

Thesis 287

Drift och underhåll av grusvägar

Tillståndsbedömning samt analys av bärförmåga och
gruslitage

Erik Olin

Trafik och Väg
Institutionen för Teknik och Samhälle
Lunds Tekniska Högskola
Lunds Universitet



Copyright © Erik Olin

LTH, Institutionen för Teknik och samhälle
CODEN: LUTVDG/(TVTT-5254)/1-167/2016
ISSN 1653-1922

Tryckt i Sverige av Media-Tryck, Lunds universitet
Lund 2016

Examensarbete

CODEN:
167/2016

LUTVDG/(TVTT-5254)/1-

Thesis / Lunds Tekniska Högskola, ISSN 1653-1922
Institutionen för Teknik och samhälle,
Trafik och väg, 287

Author: Erik Olin
Title: Drift och underhåll av grusvägar- Tillståndsbedömning samt analys av bärförmåga och gruslitage
English title: Operation and Maintenance of Gravel Roads- Condition classification and analysis of bearing capacity and gravel surface course
Language Svenska
Year: 2016
Keywords: Grusvägar; Drift och underhåll; Nedbrytning; Tillståndsbedömning; Bärförmåga; Kornstorleksfördelning; Organisk halt
Citation: Erik Olin, Drift och underhåll av grusvägar- Tillståndsbedömning samt analys av bärförmåga och gruslitage. Lund, Lunds universitet, LTH, Institutionen för Teknik och samhälle. Trafik och väg 2016. Thesis. 287

Abstract:

An extensive part of the road network in Sweden still consists of gravel roads, but operation and maintenance of these roads is complex due to the Swedish climate and the low traffic volume. This report further examines how operation and maintenance of gravel roads is executed and how it can be done in a cost effective way. In order to do so, the report contains both a literature study and a field study. The literature study provides essential information about different operation and maintenance methods, the deterioration process of a road construction, different types of damages on gravel roads and different ways of performing condition classifications. The field study of this report was carried out in the area of Bjäre-Åsbo, Skåne County. Visual condition classifications and measurements of the bearing capacity were carried out for chosen gravel roads in this area along with analysis of the surface course's grain size distribution and organic content.

Results from this report show that water has a huge impact on the condition of a gravel road, both in terms of the surface condition and the bearing capacity. Results also stress the importance of an appropriate grain size distribution and thickness of the surface course. By ensuring that the road also has an adequate crossing gradient, operation and maintenance costs can be reduced. Furthermore, execution of edge cutting and gravel recycling seems to improve the grain size distribution of the surface course but also to slightly increase its organic content.

Trafik och väg
Institutionen för Teknik och samhälle
Lunds Tekniska Högskola, LTH
Lunds Universitet
Box 118, 221 00 LUND

Transport and Roads
Department of Technology and Society
Faculty of Engineering, LTH
Lund University
Box 118, SE-221 00 Lund, Sweden

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte	2
1.3	Tillvägagångssätt	2
1.3.1	Metod	2
1.3.2	Kort introduktion till Driftområde Bjäre-Åsbo	3
1.4	Avgränsningar	4
1.5	Rapportens disposition	4
2	Teori	5
2.1	Grusvägens konstruktion och vägform	5
2.2	Faktorer som bidrar till nedbrytning	6
2.2.1	Väggroppen	7
2.2.2	Trafiken	7
2.2.3	Klimatet	7
2.2.4	Hyvling och plogning	8
2.3	Skadetyper	9
2.3.1	Slaghål (potthål)	9
2.3.2	Korrugering (tvättbräda)	9
2.3.3	Vägdamm	10
2.3.4	Löst grus	11
2.3.5	Tjälskador	11
2.3.6	Spårbildning	13
2.3.7	Bristfällig avvattning och dränering	14
2.4	Metoder för drift och underhåll	14
2.4.1	Hyvling	14
2.4.2	Dammbindning	15
2.4.3	Dikning och dikesrensning	18
2.4.4	Kantskärning och grusåtervinning	18
2.4.5	Grusning	18
2.4.6	Sladdning	19

