Slaggrus i väg- och anläggningsarbeten* (tekn. rapport Nr Information 18:5) (Också RVF rapport 2006:08). Statens geotekniska institut (SGI). Linköping. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1299898/FULLTEXT01.pdf>
- Vägledning för cirkulär masshantering i upphandlingsprocessen* (tekn. rapport). (2025) (Framtagen av Länsstyrelsen i Stockholms län, Region Stockholm, Trafikverket, Stockholm stad och Järfälla kommun). Miljö- och samhällsbyggnadsrådet (MSR). Stockholm.
- Charles, Edquist. (2019 04). *Funktionsupphandling för innovation, välfärd och miljö* (tekn. rapport Nr 2019). Konkurrensverket. %7Bhttp://www.konkurrensverket.se/contentassets/916ecd96293549589d7ae5ee2e2c0eae/forsk-rapport_2019_2-.pdf%7D
- Upphandlingsmyndigheten. (2025b). Hur ställs funktionskrav i upphandling? [Hämtad från källmaterialet [1]–[2]]. <https://www.upphandlingsmyndigheten.se/inkopsprocessen/genomfor-upphandlingen/funktionskrav-i-upphandling/>

- Holmgren, A., Nilsson, J., & Schill, T. (2023 april). *LFM30 Hjälpmedel: Upphandlingsstyrning. Tekniska upphandlingstexter i enlighet med LFM30:s Klimatbudget steg 0-5 för byggnader och anläggning – nyproduktion, renovering, ombyggnad, tillbyggnad* (tekn. rapport) (Version 1.7, utgiven 2023-04-12. Framtagen inom Arbetsgrupp 3/Delstrategi 3.). LFM30 (Lokal färdplan för en klimatneutral bygg- och anläggningssektor i Malmö 2030). Malmö. <https://lfm30.se/>
- Hedenstedt, A. (2015 juli). *Omvärldsanalys avseende regelverk för användning av bottenaskor från avfallsförbränning i fem länder* (tekn. rapport) (Rapport på uppdrag av Svenska EnergiAskor AB). SP Sveriges Tekniska Forskningsinstitut. Stockholm.
- Miljø- og Fødevareministeriet. (2016). Bekendtgørelse om anvendelse af restprodukter, jord og sorteret bygge- og anlægsaffald (Restproduktbekendtgørelsen). <https://www.retsinformation.dk/eli/lt/2016/1672>
- Miljø- og Fødevareministeriet. (2015). Bekendtgørelse om anmeldelse og dokumentation i forbindelse med flytning af jord [Gældende dansk bekendtgørelse om anmeldelse og dokumentation ved flytning af jord].
- Miljøstyrelsen. (2025). HØRINGSBREV [Formal consultation letter regarding updated regulations for the reuse of waste materials such as soil, asphalt, and construction debris].
- Miljøministeriet. (2025). Bekendtgørelse om anvendelse af restprodukter, jord, asfalt, og sorteret bygge- og anlægsaffald og blandinger (Udkast) [Udkast notificeret i overensstemmelse med direktiv (EU) 2015/1535].
- Jansson, A., G och Wilhelmsson. (2025). *Användning av restprodukter inom EU - Olika nationella förutsättningar och erfarenheter* (tekn. rapport Nr Rapport 1060) (SBUF 11724 Slutrapport). SBUF och Värmeforsk. <https://vpp.sbuf.se/Public/Documents/ProjectDocuments/27B58E57-F44D-44E2-82AC-F8456DF8D56E/FinalReport/SBUF%2011724%20Slutrapport%20V%20C3%A4rmeforsk%20Rapport%201060.pdf>
- Laine-Ylijoki, J., Mroueh, U.-M., Vahanne, P., Wahlström, M., Vestola, E., Salonen, S., & Havukainen, J. (2005). *Yhdyskuntajätteen termisen käsittelyn kuonista ja tuhkista hyötykäytettäviä ja loppusijoitettavia tuotteita: Kansainvälinen esiselvitys* (tekn. rapport Nr VTT Tiedotteita 2291). VTT. <http://www.vtt.fi/inf/pdf/>
- Statsrådet. (2017). Statsrådets förordning om återvinning av vissa avfall i markbyggnad (843/2017) [Utfärdad 7.12.2017. Suomen säädöskokoelma]. <https://www.finlex.fi/sv/laki/alkup/2017/20170843>
- Nylén, E.-J. A., & Salminen, J. M. (2019). How does the circular economy discourse affect policy-making? The case of streamlining waste utilisation in Finnish earthworks. *Resources, Conservation & Recycling*, 149, 532–540. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2019.06.029>
- Kiviniemi, O., Sikiö, J., Jyrävä, H., Ollila, S., Autiola, M., Ronkainen, M., Lindroos, N., Lahtinen, P., & Forsman, J. (2012). *Tuhkarakentamisen käsikirja: Energiantuotan-*

