



**CHALMERS**

# Visualisering av masshantering vid spårbyte på sträckan Borås-Herrljunga

Kandidatarbete inom samhällsbyggnadsteknik

Carolina Borre  
Olivia Jansson  
Karolina Olsson  
Linda Persson

**INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR  
OCH SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK**

---

CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA  
Göteborg, Sverige 2022  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)

Visualisering av masshantering vid spårbyte på sträckan Borås-Herrljunga  
CAROLINA BORRE  
OLIVIA JANSSON  
KAROLINA OLSSON  
LINDA PERSSON

© CAROLINA BORRE, OLIVIA JANSSON, KAROLINA OLSSON, LINDA PERSSON, 2022.

ACEX10-22-39  
Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik  
Avdelningen för geologi och geoteknik  
Chalmers tekniska högskola  
SE-412 96 Göteborg  
Sverige  
Telefon + 46 (0)31-772 1000

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnad  
Göteborg, Sweden 2022

## Förord

Denna rapport är ett kandidatarbete på 15 högskolepoäng som skrivits under våren 2022. Den genomfördes vid institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik på avdelningen geologi och geoteknik på Chalmers tekniska högskola. Arbetet har utförts av Carolina Borre, Olivia Jansson, Karolina Olsson och Linda Persson.

Vi vill tacka Jenny Norrman som har varit vår handledare och stöttat oss med upplägg, kunskap och engagemang. Dessutom vill vi tacka Joakim Claesson och Fredrik Winterås på Trafikverket för deras kunskap, tid och inspiration. Det var mycket givande att komma ut på platsbesök med Fredrik Winterås för en ökad förståelse inom ämnet.

Visualisering av masshantering vid spårbyte på sträckan Borås-Herrljunga

CAROLINA BORRE

OLIVIA JANSSON

KAROLINA OLSSON

LINDA PERSSON

Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnad

Chalmers tekniska högskola

## Sammandrag

Med dagens klimatutmaningar är det viktigt att arbeta på ett resurseffektivt sätt inom infrastrukturbranschen där massbalans och återanvändning av massor står i fokus. För att uppnå detta krävs det förbättrad planering inom infrastrukturprojekt för att åskådliggöra massflöden och i förväg planera hur dessa massor ska hanteras för att minimera avfallet.

Denna rapport syftar till att exemplifiera hur visualiseringar av masshantering i spårbytesprojekt kan utformas för att visa dess potential som projekteringsverktyg. Genom att skapa visualiseringar som bidrar till både en helhets- och detaljerad bild över masshanteringen kan en större förståelse om hinder i spårbytesprojektet fås. En förbättrad projektering leder till ett smidigare arbete som har större chans att färdigställas inom tidsplanen. Detta genomfördes genom en fallstudie för spårbytesprojektet "Borås-Herrljunga". Data från projektets masshanteringsplan, markteknisk undersökningsrapport (MUR) och inventering av invasiva växtarter låg till grund för visualiseringarna. Denna data bearbetades i Excel och resulterade i diagram där relevanta variabler redovisades på visuellt lättolkade sätt. De framtagna visualiseringarna diskuteras sedan för att belysa dess användningsområde och potential. De visualiseringar som anses bidra mest till en förbättrad projektering är de diagram som identifierar tidskritiska skeden, belyser transportbehovet och åskådliggör omlastningsplatsernas dimensioner. Avslutningsvis finns det stor utvecklingspotential inom masshantering. Identifiering av resurser, erfarenhetsmässig kunskap och uppföljning anses som viktiga områden att fokusera på i spårbytesprojekt för att uppnå en god masshantering och cirkulär ekonomi.

Nyckelord: masshantering, visualisering, spårbytesprojekt

Visualization of Mass Management During Track Renewal on the Section Borås-Herrljunga  
CAROLINA BORRE  
OLIVIA JANSSON  
KAROLINA OLSSON  
LINDA PERSSON  
Department of Architecture and Civil Engineering  
Chalmers University of Technology

## Abstract

Considering today's environmental challenges, it is important in the infrastructure sector to work in a resourceful way, as well as to focus on mass balance and recycling. To achieve this, an improved planning in infrastructural projects is needed to be able to illustrate mass flow and in advance plan how these masses are to be taken care of to minimize waste.

This report aims to exemplify how visualizations of mass management in track renewal projects can be designed for project planning to reach its full potential. By creating visualizations contributing to both an overall and detailed picture of mass management, a larger understanding regarding obstacles in track renewal projects can be obtained. Improved planning leads to a smoother workflow and a higher chance of it being completed within the time plan. This was carried out through a case study of the track renewal project "Borås-Herrljunga". Data from the project's mass management plan, soil technical survey report (MUR) and inventory of invasive plant species made up the basis for the visualizations. This data was processed in Excel and resulted in diagrams where relevant variables were presented in visually easy-to-interpret ways. The developed visualizations are then discussed to highlight their area of use and potential. The visualizations that are considered to contribute the most to an improved planning stage are the diagrams that identify time-critical stages, illuminate the need for transport and illustrate the dimensions of the transshipment sites. Finally, there is great development potential in mass management. Identification of resources, empirical knowledge and follow-up are considered important areas to focus on in track renewal projects to achieve acceptable mass management and circular economy.

The report is written in Swedish.

Keywords: mass management, visualization, track renewal project

## Begreppslista

I rapporten används flera termer som är kopplade till masshantering och visualisering. Nedan följer de viktigaste termerna för att förstå ämnet.

### Fall A

*Massor* som ursprungligen kommer från projektet och sedan återanvänds inom det benämns fall A.

### Fall B

*Massor* som används i projektet men ursprungligen kommer utifrån och massor som bortskaffas benämns fall B.

### Fyllnadsmassor

*Massor* som tillförs projektet.

### Klass FA

*Massor* som är klassificerade som farligt avfall.

### Klass IFA

*Massor* som är klassificerade som icke-farligt avfall.

### Klass inert

*Massor* som är klassificerade som inert avfall, vilka inte lakar ut.

### Klass KM

*Massor* som är klassificerade enligt generella riktvärden för känslig markanvändning.

### Klass MKM

*Massor* som är klassificerade enligt generella riktvärden för mindre känslig markanvändning.

### Laktest

Ett test som mäter hur mycket som lakar ut från ett material och som skall ge en indikation på potentialen för spridningen av föroreningar via vatten.

### Totalhalt

Detta test mäter den totala halten föroreningar i ett material.

### Masshanteringsplan

Ett dokument som sammanfattar hanteringen av *massor* som uppstår inom projektet, där innehållet regleras utefter anvisningar från Trafikverket.

### Massor

Det som benämns som massor uppkommer på flera olika sätt i projektet och består främst av ballast från järnvägsbanken.

### Omlastningsplats

Ytor som används för att tillfälligt lagra *schaktmassor*.

### Schaktmassor

De *massor* som grävs upp eller på annat sätt tas upp ur marken.

### Siktanalys

En siktanalys är en metod som används för att ta reda på korstorleksfördelningen i materialet.

### Tidskritiska skeden

Tidskritiska skeden innebär de tidsintervall och sträckor där det uppstår betydande överskott eller underskott av *massor*, som behöver tas särskild hänsyn till i projekteringen.

### Visualisering

Det som benämns som visualisering i denna rapport kommer främst innebära att tabeller med stora mängder data ska redovisas i visuellt lättolkade diagram.

## Innehållsförteckning

1. Introduktion .....	1
1.1 Bakgrund .....	1
1.2 Syfte .....	1
1.3 Avgränsningar .....	2
2. Masshantering i spårbytesprojekt .....	2
2.1 Spårbytesprocessen .....	2
2.2 Hantering av invasiva arter .....	3
2.3 Förorenade massor .....	3
3. Projektspecifik information.....	3
4. Metod.....	4
4.1 Indata .....	4
4.1.1 Siktanalys .....	4
4.1.2 Beräknade massor .....	5
4.1.3 Invasiva arter .....	5
4.2 Bearbetning av data .....	5
4.2.1 Enhetsomvandling.....	5
4.2.2 Totala massor.....	5
4.2.3 Produktionshastighet .....	6
4.2.4 Föroreningsklass.....	6
4.2.5 Transporter – MFS vagnar och lastbilar .....	7
4.2.6 Massor per skift .....	7
4.2.7 Omlastningsplatser .....	8
4.2.8 Identifiering av tidskritiska skeden.....	8
4.2.9 Invasiva arter .....	9
4.2.10 Etapper.....	9
4.2.11 Resurs .....	9
4.2.12 Färgval .....	9
5. Resultat och diskussion .....	10
5.1 Totala massor.....	10
5.2 Produktionshastighet .....	11
5.3 Föroreningsklass .....	11
5.4 Transportbehov .....	13
5.5 Omlastningsplatser.....	15
5.6 Tidskritiska skeden.....	17
5.7 Invasiva arter .....	20

5.8 Etapper .....	22
5.9 Resurs.....	22
5.10 Metoddiskussion.....	24
5.10.1 Enhetsomvandling .....	24
5.10.2 Felkällor .....	24
5.10.3 Färgval .....	24
5.10.4 Alternativa metoder för projektet.....	25
6. Rekommendationer för projektörers vidare arbete .....	26
7. Samhällsaspekter .....	26
8. Slutsats .....	27
Referenser: .....	28
Bilagor.....	

# 1. Introduktion

Med den stora befolkningstillväxten i samhället ökar bostadsbehovet och därmed krävs det att infrastrukturen utvecklas i samma takt för att kunna tillgodose en bra livskvalitet för Sveriges befolkning. Det är av stor vikt att denna utveckling sker i enlighet med Sveriges miljökvalitetsmål. För att minimera klimatpåverkan behöver fokus på en hållbar utveckling av infrastruktur öka och energianvändningen optimeras. Genom att öka återvinning och återanvändning kan avfall minimeras. På så sätt skapas en grönare infrastruktur och en mer cirkulär ekonomi i byggsektorn (Sveriges Miljömål, 2021). I dagsläget står byggsektorn för cirka 30% av Sveriges avfall (Naturvårdsverket, 2018) och för att uppnå målet God bebyggd miljö krävs ett förändrat beteende (Sveriges Miljömål, 2021).

## 1.1 Bakgrund

Trafikverket arbetar för att uppnå massbalans i sina projekt vilket innebär att schaktmassor ska återanvändas som fyllnadsmaterial för att minimera materialåtgången (Cullhed et al., 2022). Schaktmassor i spårbytesprojekt är ofta förorenade och för att kunna klassas som en resurs behöver de uppnå särskilda kvalitets- och föroreningskrav och kunna användas inom en särskild tidsram (Naturvårdsverket, u.å.). Massor med en för hög föroreningsklass bör behandlas och sedan återanvändas, däremot har detta inte skett på grund utav en billigare lösning (Stjernkvist & Clark, 2021). Det mest ekonomiskt fördelaktiga alternativet är att lägga schaktmassorna på deponi på grund av avdragsmöjligheten från deponiskatten i stället för att sanera och återanvända det. Återanvändningen av massor har inte varit en prioritet i Sverige då det finns stora tillgångar av bland annat berg i landet. Ytterligare ett hinder för en ökad grad av återanvändning av massor är myndigheternas underlag som medför att stora mängder massor klassas som avfall (Rosén et al., 2020). Miljökraven är strikta och processen för att få tillstånd är omfattande. Dessa hinder har bidragit till att graden av återanvändning av massor inte är så hög i Sverige.

Trafikverket äger och förvaltar majoriteten av de svenska järnvägsspåren (Trafikverket, 2021b). Därmed har de en stor skyldighet att arbeta mot de nationella miljömålen. Trafikverket arbetar tillsammans med entreprenörer för att byta spår. Då informationen från Trafikverket gällande hur masshanteringen i projekt skall redovisas delvis är bristande leder det till ofullständig rapportering från entreprenörer. En tydlig visualisering av masshantering och möjliga tidskritiska skeden i ett anläggningsprojekt kan bidra till ett arbete där cirkulär ekonomi lättare kan åstadkommas. En sådan visualisering kan även gynna entreprenören då det underlättar planering av arbetet, kan minimera kostnader samt risken att göra fel. Därmed gynnar det Trafikverket samt kan bidra till uppfyllandet av de nationella miljömålen.

## 1.2 Syfte

Syftet med denna rapport är att genom en fallstudie ta fram förslag på hur en visualisering av masshantering i ett anläggningsprojekt kan se ut. Visualiseringen ska agera som ett verktyg för att förbättra planering och genomförande av anläggningsprojekt genom att huvudsakligen identifiera tidskritiska skeden, transportbehov och dimensionera omlastningsplatser för spårbytesprojektet.

### 1.3 Avgränsningar

I rapporten kommer visualiseringen baseras på data från ett specifikt spårbytesprojekt på sträckan Borås - Herrljunga. Genom att exemplifiera projektspecifika visualiseringar kan slutsatser kopplade till området dras vilket i sin tur kan öka förståelsen för masshantering i andra spårbytesprojekt.

Spåret i detta projekt är byggt av ballast och är därmed också den tekniska lösningen för spåruppbyggnad som kommer beaktas vid visualisering. Inga ytterligare tekniska lösningar, så som exempelvis ballastfritt spår, kommer att behandlas. Anledningen till detta är för att fokus ska ligga på masshanteringen och inte skillnaden mellan olika rälsuppbyggnader.

I denna rapport kommer enbart massflöden inom projektet att studeras. De massor som deponeras eller återanvänds kommer därmed inte att följas upp. Huruvida schaktmassorna kan klassas som resurs eller inte behandlas inte heller.

Visualiseringar görs endast för ballastrening, ballastbyte samt ballastkomplettering då siktanalysen är gjord mitt i järnvägsbanken. Vidare kommer de massor av godkänd kornstorlek som direkt återförs i projektet inte inkluderas i visualiseringarna.

De invasiva arter som hanteras i detta arbete är enbart arterna jätteloka och parkslide.

## 2. Masshantering i spårbytesprojekt

För en bättre förståelse kring projektet som detta arbete utgår från följer nedan en djupare beskrivning av relevanta termer.

### 2.1 Spårbytesprocessen

Det första steget i ett spårbyte är att lossa den gamla rälsen (Trafikverket, 2018). En spårbytesmaskin matar sedan in den gamla rälsen samtidigt som den nya matas ut. Den nya rälsen läggs inte på plats än. Gamla slipers samlas upp av spårbytesmaskinen och därefter följer en process som kallas ballastrening (Trafikverket, 2018). Ballastrening innebär att spårbytesmaskinen kör längs spåret och plockar upp all ballast som ligger i spårområdet. De kornstorleksfraktionerna på makadamballasten som tillåts enligt kraven i TRVINFRA-00019 återförs (Trafikverket, 2020). Detta är på grund av en för hög föroreningsgrad i de små kornen och ett bidragande till försämrade dränering i banken. Fraktionerna separeras ut i ballastrenaren och läggs i en MFS-vagn som finns i anslutning till spårbytesmaskinen (Trafikverket, 2018). MFS-vagnarna fylls upp tills de är fulla eller tills dess att ett område med en ny föroreningsklass uppkommer (Claesson, 2022). MFS- vagnarna kan transportera 90 ton massor (Winterås, 2022b). När ballastreningsmaskinen har kommit så långt på spåret att den når en omlastningsplats töms MFS-vagnarna (Claesson, 2022). Detta görs genom att schaktmassorna förs via ett rullband till en hjullastare som sorterar massorna i högar på omlastningsplatsen utefter föroreningsklass. Därefter hämtar lastbilar massorna och kör de till en mottagningsanläggning eller återvinningscentral (Trafikverket, 2019b).