2.4.7	Flickning	19
2.5	Kostnadseffektiv(t) drift och underhåll	20
2.5.1	Allmänt	20
2.5.2	Aspekter för reducerade drift- och underhållskostnader	22
2.6	Tillståndsbedömning av grusvägar	23
2.7	Mätmetoder och provtagning	25
2.7.1	Bestämning av bärförmåga	25
2.7.2	Vägytemätningar och mätning av tvärfall	28
2.7.3	Mätning av tjäldjup	28
2.7.4	Provtagning	29
3	Fallstudie	30
3.1	Beskrivning av utvalda vägar	30
3.2	Förutsättningar	32
3.3	Utförande	32
3.3.1	Okulär tillståndsbedömning	32
3.3.2	Mätning och analys av bärförmåga	32
3.3.3	Provtagning och analys av grusslitage	33
4	Resultat	36
4.1	Okulär tillståndsbedömning av utvalda vägar	36
4.1.1	Väg 1850	36
4.1.2	Väg 1873 (Södra delen)	37
4.1.3	Väg 1873 (Norra delen)	39
4.1.4	Väg 1891	41
4.1.5	Sammanställning	42
4.2	Bärförmåga på utvalda vägar	43
4.2.1	Bärighetsmätning 1	46
4.2.2	Bärighetsmätning 2	48
4.2.3	Standardavvikelse och variationskoefficient	50
4.3	Jämförelse av vägar utifrån okulär tillståndsbedömning och bärförmåga	52
4.4	Analys av grusslitage	54
4.4.1	Kornstorleksfördelning	54
4.4.2	Organisk halt	59
5	Genomfört underhållsarbete	61
5.1	Utförande av kantskärning och grusåtervinning på v.1890	61

5.2	Åtgärder på övriga vägar	64
6	Diskussion och slutsatser	65
6.1	Resultatdiskussion	65
6.2	Metoddiskussion	66
6.3	Slutsatser	67
6.3.1	Förslag på fortsatta studier	68
	Referenser	69
	Bilagor	73

Förord

Detta examensarbete utfördes i samarbete med Avdelningen för Trafik och Väg vid Lunds Tekniska Högskola (LTH) och Peab Anläggning AB under hösten 2015 och vintern 2016. Arbetet omfattar 30 hp och utgör det sista momentet i Civilingenjörsutbildningen Väg- och Vattenbyggnad, 300 hp.

Ett stort tack riktas till mina handledare på Peab Anläggning AB, Rickard Svensson och Lars Sellgren, för er hjälp och ert engagemang under arbetets gång. Vidare vill jag tacka min examinator Ebrahim Parhamifar och min handledare Sven Agardh på LTH för att ni svarat på frågor, kommit med förslag och på andra sätt hjälpt till att styra detta arbete i rätt riktning.

Jag vill också passa på att tacka Eurofins i Kristianstad för hjälp med bestämning av organisk halt samt Lunds Tekniska Högskola och Peab Anläggning AB som ställde upp och sponsrade detta.

Slutligen vill jag även passa på att tacka alla på Peab Anläggning i Malmö och Peab Vägservice i Örkelljunga för såväl intressanta diskussioner som för upplåten arbetsplats.

Erik Olin

Lund, februari 2016

Sammanfattning

Det statliga vägnätet i Sverige omfattar idag nästan 100 000 km väg varav ungefär en femtedel är grusvägar. Grusvägar är, trots att de är lågtrafikerade, ofta av fundamental betydelse för landsbygd, rekreation och näringsliv. Det svenska klimatet bidrar till att egenskaperna hos en grusväg förändras under året. Detta innebär att nedbrytningen ofta blir påtaglig vilket i sin tur ställer stora krav på att drift- och underhållsarbetet sker på ett anpassat och kostnadseffektivt sätt.

Detta arbete syftar, genom en litteraturstudie och en fallstudie, till att besvara hur olika faktorer bidrar till nedbrytningen av grusvägar, vilka metoder som används för drift- och underhållsarbete och hur detta arbete kan genomföras på ett kostnadseffektivt sätt. Vidare syftar arbetet även till att besvara hur tillståndsbedömning av grusvägar sker samt till att studera hur kantskärning och grusåtervinning påverkar grusslitlagrets kornstorleksfördelning och organiska halt.