- non tuhkat väylä-, kenttä- ja maarakenteissa* [Finansierad av Energiategollisuus ry, Metsäteollisuus ry, Infra ry, Yara Suomi Oy och Nordkalk Oy]. Ramboll Finland Oy. <https://www.ramboll.fi>
- Lunds universitet. (2025). *Geografiska informationssystem, grundkurs*. Hämtad 16 maj 2026, från <https://www.nateko.lu.se/sv/utbildning/kurser-grundläggande/geografiska-informationssystem-grundkurs>
- Maghder, S. (2021 juni). *Riskbedömning, återvinning av slaggrus: Trelleborgs hamn* (Bilaga till anmälan) (Utförd på uppdrag av Sysav. Granskare: Martijn van Praagh). AFRY (ÅF Infrastructure AB). Malmö.
- Andersson, J. (2024). *Slaggrus – Styvhet & Användning i överbyggnad: En teknisk undersökning av slaggrus* [Examensarbete]. Lunds universitet, LTH, Institutionen för teknik och samhälle, Trafik och väg [Thesis 392. CODEN: LUTVDG/(TVTT-5359)/101/2024. ISSN: 1653-1922].
- Toller, S., Norberg, J., & Hansson, M. (2022). *Cirkulärt byggande – hinder och möjligheter: Redovisning av regeringsuppdrag* (tekn. rapport Nr 2022:186). Trafikverket. Borlänge, Sweden. Hämtad 20 maj 2026, från <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1726571/FULLTEXT01.pdf>
- Arm, M., Flyhammar, P., Grönholm, R., Kristensson, M., Lind, B., & Wik, O. (2017 april). *Användning och modifiering av metallseparerat slaggrus – potential och matchning, AMOD* (Rapport Nr 2017:10). Avfall Sverige AB. Malmö.
- Upphandlingsmyndigheten. (2025c). *Upphandlingsregler: Vägledning om grundprinciper, tekniska krav och funktionskrav enligt LOU* [Dokumentet sammanställer information om kapitel 4, 9, 16 och 17 i LOU samt nationella upphandlingsstrategin baserat på källan Upphandlingregler (1).pdf]. <https://www.upphandlingsmyndigheten.se>
- Lindström, H., & Lundberg, S. (2022 maj). *Att upphandla med miljöhänsyn – när, hur och varför?* (Uppdragsforskningsrapport Nr 2022:5) (Utförd på uppdrag av Konkurrensverket). Konkurrensverket. Stockholm.
- Giuliani, E. (2020). *Putting human rights into regional growth agendas: Where we stand and where we ought to go* (Papers in Evolutionary Economic Geography (PEEG) Nr 2042). Utrecht University, Department of Human Geography och Spatial Planning, Group Economic Geography. <https://EconPapers.repec.org/RePEc:egu:wpaper:2042>
- Edquist, C. (2019 mars). *Funktionsupphandling för innovation, välfärd och miljö* (Uppdragsforskningsrapport Nr 2019:2) (På uppdrag av Konkurrensverket). Konkurrensverket. Stockholm.
- Diener, D., Schouenborg, B., Jacobson, M., Wändell, G., & Grönholm, R. (2026 mars). *Vägen till cirkulär ekonomi för alternativa anläggningsmaterial* (RISE Rapport) (Del av projektserien Cirkulära anläggningsmaterial för hållbara urbana ytor). RISE Research Institutes of Sweden AB. Borås.