Efter att ballasten har sorterats kan nya sliprar sättas på plats (Trafikverket, 2018). Den nya rälsen kan sedan placeras korrekt utav en operatör och spårbytesmaskinen fäster den på plats. Ändarna av rälerna svetsas sedan ihop. Slutligen lyfts spåret och den underliggande makadamen packas för att skapa ett jämnt underlag. Utöver spårbyte görs även åtgärder för

att förbättra bärigheten, däribland bankettrensning, dränering samt avvattning (Smekal et al., 2016).

## 2.2 Hantering av invasiva arter

Massor som uppstår i områden där invasiva arter finns får inte återföras på andra ställen än där de togs upp för att minimera risken för nya bestånd (Trafikverket, 2019b).

Säkerhetsåtgärder vid eventuella transporter och omhändertaganden ska vidtas för att minska spridningen via frön och växtdelar i massorna.

## 2.3 Förorenade massor

I schaktmassor är kornstorleksfördelningen varierande, där mindre korn har en större specifik yta i jämförelse med större korn. Detta beror på att mindre korn har större mantelarea i förhållande till massan (Norberg, 2019). Vid en stor specifik yta har partiklarna en större nettoladdning, vilket leder till en högre adsorptionsförmåga. Denna förmåga kallas katjonbyteskapacitet. Katjonbyteskapaciteten ökar med lerhalten och mängden organiskt material i jorden (Lindvall et al., 2009). Metaller och andra föroreningar binder till dessa partiklar och medför att marken i sin tur blir förorenad.

Laktest och totalhalt är de två sätten som de förorenade massorna har klassificerats utifrån. Klassificeringen för totalhalt utgår från Naturvårdsverkets riktvärden, där systemet främst används när ett område ska saneras ner till ett visst riktvärde (Naturvårdsverket, 2009). De generella riktvärdena som finns gäller för mindre än ringa risk (MRR), mindre känslig markanvändning (MKM) och känslig markanvändning (KM). Med KM menas ett område som har så låg föroreningshalt att det går att bo där. När marken är så pass förorenad att det inte går att bo på området, men att industrilokaler kan placeras där, kan området ha halter upp till MKM. Med MRR menas föroreningshalter som är så låga att de inte behöver anmälas till den kommunala nämnden. Dessa haltgränser har kommit att användas för klassificeringsändamål av massor, men har ingen direkt koppling till avfallsförordningen.

Innan massorna kan fraktas till mottagningsanläggningar för deponi ska massorna, enligt naturvårdsverkets föreskrift NFS 2004:10, §4, klassificeras baserat på laktester. Klassningen för laktest är inert, icke farligt avfall (IFA) och farligt avfall (FA) (Renova Miljö, 2007). Denna föreskrift medför att det är väldigt viktigt att inte blanda massorna med olika föroreningsklass på omlastningsplatserna då detta kan leda till att en mottagningsanläggning tar emot massor som de inte kan hantera då olika föroreningsklasser ofta ska till olika mottagningar. Enligt avfallsförordningen (2011:927), som innehåller bestämmelser om avfall och dess hantering får inte enligt § 16 farligt avfall blandas eller spädas ut. Det är med avseende på detta och för att kunna återanvända material och använda det som resurs av stor vikt att inte blanda massorna med olika föroreningsklasser på omlastningsplatserna. Om massorna blandas måste de enligt avfallsförordningen (2011:927) §17 separeras om det 1. Behövs ur miljöskyddssynpunkt, 2. Om det är tekniska möjligt eller om det är 3. Ekonomiskt rimligt.

## 3. Projektspecifik information

Spårbytet för järnvägssträckan mellan Herrljunga och Borås sker av två anledningar. Den första anledningen är för att installera ett elektroniskt signalsäkerhetssystem som gör att trafiken går att fjärrstyra (Trafikverket, 2021a). Den andra anledningen är för att rusta upp banan, vilket möjliggör att fler person- och godståg kan köras eftersom banan blir säkrare

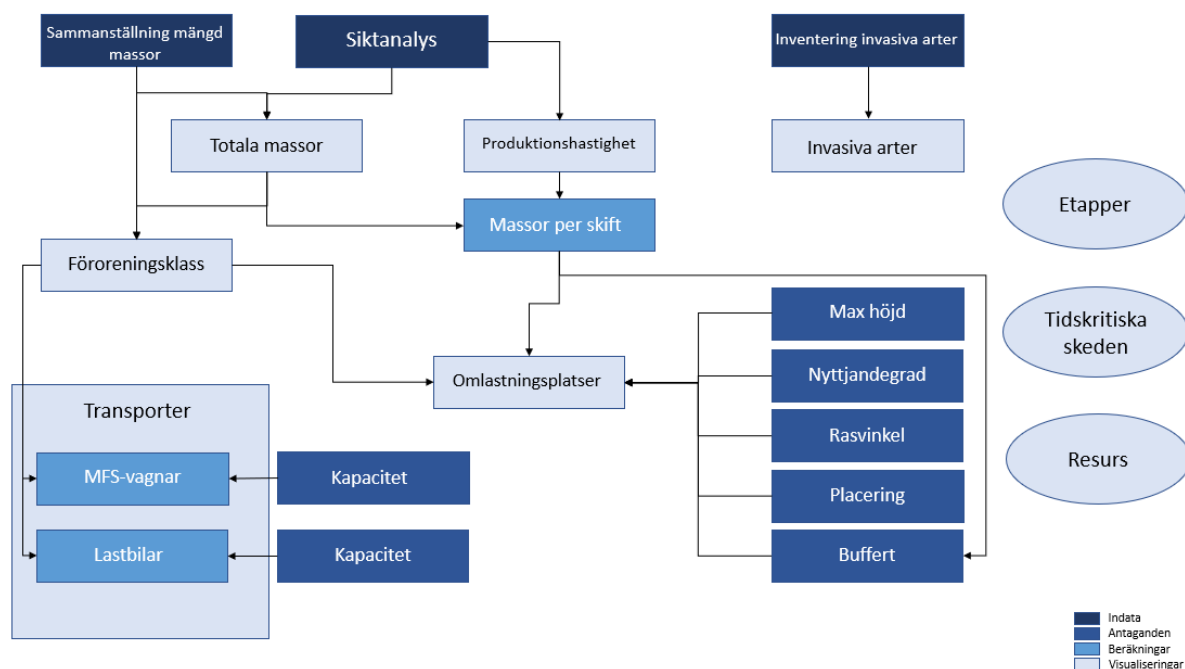
och mer pålitlig. Genom att rena ballasten minskar antalet komplikationer kopplade till sliprarna och det möjliggör en förbättrad dränering (Infranord, 2012). Med en ökad dränering minskar problem kopplade till isbildning som sker under vinterhalvåret. Spårbytesarbetet påbörjades i Borås vid kilometer 131 och avslutades i Herrljunga vid kilometer 91. Visualiseringarna bör därför läsas från höger till vänster för att efterlikna den verkliga produktionsriktningen.

I spårbytesprojektet Borås-Herrljunga följs kraven för makadamballast klass 1 vilket innebär att fraktioner med diameter under 31,5 mm inte får återföras efter ballastrening (Trafikverket, 2020). Dessa fraktioner är även förorenade och bör av den anledningen inte återföras.

## 4. Metod

I följande kapitel presenteras den indata som var väsentlig för visualiseringen och beskrivningar av hur denna data bearbetades i Excel. Föreslagen arbetsgång redovisas i Figur 1 för att underlätta förståelsen av tillvägagångssättet i skapandet av visualiseringarna.

Figur 1. Metod för skapandet av visualiseringar.



### 4.1 Indata

I detta avsnitt redovisas den data som låg till grund vid framtagandet av visualiseringarna.

#### 4.1.1 Siktanalys

Som grundpelare i detta projekt användes data från siktanalysen, se bilaga A. Denna data redovisades i procent för varje kornstorleksfraktion. Siktanalysen hämtades från Trafikverkets marktekniska undersökningsrapport (MUR) för spårbytet Borås-Herrljunga (Trafikverket, 2019a). Provtagning för kilometer 113 i siktanalysen saknades och därmed antogs en procentsats för denna kilometer som ansågs rimlig.

#### 4.1.2 Beräknade massor

Indata från beräknade massor som förväntades uppkomma vid ballastrening och ballastkomplettering har använts, se bilaga B. Denna data hämtades från Trafikverkets masshanteringsplan för spårbytet Borås – Herrljunga (Trafikverket, 2019b).

#### 4.1.3 Invasiva arter

En detaljerad tabell över förekomst av invasiva arter användes i skapandet av visualiseringen av invasiva arter längs järnvägssträckan. Exakt kilometertal för start- och slutpunkt för bestånden samt vilken art som förekom på sträckan angavs i tabellen. Denna data hämtades från en inventering som sammanställt förekomsten av invasiva arter och redovisas i bilaga C (Winterås, 2022a).

### 4.2 Bearbetning av data

I detta avsnitt beskrivs de ingående delarna i flödesschemat från Figur 1, hur data har bearbetats och hur skapandet av visualiseringarna genomförts.

#### 4.2.1 Enhetsomvandling

Då indata i detta projekt angavs i enheten kubikmeter användes en enhetsomvandling med hjälp av densitet enligt Tabell 1 för att få indata i enheten ton. Skrymdensiteten för schaktmassor och fyllnadsmassor är olika på grund av kornstorleken. Större kornstorlek medför en större andel luft i massorna och därmed en lägre densitet. Denna enhetsomvandling gjordes i nästan alla visualiseringar då kapacitet för MFS-vagnar, lastbilar och upphandling av massor hos mottagningsanläggningar anges i ton. Vid visualisering av dimensionerande area för respektive omlastningsplats omvandlades inte indata till ton då vikten av massorna inte var intressant utan här var den yta som massorna tog upp av intresse.

Tabell 1. Densitet för schakt- och fyllnadsmassor (Winterås, 2022b).

Användningsområde	Densitet [ton/m <sup>3</sup> ]
Schaktmassor från projektet	1,8
Fyllnadsmassor	1,4

#### 4.2.2 Totala massor

Ett diagram som visar både schakt- och fyllnadsmassor togs fram för att ge en överskådlig bild av projektet. Den indata som användes i denna visualisering var siktanalys och beräknade massor. I bilaga B redovisas massorna i kilometerintervall baserat på förekomsten av olika föroreningsklasser. Kilometerintervallen varierade mycket, vilket inte ansågs lämpligt och räknades därför om. Intervallet för massornas uppkomst delades i stället upp efter vilket exakt kilometertal de uppkom vid. För bearbetningen av data från bilaga B, användes siktanalysen som stöd. Från siktanalysen användes procentsatsen för ballasten med en storlek större än eller lika med 31,5 millimeter. Denna procentsats användes i syfte att beräkna hur mycket Schaktmassor [ton] som uppkommer vid varje specifikt kilometertal. Nedan följer ett exempel för att visa hur beräkningar genomfördes.

Ursprungligt intervall: Km 91+000 - 95+500

Massor uppkomna Schakt Fall B, 0 - 31,5 mm: 2311 m<sup>3</sup>

Önskat intervall: Km 91+000 – 92+000

Procentsats  $\geq 31,5$  mm i siktanalysen vid:

Km 91 = 20 %

Km 92 = 54 %

Km 93 = 33 %

Km 94 = 54 %

Km 95 = 36 %

Totala procentenheter = 20+54+33+54+36 = 197

Beräkning av uppkomna massor (schakt fyll B) för km 91:

$$\text{Massa (m}^3\text{)} = \frac{2311}{197} * 20 = 235$$

Beräkningarna genomfördes för data från nedanstående kategorier som återfinns i bilaga B.

- Schakt Fall B 0–31,5 mm CBB.45 (m<sup>3</sup>)
  - Benämns i visualisering som Schakt fall B
- Ballastkomplettering 32–64 mm DCH.331 Fall B (m<sup>3</sup>)
  - Benämns i visualisering som Fyll fall B

För de totala massorna skapades ett stapeldiagram med fyllnadsmassorna på den positiva delen av y-axeln och schaktmassorna på den negativa delen av y-axeln.

#### 4.2.3 Produktionshastighet

Siktanalysen analyserades för att förutspå produktionshastigheten. Värden på produktionstakten [m/skift] antogs utifrån rimlighet och förslag från projektledare. Tre olika produktionshastigheter utnyttjades för att göra visualiseringen tydlig och lättförstådd. Uppkomna massor under de olika kilometertalen sattes i perspektiv till varandra och för de områden där mycket massor uppkom antogs produktionshastigheten till 1500 meter/skift, medan i områden där en mindre mängd massor uppkom antogs produktionshastigheten till 2000 meter/skift. För massor som låg däremellan antogs 1750 meter/skift.

Värden på produktionshastigheten lades in i ett kombinerat diagram tillsammans med siktanalysen. Kornstorleksfördelningen redovisades på primäraxeln till vänster och produktionshastigheten i sekundäraxeln till höger.

#### 4.2.4 Föroreningsklass

Diagram över förorenade massors fördelning på sträckan togs fram med hjälp av en tabell som redovisas i bilaga B. De kolumner med data som användes redovisas nedan:

- Schakt Fall B 0–31,5 mm CBB.45 (m<sup>3</sup>)
- Över MKM 0–31,5 mm (m<sup>3</sup>)
- KM-MKM 0–31,5 mm (m<sup>3</sup>)

I avsnitt 4.2.2 Totala massor beskrivs bearbetningen av data i kolumnen *schakt fall B 0–31,5 mm CBB.45 (m<sup>3</sup>)* som resulterade i en redovisning av uppkomna schaktmassor per kilometertal. Denna redovisning utvecklades sedan och låg till grund för indelningen av förorenade massor längs sträckan. En ny tabell skapades därefter i schakt fall B i storlek 0–31,5 mm uppdelat i antingen över MKM eller mellan KM-MKM.

Föroreningsklasserna baserades på totalhalt samt lakttest. Kombinationer av de ingående klasserna i de två föroreningsklassificeringarna skapades och totalt skapades nio olika föroreningskategorier.

I de flesta fall motsvarade massorna under en viss kilometer enbart en kombination av föroreningsklasserna vilket underlättade beräkningarna av de förorenade massorna. I dessa fall kopierades massorna från bearbetade data för schaktmassor per kilometer direkt till den kolumn som motsvarade rätt kombination.