Av arbetet framgår att nedbrytningen av en grusväg är ett resultat av en eller flera samverkande faktorer. Trafiken och klimatet anges ofta som de två faktorer med störst påverkan på nedbrytningen, men även materialet i vägkroppen och utförandet av olika drift- och underhållsåtgärder har betydelse. De vanligaste drift- och underhållsmetoderna för grusvägar innefattar hyvling, dammbindning, dikning och dikesrensning, kantskärning och grusåtervinning, grusning, sladdning och flickning. Som regel ökar både kostnaderna och omfattningen av olika drift- och underhållsåtgärder desto senare i vägens tillståndsskede som de utförs. Dock är de ekonomiska konsekvenserna av ett eftersatt underhåll mindre för grusvägar jämfört med för belagda vägar. Genom att framförallt se till så att grusslitlagret har rätt kornstorleksfördelning och tjocklek samt att vägen innehar tillräckligt tvärfall kan drift- och underhållskostnaderna reduceras.

Tillståndsbedömning av grusvägar sker huvudsakligen okulärt enligt gällande metodbeskrivning. Andra metoder så som vägytemätningar och provtagning kan användas som komplement till okulär tillståndsbedömning alternativt för att kontrollera att en väg uppfyller gällande krav. I de fall då behov finns att långsiktigt förbättra en grusväg kan en förundersökning göras. I förundersökningen ingår bland annat att utföra en bedömning av vägens tillstånd, vilket då kan ske genom antingen erfarenhetsbedömning, skadeinventering och/eller mätning av bärförmåga.

I Trafikverkets Driftområde Bjäre-Åsbo i Skåne Län genomfördes i detta arbete okulära tillståndsbedömningar och mätningar av bärförmåga på Väg 1850, 1873 och 1891. Utifrån resultaten går det att konstatera att vatten har stor inverkan på vägarnas tillstånd. Detta gäller framförallt för den ytliga skadebilden, men även vägarnas bärförmåga tycks påverkas negativt av mycket vatten. Dessutom tycks osäkerheten i mätningarna öka då vägens vattenhalt är högre.

Kantskärning och grusåtervinning är en effektiv metod för att återanvända det grus som har hamnat i vägkanterna. Resultat från detta arbete visar på att grusslitlagrets kornstorleksfördelning förändras till följd av utförandet. På Väg 1890 i Driftområde Bjäre-Åsbo, där provtagning utfördes, består slitlagret efter genomförd åtgärd av dels material från befintligt slitlager, dels av indraget material och dels av nytt material som tillförts vägen. Som en följd av detta verkar slitlagrets kornstorleksfördelning förbättras. Vad gäller slitlagrets organiska halt tycks denna öka något till följd av utförandet av kantskärning och

grusåtervinning. Indragning av material ifrån vägkanterna i samband med kantskärning resulterar inte bara i att grusmaterial dras in. Mycket organiskt material dras också in. Det mesta organiska materialet sorteras dock bort i samband med grusåtervinningen, men en del material blir kvar på vägbanan varvid den organiska halten hos slitlagret således tycks öka något.

Summary

The government owned road network in Sweden today comprises almost 100 000 km of roads and of which one fifth is gravel roads. Gravel roads are, even though they are low traffic volume roads, of great importance for the rural population, the recreational possibilities and the economy and business. The Swedish climate contributes in changing the properties of gravel roads during seasons. This means that the deterioration of the road construction often becomes extensive, which in turns requests appropriate and cost-effective operation and maintenance.

The purpose of this report is, through a literature study and a field study, to answer how different factors contribute to the deterioration of gravel roads, which methods that are used for operation and maintenance and how the operation and maintenance work can be done in a cost-effective way. Furthermore, the purpose is to answer how condition classifications of gravel roads are carried out and to study how edge cutting and gravel recycling affects the grain size distribution and organic content of the surface course.