Bilagor

A Intervjufrågor

Intervjufrågor - Naturvårdsverket

1. Två miljömål, god hushållning med naturresurser och en giftfri miljö, kan ibland gå emot varandra. Det senare upplevs ofta prioriteras av myndigheter, vilket negativt påverkar återvinning av avfallsprodukter som slaggrus. Hur ser ni på balansen mellan dessa mål i praktiken?
2. Vad är eran uppfattning varför Sverige valt en striktare, case-by-case-metod istället för nationella end-of-waste-kriterier som i Danmark och Nederländerna?
3. Finns planer på att uppdatera vägledningen i framtiden för att närma sig dansk/nederländsk modell, eller vilka hinder ser ni för detta?
4. Vilka specifika risker eller erfarenheter (t.ex. föroreningar, grundvatten) motiverar den svenska försiktighetsprincipen, när dessa länder använt slaggrus brett utan rapporterade problem?
5. Hur ser ni på problematiken att nyproducerade produkter (via REACH) tillåts innehålla högre halter av vissa ämnen än vad som accepteras för återvunnet material?
6. Nuvarande riktlinjer (Handbok 2010:1) baseras ofta på totalhalter och åorst-case-antaganden om giftiga referenssubstanser. Forskning vid RISE/MAX IV (Rapport 2020:33) visar dock genom XANES-analys att metaller i slaggrus primärt är bundna i stabila silikater och karbonater. Studien slår fast att dagens metodik därmed riskerar att överestimera materialets faktiska miljöfarlighet.
 - a) Hur ser Naturvårdsverket på möjligheten att på sikt integrera speciering analys som komplement i riskbedömningen?
 - b) Hade fler forskningsstudier som visar låg utlakning risk från slaggrus påverkat er vägledning vid riskbedömning, eller till och med motiverat ändring av strikta totalhaltgränser?

Uppföljningsfrågor

1. Vissa har påstått att en anledning till att avfallsprodukter som slaggrus väljs bort beror delvis på den långa förvaltningsprocess som medför. Denna osäkerhet kan göra beställare och verksamhetsutövare tveksamma eftersom det är svårt att förutsäga tidsplan och vilka ytterligare krav som kan uppstå, såsom extra provtagning eller dokumentation. Tror ni själva att denna osäkerhet beror på regelverk och vägledning från myndigheter, eller är det snarare att vägledningen tolkas och tillämpas inkonsekvent längre ned i

kedjan (ex. kommuner, byggaktörer, riskbedömande konsulter)? Är detta något ni fått frågor om eller uttryckt till er tidigare?

Intervjufrågor - Länsstyrelse Skåne

1. Hur ser Länsstyrelsen Skåne på användningen av cirkulära material (t.ex slaggrus) i infrastruktur- och anläggningsprojekt?
2. Vad har ni för erfarenhet av materialet?
3. Hur kan ni stödja och uppmuntra kommuner och andra nationella aktörer praktiskt i att formulera krav på användning av nya cirkulära material (t.ex. slaggrus) i planering, miljöbedömningar och upphandlingar? Gör ni detta redan idag?
4. Det upplevs till en grad att miljömålet “giftfri miljöprioriteras framför andra miljömål så som “Hushålla med resurser” och “Minska klimatpåverkan” när det gäller användning av återvunna material, hur ser ni på denna balans och hur hanterar ni det i er handläggning?
5. Materialförsörjningsplanen uttrycker att det sker en brist på bergtäkter i Skåne och vi måste hitta andra cirkulära alternativ för ballastmaterial. Hur ser ni på den minskande tillgången på bergtäkter och dess konsekvenser för framtida anläggningsprojekt?
6. Ser ni slaggrus som en ersättning för naturgrus? Varför, varför inte?
7. Hur kommunicerar ni till kommuner och byggbranschen om att planera för minskad tillgång på jungfruliga ballast material och ökad användning av återvunnet material?