När en specifik kilometer innehöll massor av två olika kombinationer användes den totala schaktmassan för den specifika kilometern som utgångspunkt. I dessa fall var storleken på massorna givna för en utav kombinationerna under den specifika kilometern. Massorna för den andra föroreningsklassen var de resterande massorna.

Resultatet är en tabell som redovisar hur många ton av varje föroreningsklass som uppkommer på varje kilometer. Denna tabell användes för att skapa ett staplat stapeldiagram där alla kilometertal redovisades på x-axeln och mängden massor på y-axeln. Staplarna färgades sedan utifrån de olika föroreningsklasserna.

#### 4.2.5 Transporter – MFS vagnar och lastbilar

Vid framtagandet av antalet transporter som behövdes i projektet, både MFS-vagnar och lastbilar, användes mängden massor av respektive föroreningsklass som sedan dividerades med den antagna kapaciteten för MSF-vagnarna (90 ton) respektive lastbilarna (36 ton). Massor av olika föroreningsklass bör inte läggas i samma MFS-vagn/lastbil eftersom massor med en lägre föroreningsklass då kan kontamineras. Kapacitetsberäkningen resulterade i antalet MFS-vagnar respektive lastbilar som skulle transporteras till och från respektive omlastningsplats. Vidare användes den antagna produktionshastigheten för att bestämma hur många vagnar och lastbilar som skulle fyllas per skift.

#### 4.2.6 Massor per skift

Massor per skift var nödvändigt att beräkna för att kunna dimensionera omlastningsplatserna. För att beräkna den uppkomna mängden massor på ett skift utnyttjades produktionshastigheten samt totala massor. Med vetskapen om produktionshastigheten beräknades längden och lokaliseringen av arbetssträckan för respektive skift. Längden och lokaliseringen av arbetssträckan jämfördes sedan med totala massor per kilometer för att få fram mängden massor som uppkommer under ett skift.

#### 4.2.7 Omlastningsplatser

För att ta fram omlastningsplatsernas storlek användes bearbetade data beskriven i avsnitt 4.2.4 Föreningssklass. Massorna delades sedan upp efter vilken omlastningsplats de skulle läggas på i stället för vilket kilometertal de uppstod på. Massorna räknades sedan om från ton till kubikmeter med hjälp av densiteten. Varje omlastningsplats dimensionerades utefter skiftet med den största mängden uppkomna massor. På omlastningsplatsen ska dubbla mängden massor från detta skift kunna hanteras. Det dimensionerande skiftet för respektive omlastningsplats redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Dimensionerande skift för respektive omlastningsplats.

Omlastningsplats	Skift
15	1
13	3
12	4
11	6
10	7
8	11
7	12
6	17
4	19
3	20
2	21
1	24

När volymen ( $V$ ) för massorna och dess föreningssklass var bestämda kunde radien ( $r$ ) för högarna beräknas. Högarna antogs ha formen av en kon med en rasvinkel som hade 1:3 förhållande samt en maximal höjd ( $h$ ) på 6 meter, därav en maximal radie på 18 meter.

$$r = \left( \frac{V \cdot 9}{\pi} \right)^{\frac{1}{3}}$$

Radien beräknades för de teoretiska högarna enligt ekvationen ovan. Därefter beräknades basarean för konerna om alla massor lades i en hög genom formeln för cirkelarea. I de fall när den beräknade radien översteg 18 meter delades massorna in i två högar, där en hög beräknades nå maximal kapacitet och den andra högen tar resterande massor.

Sedan adderades högarnas areor ihop för respektive omlastningsyta. Nyttjandegraden för omlastningsplatserna antogs till 60%. Därav dividerades den totala arean för massor per omlastningsplats på 0,6 för att få fram total area för omlastningsplatserna.

#### 4.2.8 Identifiering av tidskritiska skeden

Tidskritiska skeden identifierades utifrån de tidigare skapta diagrammen. Tidskritiska skeden ansågs uppstå då 2000 ton massor per skift överskreds. Detta motsvarar 57 lastbilar per skift. För att tydliggöra var tidskritiska skeden uppstod redigerades diagrammen på olika sätt för exemplifiera hur tidskritiska skeden kan visualiseras. Exempel på hur det kan markeras är utropstecken i staplar samt färgad bakgrund.

#### 4.2.9 Invasiva arter

Visualiseringar kopplade till invasiva arter skapades för att visa var de fanns längs med järnvägssträckan. Utifrån bilaga C identifierades var på järnvägssträckan jätteloka och parkslide förekom. Sedan jämfördes längderna av järnvägssträckan med och utan invasiva arter genom att skapa ett cirkeldiagram. Vidare skapades även ett liggande stapeldiagram med enbart en stapel. Stapeln färgades sedan olika beroende på de olika positionerna av jätteloka och parkslide.

#### 4.2.10 Etapper

Ett exempel på hur etappindelning kan se ut skapades för att ge en inblick i hur projekt kan planeras eller följas upp. Utgångspunkt togs i visualiseringen av föroreningsklass, för att skillnaderna längs järnvägssträckan var som störst där. Samma stapeldiagram som togs fram för föroreningsklass användes för etapper. Pilar placerades ut i diagrammet i samma riktning som produktionsriktningen.

#### 4.2.11 Resurs

En tabell skapades där följande kolumn-rubriker återfanns:

- Kilometertal
- Volym [m<sup>3</sup>]
- Vikt [ton]
- Totalhalt
  - Under KM
  - Mellan KM och MKM
  - Över MKM
- Laktest
  - Inert
  - IFA
  - FA
- Teknisk byggbarhet enligt AMA CB/1
  - Materialtyp
  - Tjälfarlighetsklass
- Säkerställd avsättning
- Resurs
- Användningsområde

Värden sattes in i tabellen och förankrades inte till projektet utan symboliserade enbart hur tabellen kan användas för att avgöra om massorna är en resurs eller inte.

#### 4.2.12 Färgval

Då det inte togs hänsyn till hur vida massorna som uppstod var en resurs eller inte, valdes färger som inte ansågs ha någon värdering i diagrammen. Färgerna som användes var därav nyanser av blå, lila och rosa, vilket syns i Tabell 3. Basfärgerna var knutna till laktestets föroreningsklasser och nyanserna var kopplade till totalhaltens föroreningsklasser. I Tabell 3 är fyra av färgerna överkryssade, vilket är på grund utav att dessa ansågs som orimliga kombinationer av kategorier.

Tabell 3. Färgkarta utnyttjad vid visualisering av föroreningsklass.

	FA	IFA	Inert
Över MKM			
Mellan KM & MKM	X	X	
Under KM	X	X	

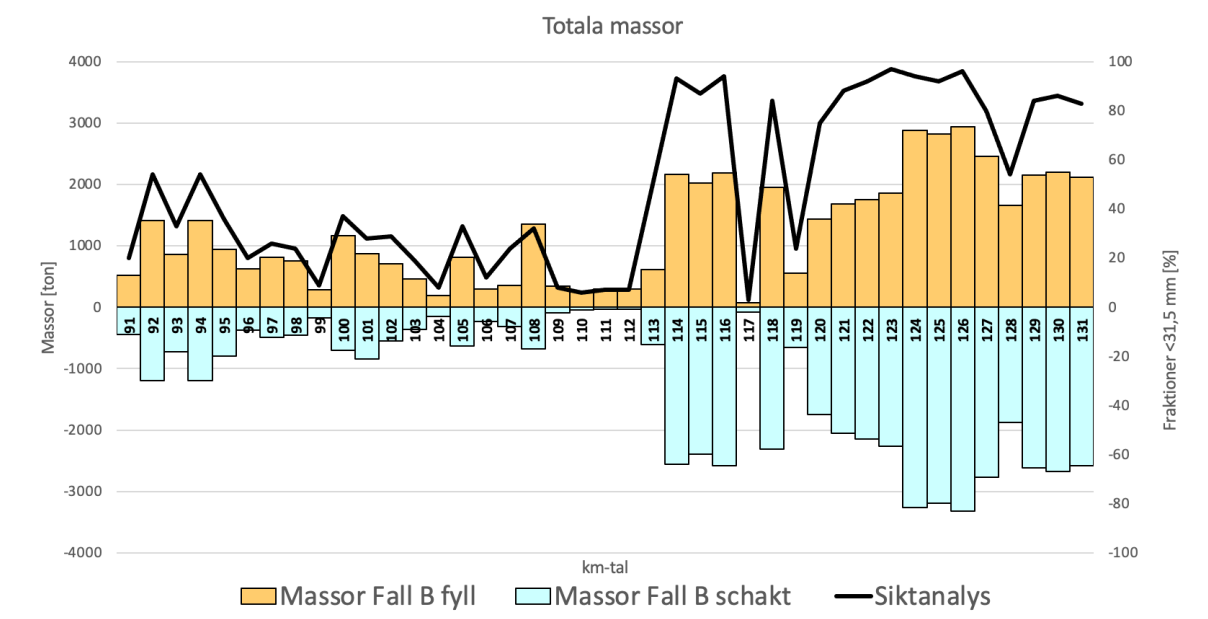
## 5. Resultat och diskussion

Redovisningen av resultatet följer samma struktur som flödesschemat i Figur 1 och redovisar flertalet visualiseringar som har skapats i syfte att öka förståelsen för de förväntade massflödena under spårbytesprojektet. Visualiseringarnas användningsområde och potential diskuteras även i detta avsnitt. I dagsläget genomförs en masshanteringsplan där massflöden redovisas i tabeller med stora mängder data. Det är inte alltid lätt att tolka dessa tabeller och få en uppfattning om hur olika värden förhåller sig till varandra. Målsättningen är att visualiseringarna ska skapa större förståelse och kunskap inom området.

### 5.1 Totala massor

I Figur 2 visar visualiseringen att flest massor schaktas upp samt fylls i under den första halvan av spårbytesprojektet. Vid sträckan närmast Borås schaktas ungefär 2000 ton massor per kilometer, däremot schaktas betydligt mindre närmare Herrljunga, ungefär 800 ton massor per kilometer. Mängden massor som används för fyllnad är ungefär lika stor som den uppschaktade mängden. Siktanalysen visar hur många procent av ballastkornen före urschaktning som är mindre 31,5 millimeter, vilket indikerar om en stor mängd massor kommer att bytas ut.

Figur 2. Fyllnadsmassor i aprikos, schaktmassor i blå samt siktanalys för masshantering i projekt.



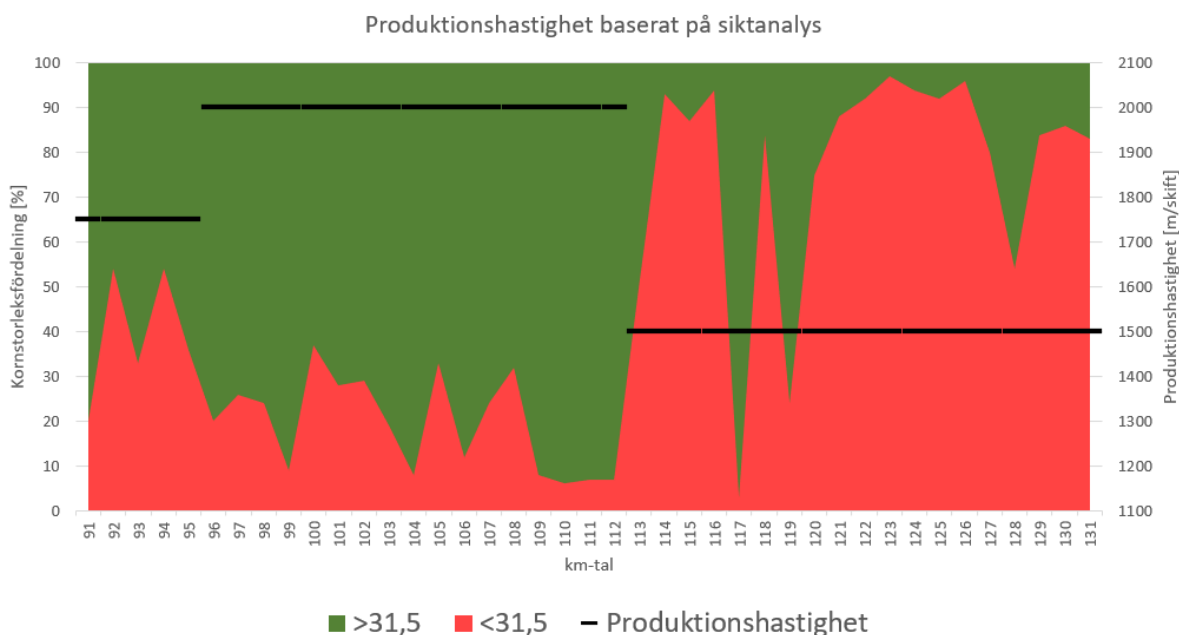
Flera olika variabler, som totala massor och kornstorleksfördelning, har kombinerats i vissa av de redovisade diagrammen då två olika kategoriers data är beroende av varandra. I Figur 2 har en sekundär axel med kornstorleksfördelningen inkluderats för att visa på att schakt och fyllnadsmassorna följer siktanalysen.

## 5.2 Produktionshastighet

Den förutspådda produktionshastigheten baserad på siktanalysen visas i Figur 3. I början av projektet är mängden utschaktad massa stor och produktionshastigheten låg. Andelen ballastkorn med en diameter mindre än 31,5 är under 50 procent mellan kilometer 112 och 97, vilket har resulterat i en produktionshastighet på 2000 meter/skift.

Produktionshastigheten minskar sedan till 1750 meter/skift från kilometer 95 till slutet av projektet då hälften av massorna ska schaktas ur.

Figur 3. Produktionshastighet där siktanalysen visas i olika färger beroende på kornstorleksfördelningen.