This report shows that the deterioration of gravel roads is a result of one or several combined factors. The traffic and the climate are often mentioned as the two factors with the greatest impact on the deterioration, but also the material in the road construction and the execution of various operation and maintenance measures are important. The most common operation and maintenance measures for gravel roads include grading, dust binding, ditching, edge cutting and gravel recycling, gravelling, dragging and manual patching of potholes. In general, both the costs and the proportion of different operation and maintenance measures tend to increase the later the measure is executed. However, the economic consequences of deferred maintenance are less for gravel roads than for paved roads. By ensuring that the surface course has an appropriate grain size distribution and thickness and that the road has an adequate crossing gradient, operation and maintenance costs can be reduced.

Condition classification of gravel roads is almost entirely made through visual condition classification according to the current method specification. Other methods, including road surface measurement and sampling of gravel materials, can be used as complements to visual condition classification and/or to check if a road fulfils the existing requirements. In case there is a need of improving the long-term condition of a gravel road, a preliminary investigation can be made. Part of the preliminary investigation is to make an assessment of the road condition. This can either be done through experience based assessment, damage inventory and/or measurements of the bearing capacity.

For this report, both visual condition classifications and measurements of the bearing capacity were carried out for Road 1850, 1873 and 1891 in the area of Bjäre-Åsbo, Skåne County. Based on the results it can be noted that water has a major impact on the condition of the roads. This is particularly true for the surface condition, but also the bearing capacity of the roads tends to be negatively affected by water. Furthermore, the uncertainty in the measurements tends to increase as the water content of the roads is higher.

Edge cutting and gravel recycling is an effective measure for reusing material that has been accumulated in the shoulders. Results from this report confirm that the grain size distribution of the surface course changes due to the execution of the measure. As part of the field study of this report, samples of gravel were taken from the surface course of Road 1890 in the area of Bjäre-Åsbo. After executed edge cutting and gravel recycling, the “new” surface course

consists of material from the existing surface course, the shoulders and from new, added material. As a result, the grain size distribution of the surface course seems to improve. Furthermore, the organic content of the surface course seems to increase slightly due to the execution of edge cutting and gravel recycling. Material that is dragged in from the shoulders does not only consist of gravel, but also of organic material. Most of the organic material is sorted out in connection with the gravel recycling, but some of the material remains on the road surface. As a consequence, the organic content of the surface course seems to slightly increase.

1 Inledning

I detta kapitel ges en introduktion till arbetet genom beskrivning av bakgrund, syfte tillvägagångssätt, avgränsningar och rapportens disposition.

1.1 Bakgrund

I takt med att trafiken på de svenska vägarna ökar och blir allt mer intensiv ställs också allt högre krav på vägnätet beträffande framkomlighet, tillgänglighet, säkerhet, miljö och trafikkomfort. Av de totalt 98 500 km statlig väg som Trafikverket förfogar över utgörs fortfarande 20 000 km av grusvägar. Detta innebär att ungefär en femtedel av det statliga vägnätet består av grusvägar. Förutom statliga grusvägar finns även kommunala och enskilda grusvägar samt skogsbilvägar. Tillsammans utgör de ungefär 300 000 km väg (Sveriges Kommuner och Landsting, 2015; Trafikverket, 2015a).

Tabell 1: Det svenska vägnätet (Trafikverket, 2015a).

Kategori	Väglängd (km)
Statliga vägar	98 500
Kommunala gator och vägar	41 600
Enskilda vägar med statsbidrag	76 300

Tabell 2: Grusvägar i Sverige (SKL, 2015).

Kategori	Väglängd (km)
Statliga grusvägar	20 000
Kommunala grusvägar	1 200
Enskilda grusvägar och skogsbilvägar	280 000

Det här arbetet handlar om grusvägar och hur dessa bäst underhålls. Grusvägar är, trots att de är lågtrafikerade, ofta av fundamental betydelse för landsbygd, rekreation och näringsliv. I de så kallade skogslänen (Värmlands, Dalarnas, Gävleborgs, Jämtlands, Västernorrlands, Västerbottens och Norrbottens län), där skogsnäringen är viktig, återfinns ungefär 65 % av de statliga grusvägarna (Trafikverket, 2015a).