Tillägsfrågor

1. Beaktar ni ny forskning och vetenskapliga tester (likt de i Danmark) när riktlinjer ska revideras?
2. Kan slaggrus från förbränningsugnar överhuvudtaget bli produktklassat, som biprodukt, enligt miljöbalkens definitioner?
3. Hur mycket kan länsstyrelsen pusha för att lösa problemen med vägledning om ni anser att de är felaktiga?
4. Kan ni referera till Materialförsörjningsplanen i tillsynsvägledningen och säga till kommunerna att de bör använda dessa material?
5. Vad anser ni om det nationella kategorisystemet (kategori 1, 2, 3) som används i till exempel Danmark?
6. Hur ser ni på att bedömningar riskerar att bli personligt värderadenär det krävs enskilda bedömningar i varje fall?

Intervjufrågor - Trafikverket

1. I samtal med Sysavs medarbetare och utifrån Trafikverkets styrande dokument (TDOK 2013:0530) tolkar jag det som att slaggrus i praktiken diskvalificeras som alternativt ballastmaterial framförallt på grund av innehåll av ämnen som bly och kadmium, även i fall där materialet tekniskt sett uppfyller bärighetskraven. De frågor som följer baseras på detta antagande. Stämmer det överens med er bild att det just är dessa kemiska totalhaltskrav som utgör det största hindret för användning av slaggrus i statlig infrastruktur?
2. Materialförsörjningsplanen uttrycker att ballastanvändare, såsom Trafikverket, har ansvar att använda ballast på ett hållbart sätt genom att bland annat efterfråga alternativa material istället för naturgrus och jungfruligt material
3. Vilka alternativa material använder ni och hur stor andel av ert ballastmaterial utgörs av återvunnet eller alternativa material idag?
4. Är det svårt att hitta alternativa material som uppfyller TDOK-haltgränser och funktionskrav?
5. Hur motiverar Trafikverket att TDOK använder strikta gränsvärden för totalhalter (förbudslistan, utfasning strategi), när forskning (t.ex. RISE/MAX IV) och långtidsstudier (Törringevägen) visar att metaller i slaggrus är bundna i stabila former och uppvisar mycket låg lakningsrisk? Vägs vetenskapliga studier som dessa in när TDOK revideras?
6. Studier pekar på att miljömässigt högre halter tillåts i nyproducerade byggprodukter (via REACH) än vad som accepteras för avfallsprodukter. Finns det möjlighet och vilja från Trafikverket att balansera sina krav så att sekundära material får en mer likvärdig bedömning?
7. Finns det planer på att eventuellt införa möjligheter till undantag eller mer riskanpassade bedömningar för slaggrus, ex. där lakbarheten är mycket låg och konstruktionen är tekniskt innesluten, eller anser ni att totalhaltsprincipen behöver gälla generellt?
8. Slaggrus fungerar som en kolsänka (ca -200 kg CO₂ /ton) under lagring och minskar transportbehovet på grund av låg densitet och kortare transportsträckor. Hur väger Trafikverket in denna mätbara klimatnytta i sina materialval i förhållande till de strikta totalhaltskraven för giftfri miljö?
9. Hur ser Trafikverket på risken att dagens TDOK-krav leder till ökad deponering av funktionella resurser, vilket motverkar målet om en klimatneutral infrastruktur senast år 2040?

Intervjufrågor - Kommun A

- **Miljömål, cirkulär ekonomi och materialval**

- Med tanke på att kommun A profilerar sig som en ledande kommun inom klimatneutralitet, hur ser ni på slaggrus som ett potentiellt alternativ till jungfrulig bergkross?
- Vilka alternativa material använder ni i nuläget, och hur stor andel av ert ballastmaterial är återvunnet idag?
- Är det svårt att hitta cirkulära material som uppfyller både Naturvårdsverkets haltgränser och era egna tekniska funktionskrav?
- Hur ser ni på balansen mellan miljömålen giftfri miljö och Begränsad klimatpåverkan när ni väljer anläggningsmaterial?