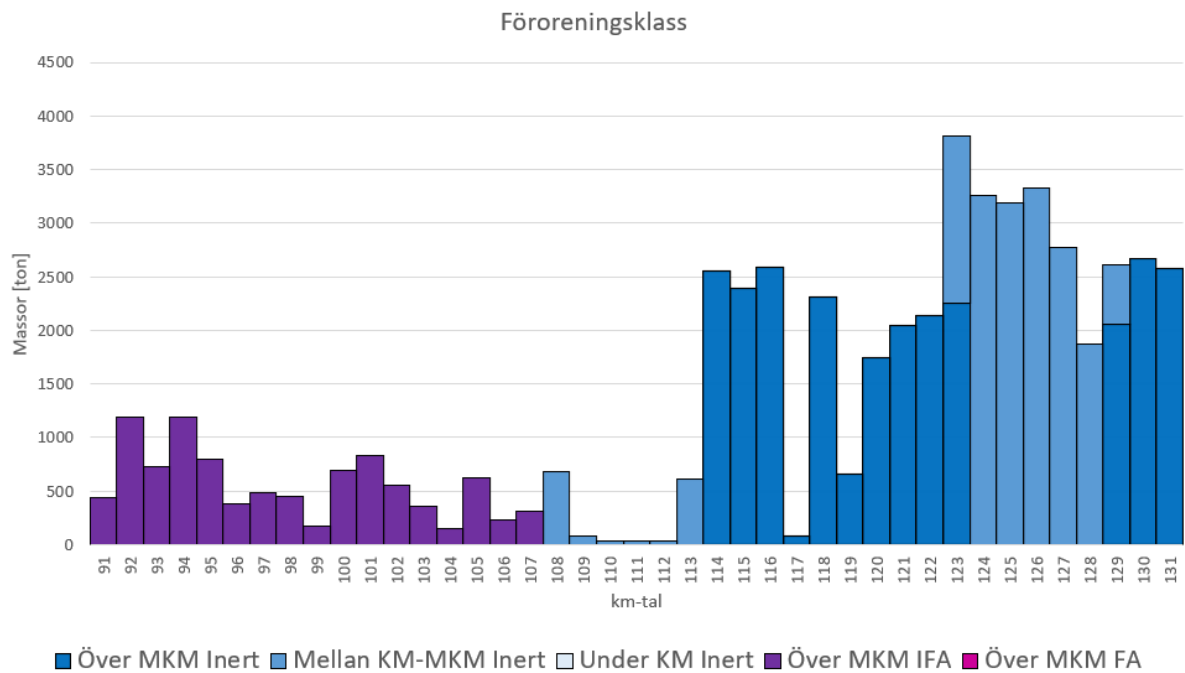


På grund utav kunskapsbrister antogs produktionshastigheten enbart variera mellan tre olika hastigheter. Med en bättre kunskap om hur mycket massor ballastrenaren klarar av i timmen och omgivningsfaktorer som spelar in i produktionshastigheten hade en bättre uppskattning av produktionshastighet kunnat utföras. Detta hade i sin tur resulterat i en jämnare fördelning av massor över tid.

## 5.3 Föreningensklass

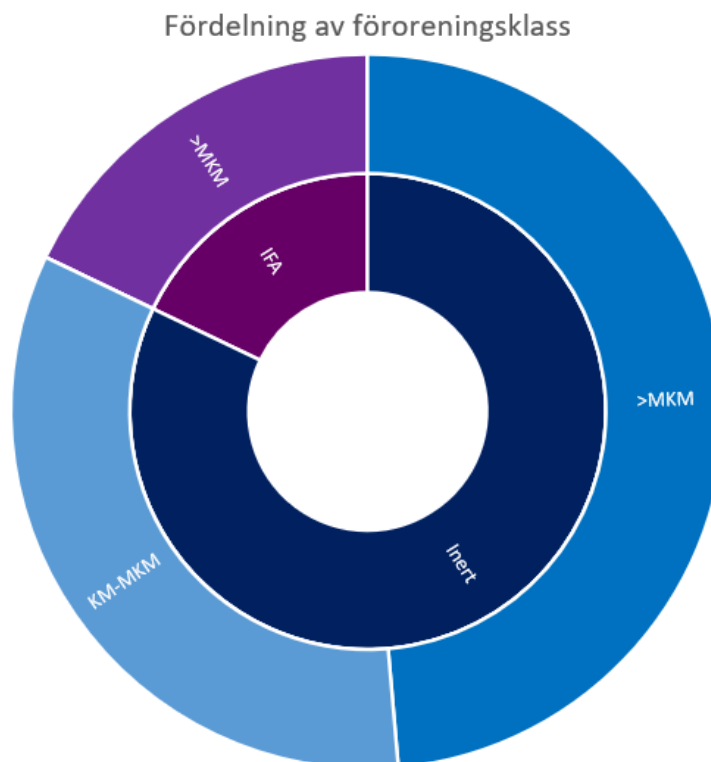
Från Figur 4 kan det utläsas att längs sträckan mellan Herrljunga-Borås tillhör massorna tre olika föreningensklasser. Massorna som är färgade i olika blå nyanser, mellan kilometer 131 och 108 är alla inerta. Dessa inerta massor är över MKM och mellan KM-MKM växelvis längs sträckan. Närmast Herrljunga, från kilometer 107, är alla massor i föreningensklassen över MKM-IFA.

Figur 4. Schaktade massor för respektive kilometertal uppdelade i föreningsklasser.



Majoriteten av massorna längs sträckan är inerta och utav dessa inerta massor är de flesta över MKM, vilket kan ses i Figur 5. Utav alla massor totalt, är det över MKM som är den dominerande kategorin utifrån totalhalt.

Figur 5. Schaktade massor fördelade utifrån föreningsklass.

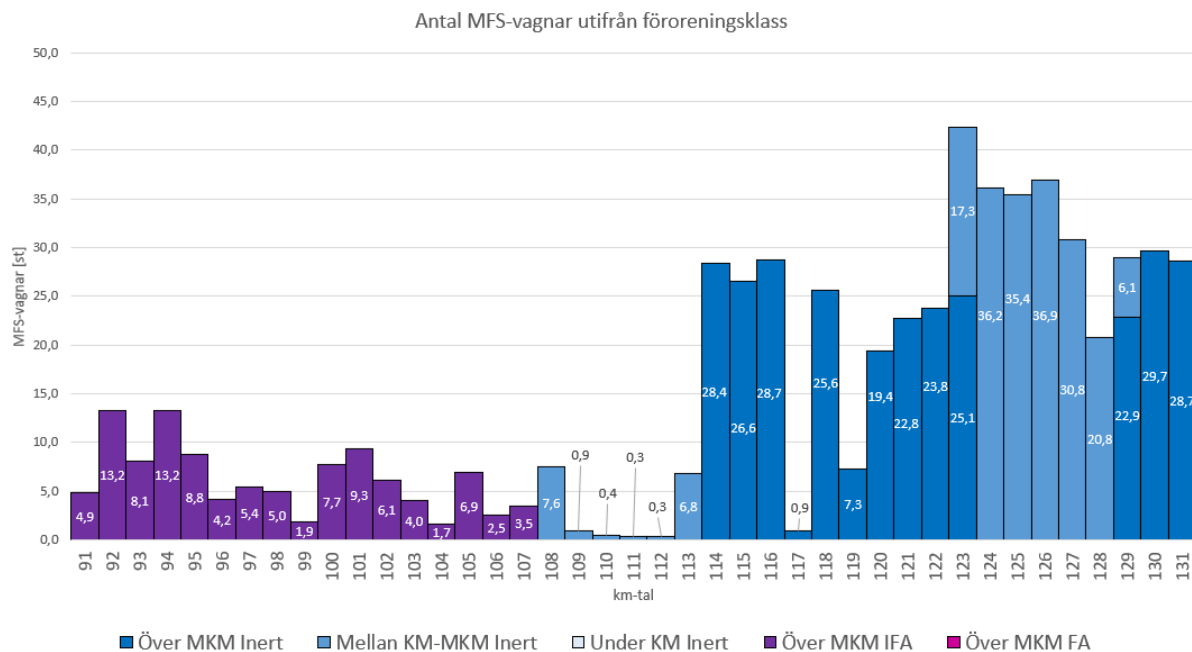


Tanken med Figur 4 och Figur 5 är att dels ge en detaljerad beskrivning av föroreningsklassen hos de olika schaktmassorna samt deras plats och dels att skapa en enklare översiktsbild.

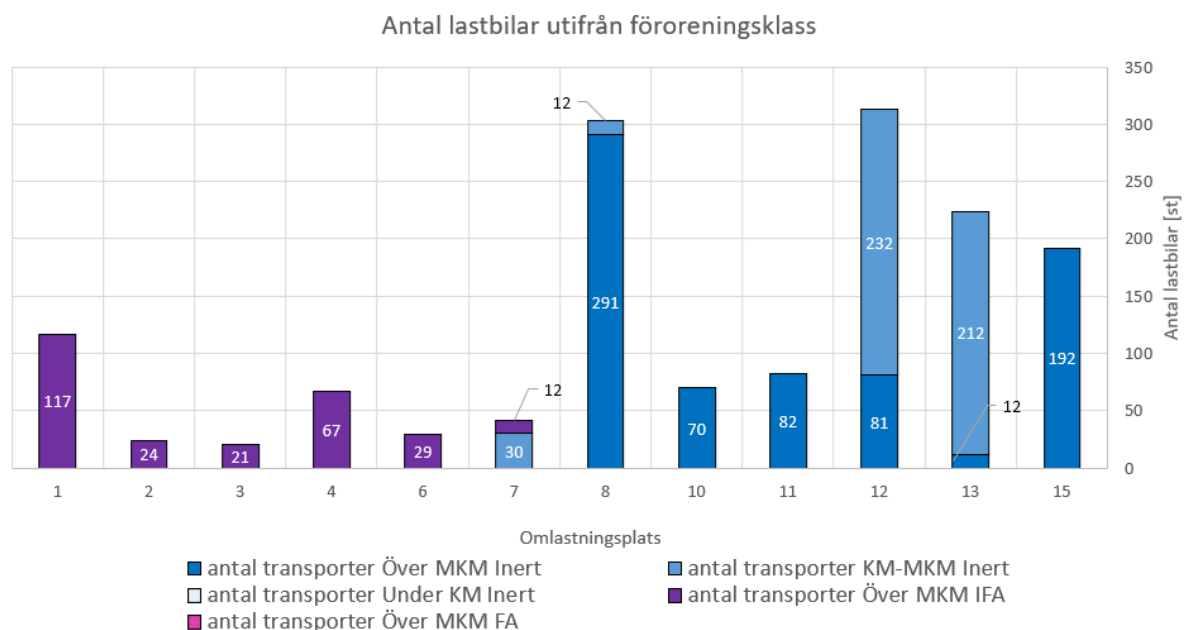
## 5.4 Transportbehov

Transportbehovet är som allra störst där det uppkommer flest massor, det vill säga i början av projektet vid Borås, vilket kan ses i Figur 6. Därför kommer flest MFS-vagnar samt lastbilar behövas i detta område. Det sammanlagda antalet lastbilar från varje omlastningsyta presenteras i Figur 7.

Figur 6. Antal fyllda MFS-vagnar samt föroreningsklass på de transporterade massorna.

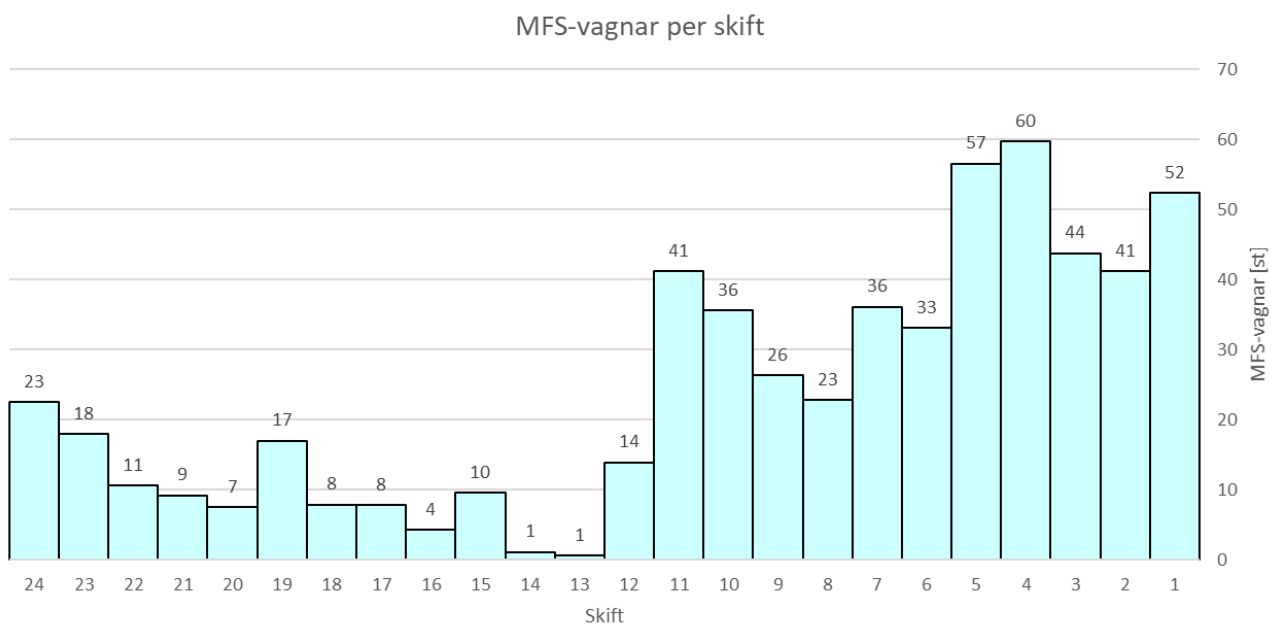


Figur 7. Antal fyllda lastbilar samt föroreningsklass på de transporterade massorna.

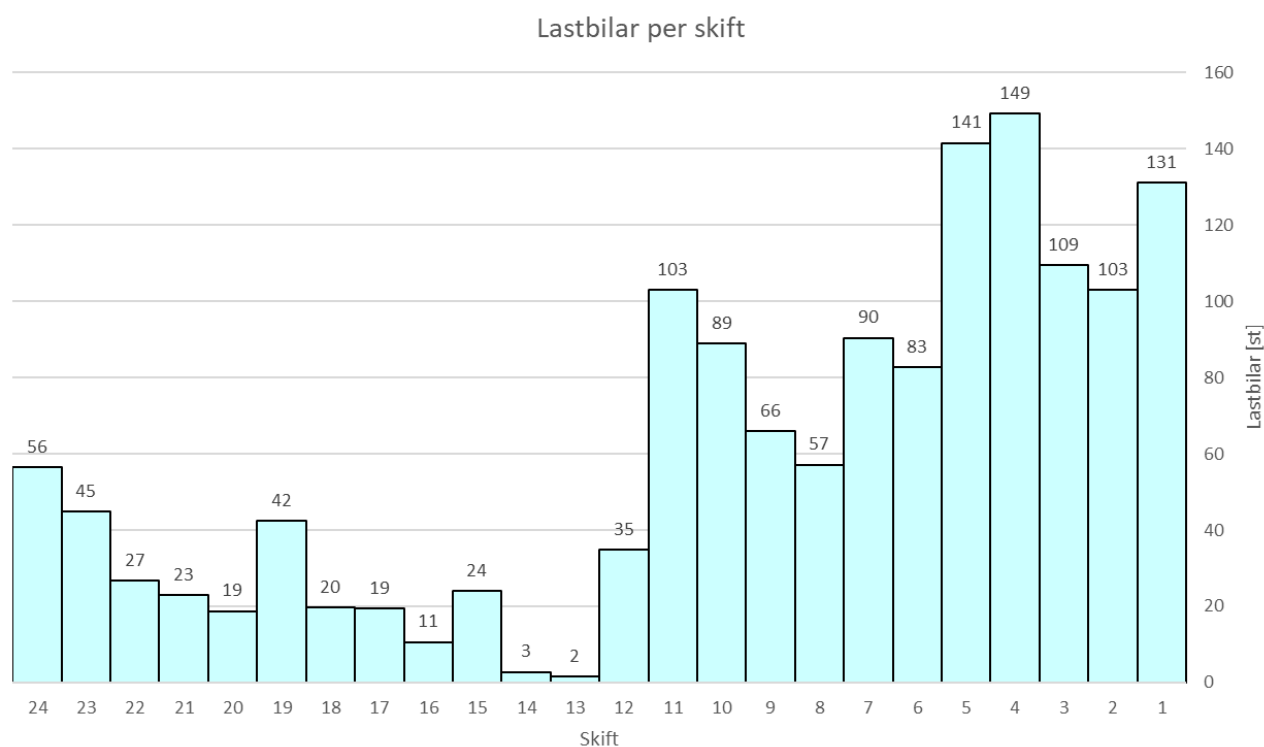


Då det uppkommer störst mängd massor i början av sträckan innebär det att fler MFS-vagnar kommer användas under de tidigare skiften i projektet, vilket syns i Figur 8. Detta gäller även för lastbilarna som kör från omlastningsytorna som presenteras i Figur 9.