Under lång tid har ett alternativ för att tillgodose de ökade kraven på vägnätet varit att försöka förse fler grusvägar med någon form av permanent beläggning istället. Huruvida en grusväg bör beläggas eller inte är dock ofta en kostnadsfråga och något som i slutändan bestäms av

trafikmängden på vägen. Enligt SKL (2015) bör slitlager av grus användas för vägar med ÅDT¹<250 fordon/dygn. I de fall där det finns bebyggelse utmed grusvägen tolereras normalt sett bara 125 fordon/dygn.

Drift- och underhållsarbetet av grusvägar är komplicerat. Det svenska klimatet bidrar till att egenskaperna hos en grusväg varierar under året, vilket i sin tur gör nedbrytningen extra påtaglig. Detta ställer stora krav på att drift- och underhållsarbetet sker på ett anpassat och kostnadseffektivt sätt.

1.2 Syfte

Arbetet syftar till att besvara nedanstående frågeställningar beträffande de svenska grusvägarna.

- Vilka faktorer påverkar nedbrytningen av en grusväg?
- Vilka metoder används för att utföra drift och underhåll av grusvägar?
- Hur kan drift- och underhållsarbetet utföras på ett kostnadseffektivt sätt?
- Hur sker tillståndsbedömning av grusvägar?
- Hur påverkar kantskärning och grusåtervinning grusslitlagrets kornstorleksfördelning och organiska halt?

1.3 Tillvägagångssätt

1.3.1 Metod

För att svara på ovanstående frågeställningar innehåller arbetet en litteraturstudie och en fallstudie. Fallstudien har utförts i Driftområde Bjäre-Åsbo och kan indelas i två skilda delar, nämligen:

- Provtagning av grusslitlager på v.1890 i samband med kantskärning och grusåtervinning.
- Okulär tillståndsbedömning och bestämning av bärförmåga på v.1850, v.1873 (Södra delen), v.1873 (Norra delen) och v.1891.

Insamlat material från provtagning av grusslitlager har analyserats med avseende på kornstorleksfördelning och organisk halt. Till grund för den okulära tillståndsbedömningen ligger Vägverkets Metodbeskrivning 106:1996, ”Bedömning av grusväglag”, vilken hädanefter benämns som VVMB 106. Detta är den metodbeskrivning som normalt tillämpas då väginspektioner utförs i driftområdet. Vidare har bestämning av bärförmåga utförts med hjälp av lätt fallvikt. En närmare beskrivning av de utvalda vägarna och av utförandet av fallstudien finns i Kapitel 3.

¹ ÅDT = Årsmedeldygnstrafik.

I övrigt besvaras arbetets frågeställningar enligt följande:

- *Vilka faktorer påverkar nedbrytningen av en grusväg?*
Besvaras genom en litteraturstudie.
- *Vilka metoder används för att utföra drift och underhåll av grusvägar?*
Besvaras genom en litteraturstudie.
- *Hur kan drift- och underhållsarbetet utföras på ett kostnadseffektivt sätt?*
Besvaras genom en litteraturstudie.
- *Hur sker tillståndsbedömning av grusvägar?*
Besvaras genom en litteraturstudie samt en fallstudie i Driftområde Bjäre-Åsbo.
- *Hur påverkar kantskärning och grusåtervinning grusslitlagrets kornstorleksfördelning och organiska halt?*
Besvaras genom en fallstudie i Driftområde Bjäre-Åsbo.

1.3.2 Kort introduktion till Driftområde Bjäre-Åsbo

Vägnätet i Driftområde Bjäre-Åsbo (DO Bjäre-Åsbo) framgår av Tabell 3.

Tabell 3: Vägnätet i DO Bjäre-Åsbo (Trafikverket, 2012a).