- **Riskperception och tekniska hinder**

- Du nämnde att du numera är försiktigt inställd till slaggrus på grund av miljörisiker; vilka specifika risker (t.ex. utlakning, damning eller påverkan på växtlighet) väger tyngst i den bedömningen?
- Hur ser ni på skillnaden mellan de höga totalhalterna i slaggrus och den faktiska, ofta låga, utlakningen av tungmetaller?
- Vad är er definition av fri användning av slaggrus, och ser ni några specifika områden (t.ex. kustnära industriområden) där materialet är mer lämpligt?
- Stämmer bilden att bristande erfarenhetsåterföring och otydliga nationella regelverk fortfarande är stora hinder för kommunens användning?

- **Långsiktigt ansvar och spårbarhet ("End-of-life")**

- Hur ser ni på risken att tappa kontrollen över var materialet finns vid framtida ledningsarbeten eller rivningar?
- Skulle ett system med obligatorisk registrering i fastighetsregistret eller förbättrade GIS-underlag kunna minska oron för att materialet hamnar i fel händer i framtiden?
- I Danmark klassas mark där slaggrus används som förorenad och producenterna kompenserar ibland byggherren för detta; är detta en modell som skulle kunna fungera i Sverige?

- **Upphandling och tillståndsprocesser**

- Upplever ni att era nuvarande upphandlingskrav ger tillräckligt utrymme för cirkulära material, eller väljs jungfruligt material ofta per automatik på grund av administrativ enkelhet?
- Hur kommer ni fram till vilket material som ska användas – är det teknisk prestanda som styr, eller låter ni entreprenören välja fritt utifrån ekonomiska kalkyler?
- Hur hanterar ni tidsaspekten i projektplaneringen, givet att tillståndsprövningar för avfallsmaterial ofta beskrivs som utdragna och osäkra?
- Hur avgör ni om ett projekt ska styras med funktionskrav (t.ex. bärighet, styvhet) istället för specifika materialtyper eller AMA-koder?
- Hur anpassar ni prestandakrav efter det faktiska behovet (t.ex. cykelväg vs. fordonstrafik) för att minimera överdimensionering av krav och därmed undvika onödig exkludering av cirkulära ballastmaterial?
- Har ni standard hållbarhetskrav som ni ställer i alla upphandlingar av anläggningsarbeten?
- Använder ni tilldelningskriterier eller bonusmodeller som premierar lägre klimatpåverkan?

• **Framtida bevis och kunskapsbehov**

- Mot bakgrund av de långsiktiga testerna i Danmark och vid Törringevägen, vilka ytterligare bevis eller studier krävs för att ni ska känna er trygga med materialet?
- Anser ni att det vore värdefullt om länsstyrelsen eller Naturvårdsverket tog fram lokala eller nationella riktlinjer för att skapa mer enhetliga bedömningar?
- Tror du att slaggrus har potential att i framtiden klassas som en biprodukt istället för avfall, och vad skulle det innebära för er hantering?

Intervjufrågor - Kommun B

- **Allmän miljö**

- Hur överför ni era miljömål för klimatneutrala städer 2030 till konkreta krav i upphandlingen av anläggningsmaterial?
- Vad använder ni för alternativa material i nuläget?

- **Allmänt slaggrus**

- Har ni erfarenheter av att använda slaggrus?
- Vilka främsta hinder ser ni för större användning av slaggrus?

- **Projektering**

- Vill man öppna upp för hållbara lösningar är det viktigt att få in detta redan under projektering, har ni cirkularitet i åtanke när ni är i förberedelsefasen av ett projekt eller kommer det ofta som en eftertanke?
- Under projekteringsfasen, vad har ni för marknadsdialoger med eventuella leverantörer? Ser ni över vilka material det finns lokal tillgång till?

- **Funktionskrav vs. detaljkrav**

- Källor tyder på att funktionskrav uppföljt av hållbarhetskriterier och bonusmodeller är en möjlig tillvägagångssätt för att öppna upp för cirkulära material i upphandlingar. Hur ser ni på möjligheten att använda funktionskrav istället för detaljkrav?
- Vid användande av funktionskrav så ställs högre krav på er som beställare att kräva rätt bevisföring av leverantören, vilken kan behöva en viss nivå av kunskap om materialet i fråga. Vilka möjligheter och utmaningar ser ni med en sådan omställning?
- Ser ni bonusmodeller eller andra incitament som ett sätt att främja användningen av cirkulära material?