Figur 8. Antal fyllda MFS-vagnar per skift.



Figur 9. Antal fyllda lastbilar per skift.

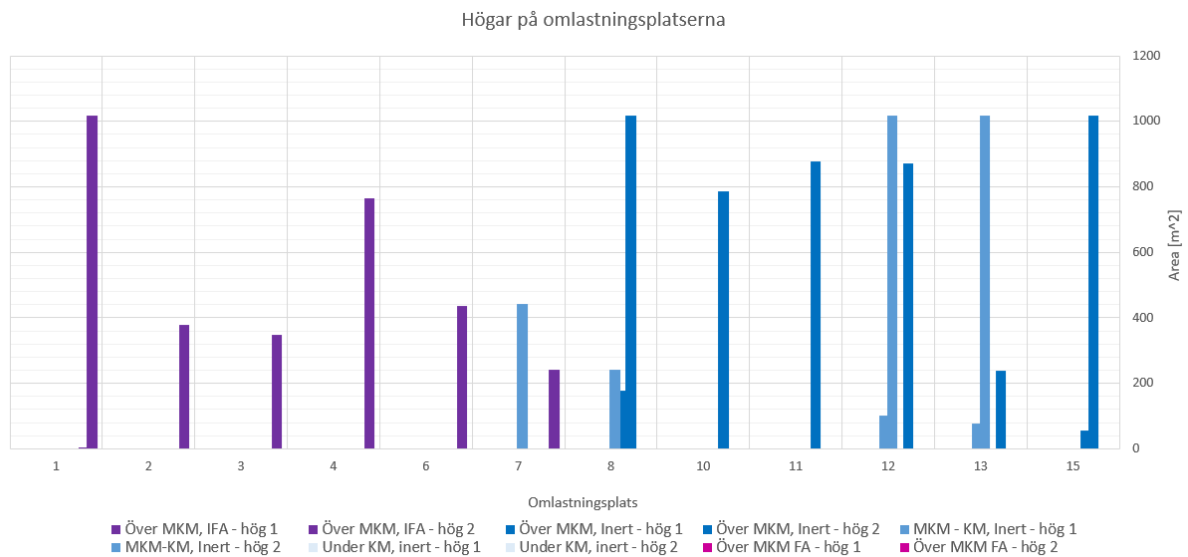


Det är av stor vikt för kommunen, boende samt personer som arbetar i området att känna till hur många transporter som kommer uppstå under olika dagar. En stor mängd transporter försvårar framkomligheten och bidrar till förseningar. För kommunen är det viktigt att veta ifall vissa vägar behövs spärras av eller ifall övrig trafik behöver ledas om. Transportbehov anses vara en utav de mest användbara visualiseringarna.

## 5.5 Omlastningsplatser

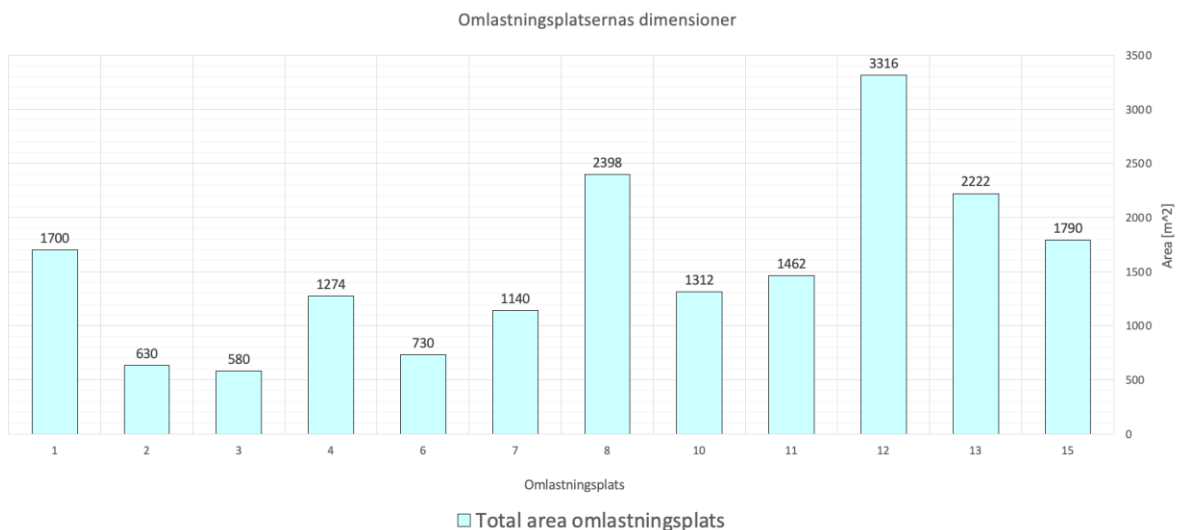
I Figur 10 går det att utläsa att omlastningsplats 15, 13, 12, 11, 10, 8 och 7 kommer behöva ha kapacitet för mer än en hög medan resterande omlastningsplatser enbart behöver dimensioneras för en hög. Dessa högar kan ha samma eller olika föroreningsklass. Omlastningsplats 8, 12 och 13 kräver störst area då det krävs fler högar på grund av större mängder massor och två olika föroreningsklasser. Omlastningsplats 2, 3 och 6 kommer vara betydligt mindre då enbart en hög kommer ligga på respektive yta. Den sammanlagda arean per omlastningsyta presenteras i Figur 11.

Figur 10. Storlek på basarea av högar av olika föroreningsklass vid respektive omlastningsyta.



Föroreningsklassen är viktig att framföra tillsammans med omlastningsplatser, MFS-vagnar och lastbilar. Anledningen till detta är att massor utav olika föroreningsklass inte får blandas. Då för många parametrar inkluderats i ett diagram kan data vara svår att förstå och uppfyller då inte syftet med visualiseringarna, därför har detta försökts undvikas så mycket som möjligt.

Figur 11. Omlastningsplatsernas area.



Dimensioneringen av omlastningsplatserna som beräknades fram i detta arbete blev mycket mindre än de som var givna i masshanteringsplanen. Detta beror framför allt på att omlastningsplatsernas storlek är baserade på skift. Det dimensionerade skiftet var det med störst mängd massor längs med sträckan mellan två omlastningsplatser. Beräkningen av omlastningsplatsernas storlek i masshanteringsplanen skulle kunna ha beräknats med fler buffertskift vilket i sin tur ledde till en större omlastningsplats. Ytterligare en skillnad skulle

kunna ligga i skiftens effektivitet. Hur många timmar av skiften som går åt till spårbyte och inte förberedelser har tagits hänsyn till i projektets beräkning. Vidare fanns det även en skillnad i den antagna formen av högar på omlastningsytan. Vid dimensioneringen av omlastningsplatserna i masshanteringsplanen antogs högar vara i form av kuber medan detta arbete antog en mer verklighetstrogen form, nämligen koner.

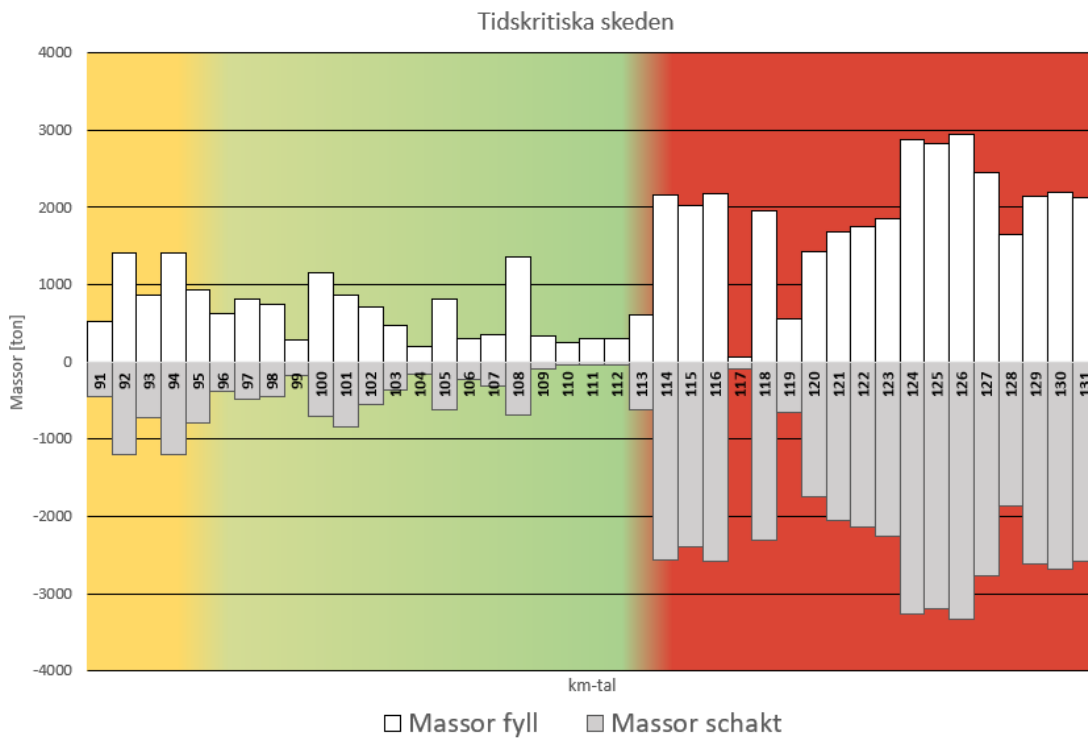
Genom att använda sig av buffertvolym vid dimensionering av omlastningsplatserna ökar marginalerna i spårbytesprojektet, vilka kan bidra till att färre tidskritiska skeden uppkommer och därmed även färre förseningar av projektet. Det är viktigt att tidsplanen hålls i spårbytesprojekt då avtal med mottagningsanläggningar redan är gjorda och avstängning av vägar och trafik redan är planerade. Förseningar på grund av dålig planering kan därmed bidra till extra kostnader och kan därmed motivera den extra kostnaden att anlägga större omlastningsplatser.

På grund av att beräkningarna för Figur 3 utgick från en förenklad produktionshastigheten, blev antalet förväntade skift sammanlagt 24. Detta anses vara orimligt eftersom de förväntas vara effektiva och produktiva genom hela skiftet. Ett lämpligare alternativ hade varit att lägga till extra skift som en form av buffert eller inte följa produktionshastigheten så precist, då oväntade problem kan uppstå längs vägen som gör att tidsplanen inte följs. Dimensionering av omlastningsplatser anses vara en utav de mest användbara visualiseringarna.

## 5.6 Tidskritiska skeden

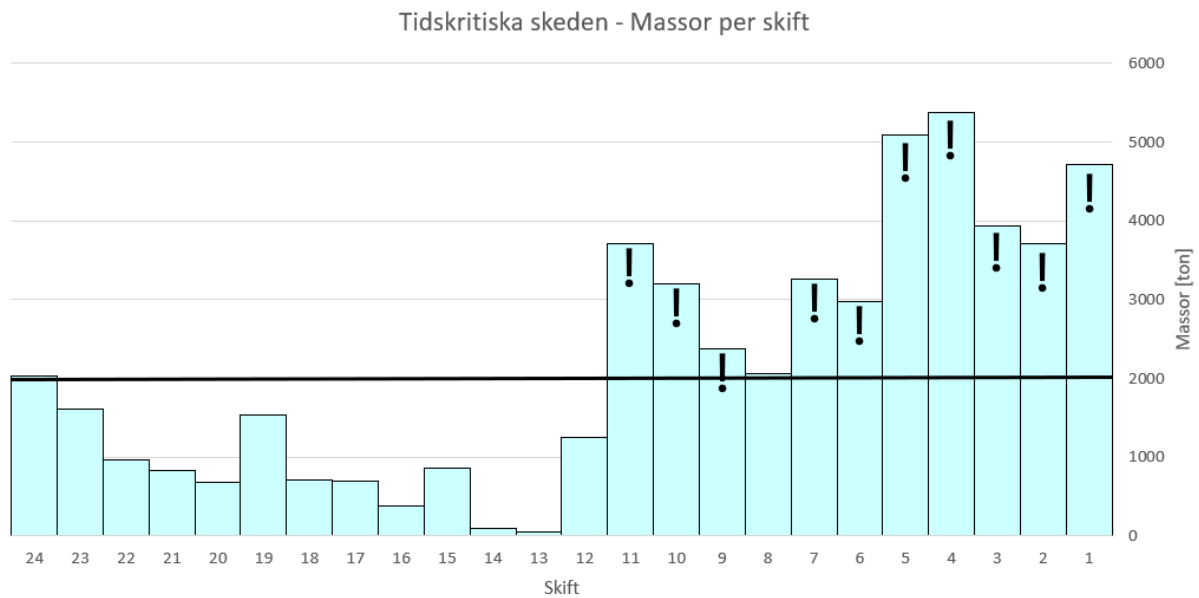
Nedan redovisas visualiseringar som på olika sätt belyser de tidskritiska skedena i spårbytet. I Figur 12 visualiseras de tidskritiska skedena med hjälp av bakgrundsfärger. Där flest massor uppkommer finns det risk för att tidskritiska skeden uppstår, därför har denna sträcka markerats i rött i Figur 12. Mellan kilometer 112 och 96 uppkommer enbart en liten mängd massor och därav förväntas inget tidskritiskt skede. Mellan kilometer 95 och 91 uppkommer det fler massor än i det gröna området, därför finns det en viss risk av ett tidskritiskt skede här, därav är området gulmarkerat.

Figur 12. Markering av tidskritiska skeden baserat på mängd schaktmassor.