- **Ansvar och spårbarhet**

- Kommun A har uttryckt en oro för att ”tappa kontrollen” över materialet vid framtida ledningsarbeten. Hur ser ni på ansvarsfrågan och långsiktig spårbarhet för slaggrus?

- **Tillsyn och riktlinjer**

- Har kommunen utvecklat några lokala riktlinjer eller checklistor för att göra miljöbedömningen av återvunna material mer förutsägbar?

Intervjufrågor - Trelleborgs hamn

- Upplever ni att det är svårt att hitta cirkulära material som uppfyller hamnens funktionskrav?
- Vad var den primära drivkraften för att välja slaggrus? Valdes slaggrus främst av ekonomiska skäl, till exempel lägre pris eller transportkostnad, eller var det framför allt kopplat till hållbarhetspolicyer?
- Vad upplevde ni som de största hindren för att använda slaggrus?
- Förekom det någon särskild diskussion kring risker med slaggrus i hamnprojektet? Vilka risker lyftes i så fall?
- Fick ni invändningar från entreprenörer eller andra parter under upphandlingen? Vilka invändningar framfördes i så fall?
- Hur hanterade ni osäkerheten kring tekniska garantier? Accepterade ni som beställare en högre risk, eller lämnade entreprenören fullständiga funktionsgarantier trots att slaggrus inte är ett standardmaterial i AMA?
- I ett tidigare examensarbete, där en byggschef för hamnen intervjuades, framgick det att han var positivt inställd till slaggrus trots vissa orosmoln bland byggteamet i början. Vet du vilken typ av oro eller vilka farhågor han syftade på?
- Källor nämner att det svenska regelverket är vagt och kan göra tillståndprocesser utdragna. Hur påverkade de miljömässiga anmälning- och tillståndprocesserna er projektplanering och tidslinje för Trelleborgshamn?
- Upplever ni regelverket som oförutsägbart, och är det något som påverkar viljan att fortsätta använda slaggrus i nästkommande projekt?
- Hur har ni som privat beställare och markägare hanterat frågan om ansvaret för materialet när anläggningen en dag ska rivas eller ändras?
- Vilken typ av kontrollprogram och uppföljning, till exempel lakvattenmätning, krävde myndigheterna för att godkänna användningen i hamnmiljön?
- Givet de goda erfarenheterna från Trelleborg, ser ni slaggrus som ett alternativt byggmaterial för framtida utbyggnader?
- Vilka tekniska eller administrativa hinder anser ni måste lösas nationellt för att fler privata byggherrar ska våga ta steget?
- Påverkar den blandade responsen i pressen kring arbetet er vilja att använda materialet igen?

Intervjufrågor - Entreprenör

- Hur ofta avgör du att AMA används som grund vid konstruktionsdesign/projektering?
Är det varje gång till olika grad?
- Vad är den vanligaste typen av hållbarhets relaterade krav du ser i upphandlingar?
Efterföljs de?
- Rangordna faktorerna från högst till lägst vikt i ett anbud för att det ska kännas allmänt attraktivt, vad du upplever att de flesta beställare/leverantörer är ute efter.
- Har du varit med om att ett alternativt (icke traditionellt, kanske cirkulärt t om) blivit valt tack vare att upphandlingsprocessen såg lite annorlunda ut? T ex användning av funktionskrav istället för färdiga standarder.
- Hur tror du entreprenörer och leverantörer skulle reagera om en beställare projekterar och upphandlar helt utan AMA-referenser, utan istället ställer funktionskrav som 'skapa en lösning med X prestanda'? Vilken/vilka parter skulle eventuellt lida/riskera mest av att göra på det här sättet? Varför?
- Vad är din åsikt av varför förhandlingsprocessen för entreprenader anses vara ganska standardiserad/statisk? Är det mycket extra arbete med flexibla krav och upphandlingar?