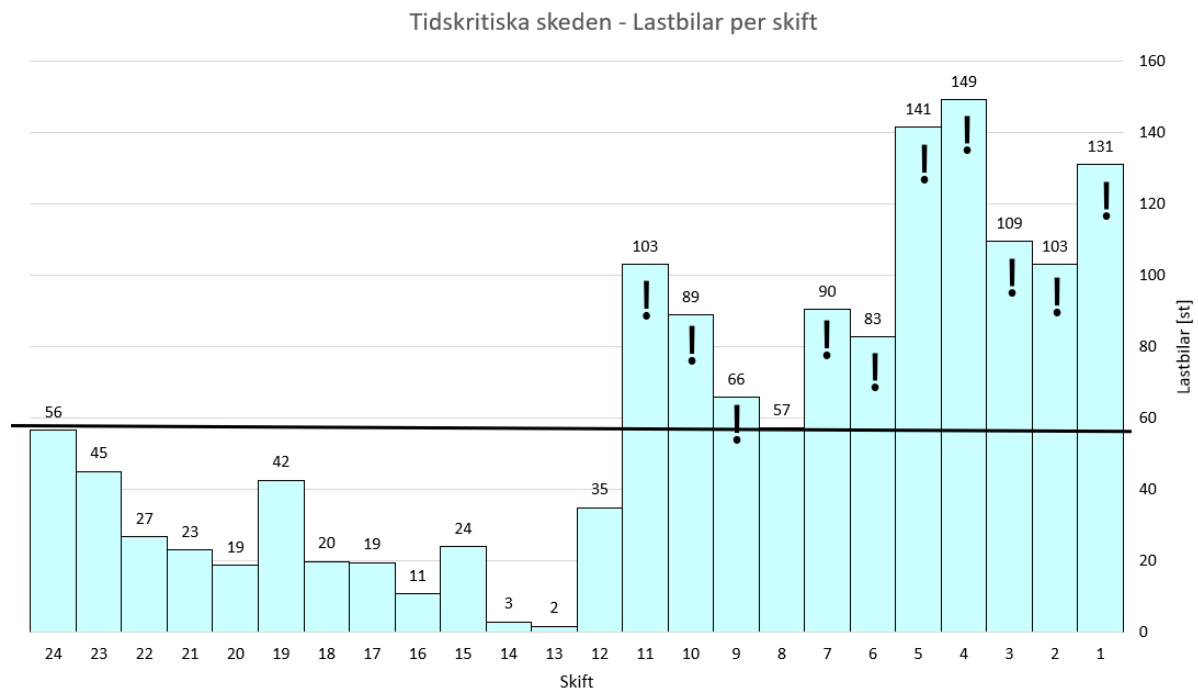


Visualisering av tidskritiska skeden har även gjorts med hjälp av markeringar i diagrammet. I Figur 13 är alla skift vars staplar som sträcker sig ovanför den svarta markeringen markerade med utropstecken. Utropstecken ska symbolisera tidskritiska skeden. Samma markering har gjorts i Figur 14.

Figur 13. Tidskritiska skeden med beaktning till max mängd uppkomna massor.



Figur 14. Markering av tidskritiska skeden med beaktning till maximalt antal lastbilar per skift.



Tidskritiska skeden har belysts på flertalet sätt genom olika symboler och färger. Detta för att visa på bredden och möjligheterna som finns inom denna visualisering. Det viktigaste är att ingenjörsmässiga bedömningar görs för att avgöra vilka delmoment som kan vara tidskritiska.

I Figur 13 och Figur 14 har en ingenjörsmässig bedömning redan genomförts. När massorna överstiger 2000 ton per skift uppstår logistiska problem enligt projektledare på spårbytet. Detta beror på att det blir svårt att transportera bort alla massor i lastbilar och dessutom finns det begränsningar hos mottagningsanläggningen gällande hur mycket massor de kan ta emot per skift. Därav har en bedömning gjorts att vid 2000 ton massor per skift, vilket

motsvarar 57 lastbilar, uppstår tidskritiska skeden. Detta redovisas i Figur 13 och Figur 14 genom en horisontell linje vid 2000 ton massor respektive 57 lastbilar/skift och ett utropstecken på de staplar som överstiger denna linje. Denna visualisering ger en tydlig indikation till projekteringsingenjören att det kommer uppstå logistiska problem och förseningar.

Det är även av stor vikt att studera skift med färre än 57 lastbilar då även dessa skift kan medföra logistiska problem. Däremot finns det fler faktorer som spelar in i logistiska problem, nämligen omlastningsplatsen utformning. Flera tillfartsväg underlättar logistiken på omlastningsplatsen och medför en snabbare upphämtning av schaktmassor. Dessutom är det effektivare med breda tillfartsvägar än smala. Tillgången till hjullastare på plats kan även bidra till att det uppstår logistiska problem.

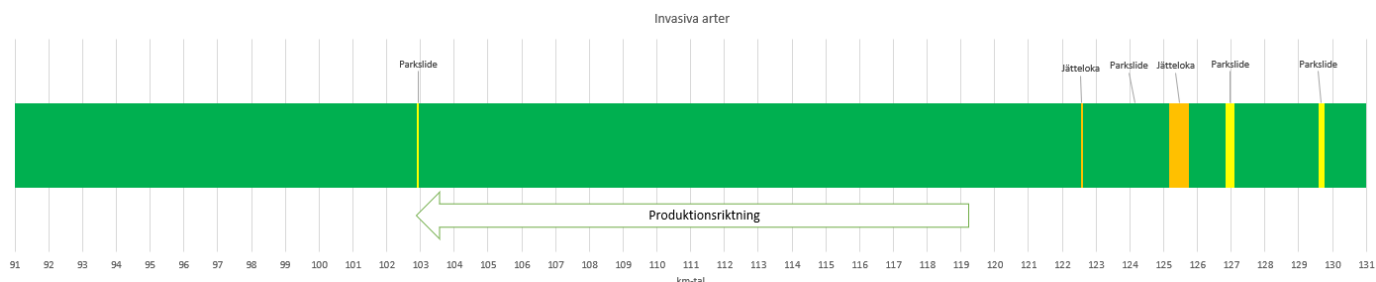
De visualiseringar som presenteras i resultatet är enbart förslag på hur tidskritiska skeden kan redovisas och uppmärksammas. Det är upp till projektören att dra slutsatser från visualiseringarna och utnyttja deras fulla potential. Det är viktigt att ha i åtanke när visualiseringar av tidskritiska skeden genomförs att hålla det enkelt så att alla berörda kan förstå.

Det finns även andra aspekter som kan medföra tidskritiska skeden. På grund utav osäkerheter kring var de kommer uppstå och hur omfattande de är, har de inte uppmärksamats i visualiseringarna. Plankorsningar, driftplatser och broanslutningar är exempel på faktorer som kan bidra till uppkomsten av tidskritiska skeden. Vid plankorsningar och broanslutningar finns det risk för att kablar sticker upp ur marken vilket medför att spårbytesmaskinen inte kan framföras där utan att orsaka skada på dem. Vid driftplatserna får inte spårbytesmaskinen plats och spårbytet behöver utföras på annat sätt. Dessutom övergår spåret från att vara enkelspår till dubbel- eller trippelspår på dessa platser, vilka tar ytterligare tid att byta ut. Tidskritiska skeden anses vara en utav de mest användbara visualiseringarna.

## 5.7 Invasiva arter

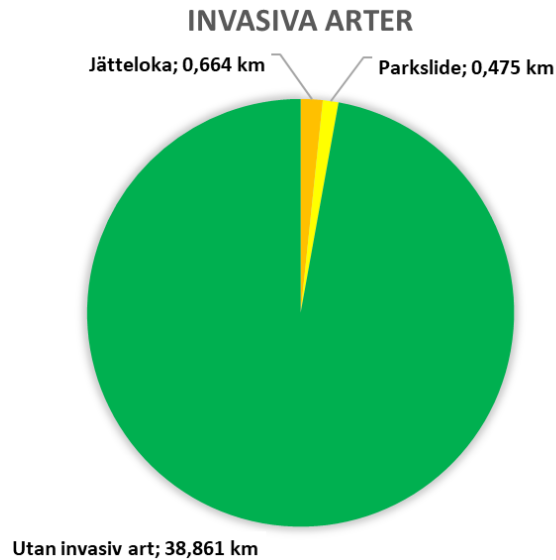
De flesta partier med invasiva arter uppstår närmare Borås vilket kan ses i Figur 15. Under hela järnvägssträckan varierar längderna på områdena med invasiva arter mellan 5m och 584m. Det längsta området består av jätteloka.

Figur 15. Uppkomst av invasiva arter för respektive kilometertal.



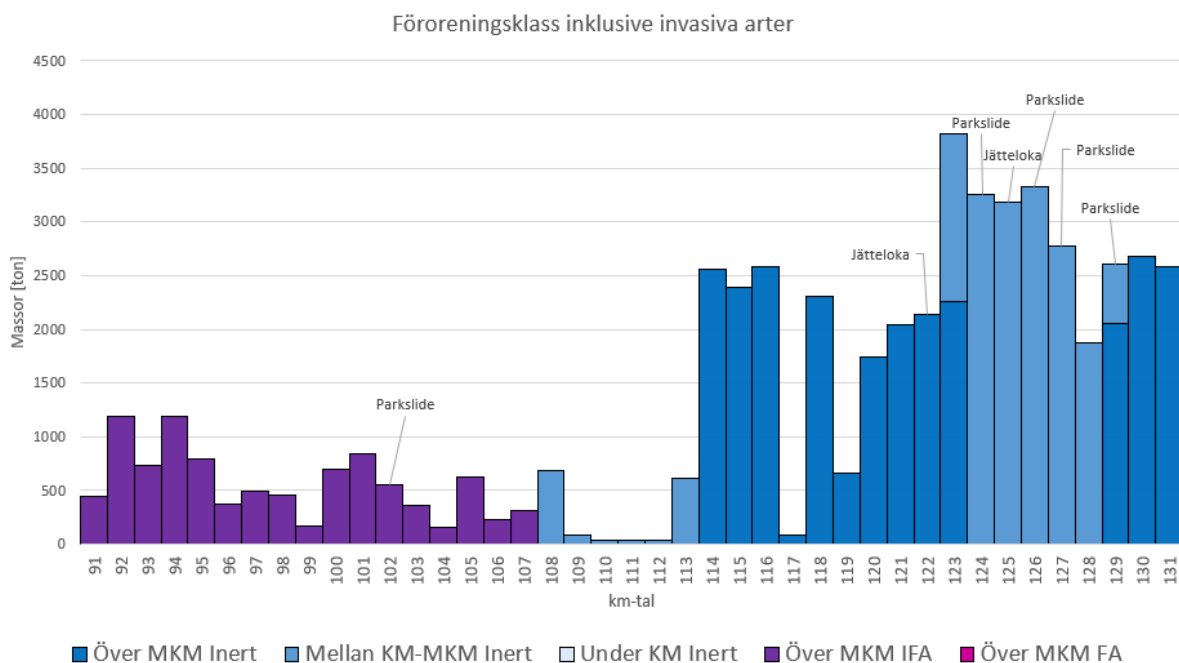
Med hjälp av Figur 16 kan det utläsas att utav hela järnvägssträckan på 40 kilometer är 38,86 kilometer inte påverkat av någon invasiv art. Längs 0,48 kilometer av den totala järnvägssträckan växer parkslide och längs 0,67 kilometer växer jätteloka.

Figur 16. Fördelning av invasiva arter.



I Figur 17 presenteras förekomsten av invasiva arter tillsammans med de uppkomna massorna. Där en stor del av de invasiva arterna har upptäckts har det även uppstått stora mängder schaktmassor. Mellan kilometer 129 och 122 finns ett bestånd av invasiva arter på alla kilometertal förutom två.

Figur 17. Markering av var det finns risk för invasiva arter i de schaktade massorna.

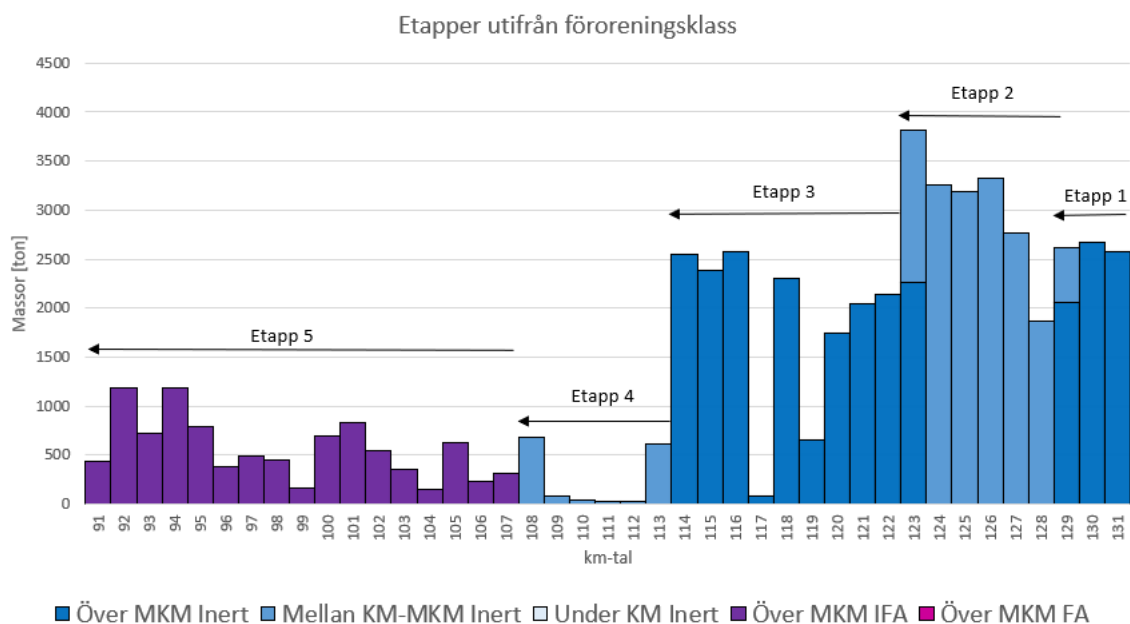


Visualiseringarna av förekomsten av invasiva arter är utformade med syfte att ge både en övergripande och detaljfokuserad bild gällande förekomsten av invasiva arter. Det tål att uppmärksamma invasiva arter flertalet gånger med tanke på hur viktigt det är att massorna hanteras på ett korrekt sätt enligt lag. Därav har visualiseringar gjorts som visar dess placering, hur stor del av sträckan de utgör samt belyst de i diagram med föroreningsklasser.

## 5.8 Etapper

I Figur 18 visas en uppdelning av etapper utifrån de olika föroreningsklasserna, detta resulterar i fem etapper av varierande längd.

Figur 18. Redovisning av etapper baserade på föroreningsklass.