B Miljöbalken - Relaterade kapitel

Kapitel & Paragraf	Innehåll & Relevans för användning av slaggrus
1 kap. Mål och tillämpningsområde	Sätter ramverket för hela lagen. Cirkulärt tänkande, återvinning och återanvändning ska främjas. Hållbar hushållning av naturresurser.
2 kap. Allmänna hänsynsregler	Grundläggande principer som styr all verksamhet som kan påverka miljön.
1 § Bevisbörda	Verksamhetsutövaren måste kunna visa att de följer lagen.
2 § Kunskapskrav	Skyldighet att införskaffa nödvändig kunskap för att skydda miljön.
3 § Försiktighetsprincip	Åtgärder som behöver tas för att skydda hälsa.
4 § Produktvalsprincip	Undvik val av farliga alternativ om det går.
5 § Hushållning & kretslopp	Prioritera återvunnet material och hushålla med resurser.
6 § Lokaliseringsprincip	Verksamheten ska placeras för att minimera störningar till lokalt liv.
7 § Rimlighetsavvägning	Kraven bör vara rimliga (kostnadsmässigt).
9 kap. Miljöfarlig verksamhet	Användning av avfall för anläggningsändamål resulterar i att det blir en miljöfarlig verksamhet.
1 § Definition	Definierar verksamhet som kan orsaka förorening av mark eller vatten.
6 § Tillstånd/Anmälan	Kräver anmälan (ringa risk) eller tillstånd (mer än ringa risk).
15 kap. Avfall	Slaggrus klassas som avfall.
1 § Definition av avfall	Juridisk definition av avfall.
5 § Lagringstid	Max 3 år lagring av avfall.
9 § Upphör att vara avfall (End-of-Waste)	Anger kriterier för när avfall blir en produkt eller material.
10 § Avfallshierarkin	Återvinning prioriteras framför deponering.
11 § Ansvarsprincip	Den som hanterar avfallet blir ägare och ansvarig.
10 kap. Föroreningsskador	87 Styr ansvar för sanering om användning av materialet orsakar förorening.
12 kap. 6 § Samråd	Samråd med tillsynsmyndigheten ska ske om arbete ändrar miljön.

C Trafikverket - TDOKs

Kategori	TDOK-dokument	Relevans och funktion i upphandling
Klimat- och miljöstyrning	TDOK 2015:0480 TDOK 2015:0007 TDOK 2012:93	Dessa dokument reglerar klimatkrav och miljöprestanda i projekt. De omfattar användning av klimatkalkyler, EPD:er och livscykelperspektiv, samt riktlinjer för miljökrav i upphandling. De utgör centrala verktyg för att kvantifiera och styra klimatpåverkan från materialval.
Materialkrav och tekniska specifikationer	TDOK 2013:0530 TDOK 2014:0145 TDOK 2014:0141	Dessa dokument innehåller tekniska krav och provningsmetoder för material i vägkonstruktioner, såsom kornstorleksfördelning, packning och bärighet (Ev2). Kraven baseras på etablerade material och används som grund vid dimensionering och verifiering av teknisk prestanda.
Alternativa material	TDOK 2013:0532	Reglerar användning av alternativa material och restprodukter i anläggningsprojekt. Dokumentet omfattar ett begränsat antal material, vilket innebär att andra typer av restmaterial inte direkt inkluderas inom befintliga riktlinjer.
Miljö- och kemikaliekra	TDOK 2012:22 TDOK 2010:310	Dessa dokument anger krav på innehåll av farliga ämnen i material samt kriterier för kemikalieanvändning. De används för att bedöma miljö- och hälsorisker kopplade till material i bygg- och anläggningsprojekt.
Styrning av upphandling och genomförande	TDOK 2023:0125 TDOK 2016:0032	Dessa dokument kompletterar standarder såsom AMA genom projektspecifika krav samt riktlinjer för kvalitets- och miljöstyrning i upphandlad verksamhet. De påverkar hur krav implementeras och följs upp i entreprenader.

Tabell 6: Översikt av centrala TDOK-dokument och deras funktion i upphandling och materialval