En visualisering av etapper har skapat för att underlätta planeringen av framtida spårbytes projekt. I Figur 18 redovisas etappindelningen utifrån föroreningsklass. Det finns dock anledning att utveckla denna visualisering ytterligare utifrån det specifika projektets förutsättningar. Utöver föroreningsklass kan etappindelning exempelvis utföras efter:

- Omlastningsplatser
- Totala massor
- Produktionshastighet
- Mottagningsanläggningar
- Invasiva arter

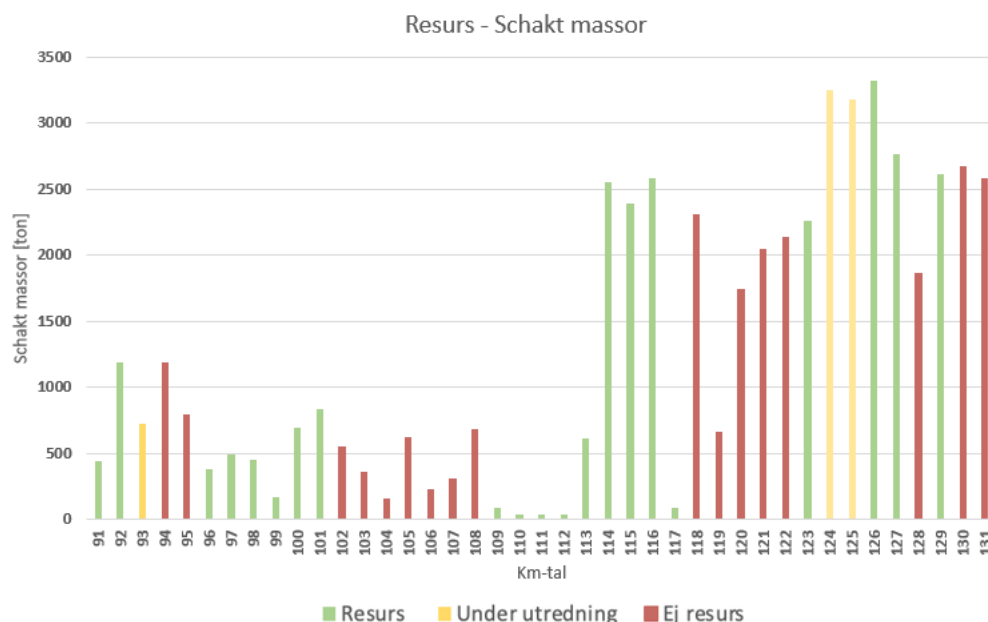
## 5.9 Resurs

Tabell 4 kan användas för att identifiera resurser från schaktmassor som är ämnade att lämna anläggningsprojektet. Siffrorna i tabellen är enbart exempel då identifiering av resurser inte ska ingå enligt avgränsningar för detta arbete. Tabellen kan sedan användas för att skapa ett diagram likt det som presenteras i Figur 19.

Tabell 4. Verktyg för identifiering av resurser

Km-tal	Volym [m <sup>3</sup> ]	Vikt [ton]	Totalhalt			Laktest			Teknisk byggbarhet enligt AMA CB/1		Säkerställd avsättning	Resurs	Användningsområde
			>KM	KM-MKM	Över MKM	Inert	IFA	FA	Materialtyp	Tjälfarlighetsklass			
91	245	441			441			441		2	1 Ja	Ja	Internt eller externt projekt
92	661	1191								6B	1 Nej	Nej	Inget, ex. deponi
93	443	797			797			797		1	2 -	Under utredning	

Figur 19. Exempel på hur resurser kan redovisas.



I spårbytesprojekt som detta uppstår stora mängder massor som antingen kan återanvändas eller köras till deponi. Är massorna lämpliga att återanvändas inom en viss tidsperiod klassas de som en resurs enligt Naturvårdsverket. Hur massorna ska hanteras efter avslutat projekt är relevant i tidigt skede av planeringen då avtal med mottagningsanläggningar och möjliga användningsområden bör klargöras så tidigt som möjligt. Därmed har en visualisering genomförts där massor klassas utifrån föroreningsklass, teknisk byggbarhet enligt AMA CB/1 och säkerställd avsättning i Tabell 4. Med hjälp av den kan projektören göra avvägningar huruvida massornas egenskaper bör klassas som en resurs och om det finns något användningsområde som massorna kan återanvändas till inom en snar framtid.

Tabellen som har skapats är enbart ett exempel på hur projektörer kan arbeta för att bestämma om massorna är en resurs eller inte. I Figur 19 har massorna färgkodats där de massor som klassas som resurs färgats gröna, massorna som inte klassas som resurs färgats röda och de massor som inte är bestämda ännu har markerats som under utredning och färgats gula. Genom att färgkoda massorna med färgerna grönt, gult och rött förstärks visualiseringen och den information som kan utläsas. Det är lämpligt att enbart redovisa schakt-massor i denna visualisering då det är dessa massor är förorenade. I Figur 19 har hela staplar färgats i en viss färg, det anses dock fördelaktigt att dela in staplarna i delintervall för mer noggrann utvärdering av massorna om det är möjligt. Denna visualisering har stor utvecklingspotential och kan vara till stor användning för att i ett tidigt skede i projekteringen kunna arbeta med hållbar resursanvändning och bidra till mera cirkulära flöden.

## 5.10 Metoddiskussion

Den utförda metoden för att skapa visualiseringarna innehåller vissa brister vilka belyses nedan och vikten av färgval tas upp. Vidare diskuteras även alternativa tillvägagångssätt för att uppfylla projektets syfte.

### 5.10.1 Enhetsomvandling

I visualiseringarna är det av stor vikt att lämpliga enheter redovisas. Då omlastningsplatserna dimensioneras är det mer relevant att arbeta med area och volym medan vid beräkning av fordonskapaciteter är viktenheter lämpligare. Även deponier arbetar utifrån vikt när de ska ta emot massor, det är därför viktigt att veta hur mycket massorna väger som lämnar anläggningsprojektet.

### 5.10.2 Felkällor

För att resultatet ska bli så tillförlitligt som möjligt är det viktigt att all data från siktanalysen är tagen på varje kilometer längs med hela sträckan som ska visualiseras. När siktanalysen utfördes, gjordes ingen mätning på kilometer 113 och följaktligen gjordes antaganden i efterhand för denna sträcka. Då det bara är en kilometer som antaganden har gjorts på anses detta inte kunna bidra till någon stor felkälla. Utifrån siktanalysen delas ballastkornen upp i sex olika storlekskategorier. Kraven gällande tillåten fraktionsfördelning är 31,5 millimeter för att få återföra ballasten till banken (Trafikverket, 2020). Därmed är det enbart denna siktkurva som redovisas i de olika visualiseringarna.

En osäkerhet är att siktanalysen enbart har utförts på ett ställe per kilometer. För att öka tillförlitligheten ytterligare skulle flera siktanalyser kunna utföras på flera ställen inom en viss kilometer.

Vid skapandet av visualiseringarna gjordes flera avrundningar och förenklingar för att underlätta beräkningarna, vilket har bidragit till delvis felaktiga data. Avrundningarna och förenklingarna som gjorts anses inte vara godkända ur ett projekterings syfte, däremot syftar inte detta arbete till att skapa visualiseringar som är underlag till projektering. Av den anledning anses de flesta avrundningar och förenklingar inte ha påverkat resultatet till en betydande grad.

Intervallen där olika siktprover gjordes och mängden uppkomna massor stämmer inte överens vilket resulterade i avrundningar i mängden uppkomna massor vid vissa kilometertal. Det samma gällde även vid uppdelningen av olika föroreningsklasser.

Vid dimensionering av omlastningsplatser spelar många olika antaganden in i det slutgiltiga resultatet. Antagandet i detta projekt gällande höjd och rasvinklar är antagligen inte godkända för alla omlastningsplatser då det är viktigt att utgå ifrån geologiska förutsättningar. Sättningar kan ske ifall marken överbelastas. Vid tidigare projekteringar utförda av Trafikverket har dimensioneringen av omlastningsplatser utgått från att massorna placeras i högar i form av kuber vilket inte är rimligt.

### 5.10.3 Färgval

Färgen som används i diagram kan ha stor betydelse och är därför en viktig del av visualiseringen. Människan blir påverkad av färger på varierande sätt och uppfattar dem olika

(Måsén & Romberg, 2012). Exempelvis anses färgen röd vara farlig och används därför i trafikljus, medan grönt anses tryggt och hälsosamt. Förslagsvis bör massorna utvärderas och visualiseras med dessa två färger när det ska tas fram vad som är en resurs. Detta för att göra det tydligt vad som faktiskt kan återanvändas och vad som inte kan det. Med tanke på att detta arbete inte ska bestämma vad som är resurser används så neutrala färger som möjligt i diagrammen. Blå, lila och rosa har inte alls samma koppling till bra eller dåliga känslor som grönt och rött har. Dessa tre färger används därför i diagram som visar föroreningsklasser eftersom delar av dessa massor kan vara resurser och andra delar inte.

Visualiseringarna för invasiva arter har inslag av grönt. För att det anses tydligt att på så sätt visa att inga invasiva arter finns på den sträckan, vilket är bra. För visualiseringarna kopplade till skift användes en ljusblå för att undvika förvirring kring om det har med föroreningsklasser eller resurser att göra. Med den ljusblå färgen anses det tydligt att dessa inte har med föroreningsklass att göra. Samma ljusblå färg användes även i Figur 2 för att även där visa att totala massor inte har en koppling till föroreningsklass. En aprikosfärg användes för att visa fyllnadsmassorna i samma figur. Det är den enda gången denna färg används eftersom fyllnadsmassorna inte visualiseras i fler figurer.

När färgkartan i Tabell 3 skapades togs nio kategorier fram. Fyra av dessa kategorier har inte använts i visualiseringarna. Detta beror på att dessa kombinationer inte förekommer i praktiken (Claesson, 2022).

#### 5.10.4 Alternativa metoder för projektet

För att vidare utveckla arbetet och få ett noggrannare resultat skulle några delar kunna fördjupas:

- Vid bestämningen av produktionshastighet gjordes det endast med avseende på uppkomna massor utan att väga in andra faktorer som till exempel om det finns plankorsningar eller liknande på sträckan. Produktionshastigheten är också begränsad till kilometertal i detta arbete något som skulle kunna justeras och göras på andra sätt för att ett noggrannare resultat ska kunna uppnås.
- Omlastningsplatserna i detta arbete är placerade där de placerades i det verkliga projekt som genomförts i Borås-Herrljunga. Om detta i stället gjorts utefter de uppkomna massorna hade omlastningsplatserna kunnat bli mer lika i storlek och en mer jämn arbetsbelastning på omlastningsplatserna hade kunnat uppnås.
- Nyttjandegraden hade kunnat bestämmas noggrannare då den nu endast är baserad på ett värde som angivits av Fredrik Winterås på Trafikverket. Här kunde en noggrannare dimensionering varit möjlig om en vägning av alla faktorer som påverkar nyttjandegraden vägts in.
- I den visualisering som gjorts i detta arbete har endast ballastreningen tagits i beaktning. Om alla aktiviteter som finns vid ett spårbytesprojekt visualiserats skulle det vara möjligt att identifiera fler tidskritiska skeden och tydligare kunna visualiseras hur arbetsbelastningen sett ut under projektet.

## 6. Rekommendationer för projektörers vidare arbete

För att underlätta beräkningarna som behöver göras innan en visualisering är det viktigt att alla tabeller med data alltid utgår från kilometertal inklusive metertal. Geografiskt område kan sedan ingå som en separat visualisering och bör inte utesluta exakt position.

Omlastningsplatsernas placering och storlek bör dimensioneras sist i processen, se Figur 1, för att kunna utgå från de mest tidskritiska skedena.

För att utveckla visualiseringen ytterligare går det att ha med bilder i diagrammen. Ett exempel är att lägga in bilder på ballasten i järnvägen längs alla kilometertal i siktanalysdiagrammet, för att projektörer ska få en erfarenhetsmässig bild av hur exempelvis produktionstakten kommer att se ut. Det finns ett verktyg på Trafikverkets hemsida för vägar, PMSV3, där det går att se egenskaperna för vägen längs alla sträckor (Trafikverket, 2013). Detta är något som skulle kunna skapas för järnvägen med, då det kan bidra till en ytterligare erfarenhetsmässig bedömning.

När det gäller invasiva arter är det viktigt att hålla data uppdaterad, med tanke på att de sprider sig lätt. Skapandet av en databas som kontinuerligt hålls uppdaterad av lokalisering invasiva arters bestånd hade varit nyttigt och underlättat arbetet. Det är av stor vikt att inventeringen av invasiva arter sker på försommaren då deras växtlighet är som störst.

En viktig aspekt i projektering är att kunna dra slutsatser från tidigare projekt. För att kunna göra detta på enklast sätt bör uppföljning av de riktiga resultaten föras in i diagrammen i efterhand. På så vis kan även nya projekt utnyttja visualiseringarna.

Då resurser har blivit en viktig del av masshanteringen bör även dessa visualiseras. Tabell 4 och Figur 19 är en bra grund till hur detta kan gå till. Genom en visualisering av massor som är resurser finns det större chans att de faktiskt återanvänds i stället för att hamna på deponier.

## 7. Samhällsaspekter

Projektet relaterar till en viktig samhällsaspekt nämligen klimatpåverkan. Med hjälp av visualiseringarna kan massflöden optimeras och på så sätt kan återanvändning samt återvinning av massor ske i större utsträckning samtidigt som onödiga transporter och deponering minimeras. Om återvinning av massor som innehåller föroreningar ökar innebär det en viss risk för föroreningarna att spridas i den nya miljön och det är därför nödvändigt att dessa massor renas på ett lämpligt sätt. Det är även av stor vikt att massor som återanvänds måste ha tillräckligt god kvalitet och uppnår kraven för den nya konstruktion de ska användas i.

Med hjälp av en tydlig visualisering kan resurser identifieras och sedan användas till lämpliga projekt i stället för att deponeras. Ytterligare en fördel med visualisering av massor är att tidskritiska skeden identifieras och kan därmed förebyggas eller hanteras bättre. Genom ett välplanerat anläggningsprojekt med en tydlig plan för masshantering hinner massor tas om hand på ett lämpligt sätt. Ordentligt dimensionerade omlastningsytor skapar möjligheten för massor med olika föroreningsklasser att läggas i olika högar, vilket därmed hindrar kontamination av mindre förorenade massor. Förhoppningen med visualiseringen är att den ska implementeras i projekteringsarbetet och skapa ett förändrat beteende vid hanteringen

av massor i anläggningsprojekt. Till följd av ett förändrat beteende kommer cirkulär ekonomi kunna utgöra en större del inom byggsektorn och hjälpa till att uppnå målet God bebyggd miljö.

## 8. Slutsats

Genom att bearbeta tabeller till visuellt lättolkade diagram kan möjliga problem inom projektet belysas och åtgärdas redan i projekteringsstadiet. Visualiseringarna kan därmed leda till bättre planering som bidrar till att tidsplanen och budgeten hålls.

Bland de visualiseringarna som genomförts anses ett antal visualiseringar mest användbara. Dessa redovisas nedan:

- Transportbehov: Figur 6, Figur 7, Figur 8 och Figur 9
  - Beräkningen av transportbehovet ger en tydlig indikation på om det kan uppkomma problem med logistiken på omlastningsplatserna och ger även nödvändig trafikinformation till kommunen.
- Dimensioneringen av omlastningsplatsens area: Figur 10 och Figur 11
  - Informationen från dessa diagram kan användas som ett verktyg för att minimera logistiska problem och därmed eliminera tidskritiska skeden.
  - Genom att visualisera omlastningsplatserna kan även information om massornas olika föroreningsklasser och mängden massa på en omlastningsplats belysas.
- Visualisering av tidskritiska skeden: Figur 12, Figur 13 och Figur 14
  - Dessa visualiseringar ger en tidig indikation om det kommer uppstå problem under projektet som kan förebyggas och därmed kan tid, pengar och resurser optimeras. Det är således ett kraftfullt verktyg som borde inkluderas i alla spårbytesprojekt.

Följande områden är viktiga aspekter inom masshantering och kan med fördel utvecklas av projektörer:

- Resurser: Tabell 4 och Figur 21
  - Identifiering av resurser och tillhörande visualiseringar bör vidareutvecklas för att alltmer kunna implementera en cirkulär ekonomi i spårbytesprojekt.
- Erfarenhet
  - En utveckling av visualiseringarna är att inkorporera bilder för att addera en erfarenhetsmässig aspekt.
- Uppföljning
  - Visualiseringarna kan utvecklas ytterligare genom att inkludera utfallet av spårbytet i diagrammen. På så sätt kan projektörer i framtiden reflektera och dra slutsatser inför kommande projekt.

## Referenser:

- Claesson, J. (2022). In C. Borre, O. Jansson, K. Olsson, & L. Persson (Eds.).
- Cullhed, L., Eriksson, M., Jansson, S., Nyström, K., Odervång, S., Persson, Y., Styffe, S., & Tomczak, L. (2022). *Juridisk tolkning och tillämpning av lagstiftning för masshantering*. Trafikverket.
- Infranord. (2012). *Ballastrening för ett bra spåräge*.  
[https://www.infranord.se/media/2932/ballastrening\\_infranord\\_120411.pdf](https://www.infranord.se/media/2932/ballastrening_infranord_120411.pdf)
- Lindvall, P., Lidström, V., & Sundahl, A.-C. (2009). *FASTLÄGGNING AV TUNGMETALLER I TVÅ ÖVERSILNINGSYTOR FÖR TRAFIKDAGVATTEN I MALMÖ*.  
[https://www.tidskriftenvatten.se/wp-content/uploads/2017/04/48\\_article\\_3847.pdf](https://www.tidskriftenvatten.se/wp-content/uploads/2017/04/48_article_3847.pdf)
- Måsén, P. J., & Romberg, M. (2012). *Är det dags att byta färg?* [Södertörns högskola].  
<http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:545218/FULLTEXT01.pdf>
- Naturvårdsverket. (2009). *Riktvärden för förorenad mark*.  
<https://www.naturvardsverket.se/globalassets/media/publikationer-pdf/5900/978-91-620-5976-7.pdf>
- Naturvårdsverket. (2018). *Avfallsmängder i Sverige*. Naturvårdsverket.  
<https://www.naturvardsverket.se/data-och-statistik/avfall/avfallsmangder/>
- Norberg, E. (2019). *Effekten av olika typer av biokol på metallers löslighet i förorenad urban jord* [Uppsala Universitet]. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1348769/FULLTEXT01.pdf>
- Renova Miljö. (2007). *MOTTAGNINGSKRITERIER FÖR AVFALL TILL DEPONI/ANLÄGGNINGSÄNDAMÅL*. In.
- Rosén, L., Norrman, J., Nordzell, H., Söderqvist, T., Bergman, J., Hedtjärn, J., Norin, M., Brinkhoff, P., Garcao, R., & Bergendahl, N. (2020). *Cirkulär hantering av förorenade massor*.  
<https://www.chalmers.se/sv/centrum/frist/nyheter/Documents/Slutrapport%20ReSource%20Chalmers%2044268-1%20Publicering%20200512.pdf>
- Smekal, A., Li, M., Bashiry, E., Wall, S.-E., Berggren, E., & Larsson, D. (2016). *Tunga transporter på befintlig järnväg, bärighetskrav och bärighetsåtgärder*. Trafikverket.
- Stjernkvist, L., & Clark, T. (2021). Hemställan om tilläggsdirektiv till kommittédirektiv om undantag från avfallsskatt och avfallsförbränningsskatt (Fi 2021:05). In. *Avfall Sverige*.
- Sveriges Miljömål. (2021). *Sveriges 16 miljökvalitetsmål*. <https://www.sverigesmiljomal.se/>
- Trafikverket. (2013). *PMSV3*. <https://pmsv3.trafikverket.se/>
- Trafikverket. (2018). *Så funkar ett spårbyte* YouTube, Trafikverket.  
<https://www.youtube.com/watch?v=uoNmMb1lxbU>
- Trafikverket. (2019a). *Markteknisk undersökningsrapport, Miljöteknik*.
- Trafikverket. (2019b). *PM Masshanteringsplan*.
- Trafikverket. (2020). *Makadamballast* (TRVINFRA-00019).
- Trafikverket. (2021a). *Fjärrstyrning och spårbyte, Herrljunga–Borås - klart!*  
<https://www.trafikverket.se/nara-dig/Vastra-gotaland/vi-bygger-och-forbatttrar/upprustning-och-modernisering-av-jarnvagen-i-borasomradet/herrljunga-boras-fjarrstyrning-sparbyte/>
- Trafikverket. (2021b). *Järnkoll på spåren*. Trafikverket. <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/jarnvag/jarnkoll-fakta-om-den-svenska-jarnvagen/jarnkoll-pa-sporen/>
- Winterås, F. (2022a). 654 Herrljunga-Borås Parkslide och eller Jätteloka. In C. Borre, O. Jansson, K. Olsson, & L. Persson (Eds.), (Excel fil ed.).
- Winterås, F. (2022b). *Chalmers masshantering Borås-Herrljunga*. In.

# Bilagor

## Bilaga A - Siktanalys

Tabell A.1. Data från siktanalys för spårbytesprojektet Borås-Herrljunga (Trafikverket, 2019a).

PROV	MM	63* 10 <sup>3</sup>	125* 10 <sup>3</sup>	0,25	0,5	1	2	4	5,6	8	11,2	16	22,4	31,5	45	63	90
91MO2	%	0,1	1	2	3	4	5	6	6	7	8	9	11	20	75	100	
92MO2	%	2,8	5	8	14	21	27	31	33	35	38	41	44	54	86	99	100
93MO2	%	1,5	2	4	6	9	12	14	15	16	17	19	22	33	84	100	
94MO2	%	3,1	4	7	13	24	31	36	38	41	43	45	47	54	84	99	100
95MO2	%	1,1	2	4	8	12	15	18	19	20	21	23	26	36	81	100	100
96MO2	%	0,9	2	5	8	9	10	11	11	12	12	13	14	20	75	100	
97MO2	%	0,8	2	5	8	10	11	12	12	13	14	15	16	26	81	100	100
98MO2	%	1,3	3	6	10	13	14	15	15	16	16	17	18	24	73	100	
99MO2	%	0,3	0	1	1	1	1	1	1	2	2	2	4	9	67	100	
100MO2	%	2,5	4	6	10	15	18	21	23	25	27	29	31	37	70	100	100
101MO2	%	2	3	5	8	11	14	16	17	19	19	21	23	28	67	100	
102MO4	%	1,6	3	4	8	11	13	15	15	17	18	19	20	29	73	100	
103MO2	%	2,1	3	5	7	9	10	11	11	12	12	13	14	19	70	100	
104MO4	%	0,2	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	8	73	100	
105MO4	%	1,6	3	7	13	18	22	24	25	26	27	28	29	33	73	100	
106MO4	%	0,4	1	2	3	4	4	4	4	4	4	5	5	12	75	100	
107MO4	%	1,1	2	4	6	9	11	12	13	14	14	15	17	24	74	100	
108MO4	%	1,4	3	5	10	14	16	18	19	20	22	23	25	32	77	100	
109MO4	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	8	70	99	100
110MO4	%	0,1	0	0	1	1	1	1	1	2	2	2	2	6	52	99	100
111MO4	%	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	7	70	100	
112MO4	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	80	100	
114MO1	%	6,5	10	17	31	46	57	65	68	72	75	81	88	93	98	99	100
115MO1	%	2,3	4	9	24	39	49	56	59	62	64	71	78	87	95	99	100
116MO1	%	8,6	14	22	38	53	64	71	75	78	80	84	90	94	98	100	
117MO1	%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	40	97	100
118MO1	%	3,6	6	10	21	34	46	54	57	61	64	70	77	84	93	100	
119MO1	%	1,1	2	4	6	9	11	12	13	14	14	15	17	24	74	100	
120MO1	%	2,8	5	12	27	38	46	51	53	55	57	60	66	75	93	99	100
121MO2	%	5,4	8	15	30	44	56	64	68	71	74	78	83	88	97	100	
122MO2	%	4,6	8	15	27	39	51	60	64	68	70	75	84	92	97	100	
123MO2	%	4,1	7	11	19	27	34	38	40	42	44	53	76	97	100	100	
124MO2	%	4,8	7	12	26	45	57	65	68	72	75	80	87	94	98	100	
125MO2	%	3,7	6	13	27	41	51	58	61	64	68	74	84	92	97	98	100
126MO2	%	6,9	11	19	37	54	67	75	79	82	85	89	93	96	98	100	
127MO3	%	2,9	5	9	23	36	45	51	54	56	59	64	72	80	89	100	
128MO3	%	3,5	6	10	19	27	33	37	38	40	42	43	46	54	91	100	100
129MO3	%	3,5	6	13	29	43	53	59	61	65	68	72	77	84	91	99	100
130MO3	%	6	9	15	26	38	48	54	57	60	64	68	76	86	94	100	
131MO3	%	3,7	6	10	20	32	40	46	49	51	54	61	73	83	94	100	

## Bilaga B - Sammanställning av massor

Tabell B.1. Sammanställning av massor från ballastrening och ballastkomplettering samt föroreningsklass (Trafikverket, 2019b).

Sträcka	Geografisk Ort	Ballastkomplettering 32-64 mm DCH.331 Fall B (m <sup>3</sup> )	Schakt Fall A 31,5 - 64 mm CBB.45 (m <sup>3</sup> )	Schakt Fall B 0-31,5 mm CBB.45 (m <sup>3</sup> )	Schakt Fall B 0-4 mm CBB.45 (m <sup>3</sup> )	Över MKM 0-31,5 mm (m <sup>3</sup> )	KM-MKM 0-31,5 mm (m <sup>3</sup> )	Typ av avfall
KM 90+800 - 91+000	Hr	73,3	322	40	22	40		Icke-farligt avfall
KM 91+000 - 95+500	Hr-Lju	3512	5354	2311	1616	2311		Icke-farligt avfall
KM 95+500 - 95+750		157	290	102	71	102		Icke-farligt avfall
KM 95+750 - 100+250	Hr-Lju	2398	6343	1103	811	1103		Icke-farligt avfall
KM 100+250 - 100+500	Lju-Boa	200	248	111	76	111		Icke-farligt avfall
KM 100+500 - 101+480	Lju	624	1281	465	319	465		Icke-farligt avfall
KM 102+340 - 106+750	Lju	1773	6617	1062	856	1062		Icke-farligt avfall
KM 106+750 - 107+500	Lju-Boa	253	1157	173	124	173		Icke-farligt avfall
KM 107+500 - 113+250	Boa-Fra	1817	9312	709	479		709	Inert avfall
KM 113+250 - 113+500	Boa	107	389	111	84		111	Inert avfall
KM 114+340 - 118+500	Boa	5439	2583	5009	3721	5009		Inert avfall
KM 118+500 - 118+750	Boa-Ffl	342	105	352	247	352		Inert avfall
KM 118+750 - 119+440	Fra	615	718	516	362	516		Inert avfall
KM 120+300 - 123+250	Fra	4444	1143	4163	3033	4163		Inert avfall
KM 123+250 - 123+500	Fra-Ffl	362	122	388	194	388		Inert avfall
KM 123+500 - 129+000	Fra-Ffl, Ffl-Nosk	8713	2318	7694	5569		7694	Inert avfall
KM 129+000 - 129+250	Nosk-Bs	400	92	307	235		307	Inert avfall
KM 129+250 - 132+500 (exkl. växel 1a Nosk)	Bs	4619	1448	4369	2979	4369		Inert avfall
KM 132+500 - 132+900	Bs	436	164	493	302	493		Inert avfall
<b>Totalt (m<sup>3</sup>)</b>		<b>36283</b>	<b>40008</b>	<b>29479</b>	<b>21101</b>	<b>20658</b>	<b>8821</b>	

## Bilaga C – Invasiva arter

Tabell C.1. Sammanställning av invasiva arter på från inventering (Winterås, 2022a).

Information om ny Parkslide och/eller Jätteloka												
Anmälare	Typ av bestånd	Var?										
		Jätteloka eller Parkslide?	Plats tex adress	UH-distrikt	Kommun	Ev. driftplats, platsbeskrivning	Bandel	Spår nr	UPS/NSP/E mm	Från km	Från m	Till km
Fredrik Winterås, lvvaj2, fredrik.winteras@trafikverket.se	Jätteloka	Frufällan - Sparsör	Väst	Borås stad		654	Huvudspår		125	166	125	750
Fredrik Winterås, lvvaj2, fredrik.winteras@trafikverket.se	Jätteloka	Sparsör	Väst	Borås stad		654	Huvudspår		122	540	122	620
Fredrik Winterås, lvvaj2, fredrik.winteras@trafikverket.se	Parkslide	Nordskogen, stickspår	Väst	Borås stad		654	Huvudspår		129	600	129	750
Fredrik Winterås, lvvaj2, fredrik.winteras@trafikverket.se	Parkslide	Frufällan	Väst	Borås stad		654	Huvudspår		126	840	127	10
Fredrik Winterås, lvvaj2, fredrik.winteras@trafikverket.se	Parkslide	Frufällan	Väst	Borås stad		654	Huvudspår		124	135	124	140
Fredrik Winterås, lvvaj2, fredrik.winteras@trafikverket.se	Parkslide	Ljung	Väst	Herrljunga kommun		654	Huvudspår		102	900	102	960

**INSTITUTIONEN FÖR ARKITEKTUR OCH  
SAMHÄLLSBYGGNADSTEKNIK  
CHALMERS TEKNISKA HÖGSKOLA**

Göteborg, Sverige 2022  
[www.chalmers.se](http://www.chalmers.se)



**CHALMERS**