Vägklass	Väglängd (km)
Vägklass 1	110
Vägklass 2	50
Vägklass 3	405
Vägklass 4	0
Vägklass 5	655
Totalt	1 220

Vägklassindelningen har betydelse för hur vägar prioriteras i samband med drift och underhåll. På vägar i Vägklass 1 ställs högre krav vad gäller exempelvis inspektionsintervall, åtgärder av brister samt vinterväghållning jämfört med vägar i exempelvis Vägklass 5. Vägar tillhörande Vägklass 5 klassificeras ur drift- och underhållssynpunkt som ”övriga lågtrafikerade vägar”. Detta innebär bland annat att väginspektion ska utföras var fjortonde dag (Trafikverket, 2014a). Av de 655 km väg i driftområdet som tillhör denna vägklass utgörs ungefär 110 km av grusvägar (Sellgren, 2015). Det är grusvägarna i denna vägklass som är intressanta i detta arbete. Grusvägarna är koncentrerade till området kring Örkelljunga, Perstorp och Hässleholm i driftområdets östra delar. För karta över driftområdet och grusvägarna i området, se Bilaga 1.

1.4 Avgränsningar

Fallstudien i detta arbete är avgränsad till Trafikverkets Driftområde Bjäre-Åsbo (DO Bjäre-Åsbo) i Skåne Län och omfattar utvalda grusvägar i detta område. Innehållet i litteraturstudien avser i första hand drift och underhåll av statliga grusvägar, men det mesta av innehållet kan även tillämpas för kommunala och enskilda grusvägar samt skogsbilvägar. I övrigt är arbetet även avgränsat till drift- och underhållsmetoder under barmarkssäsongen varvid inga metoder för vintersäsongen behandlas i arbetet.

1.5 Rapportens disposition

Rapportens disposition framgår av nedanstående kapitelindelning.

Kapitel 1:

Inledning- Introduktion till arbetet genom beskrivning av bakgrund, syfte, tillvägagångssätt, avgränsningar och rapportens disposition.

Kapitel 2:

Teori- Litteraturstudie som behandlar grusvägens konstruktion, nedbrytningsfaktorer, skadetyper, drift- och underhållsmetoder, kostnadsaspekter och metoder för tillståndsbedömning och kontroller.

Kapitel 3:

Fallstudie- Beskrivning av utvalda vägar och klargörande av förutsättningar för arbetets fallstudie. Vidare sker även en mer ingående beskrivning av utförandet av fallstudiens olika moment vilka inkluderar okulär tillståndsbedömning, mätning och analys av bärförmåga samt provtagning och analys av grusslitlager.

Kapitel 4:

Resultat- Här redovisas och analyseras resultat från de okulära tillståndsbedömningarna och från mätningarna av vägarnas bärförmåga. En jämförelse av de utvalda vägarna görs även utifrån dessa kriterier. Därtill redovisas och analyseras resultat av grusslitlagrets kornstorleksfördelning och organiska halt.

Kapitel 5:

Genomfört underhållsarbete- Kortfattad redogörelse för utförandet av underhållsarbetet på v.1890 i DO Bjäre-Åsbo. En kort omnämnande om åtgärder utförda på övriga grusvägar görs också.

Kapitel 6:

Diskussion och slutsatser- Innehåller diskussion kring resultat och metod, presentation av slutsatser och förslag på fortsatta studier.

2 Teori

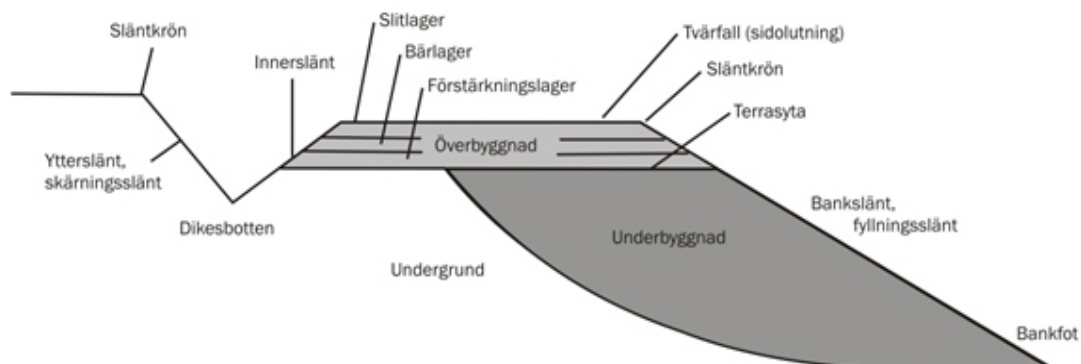
I detta kapitel ges en teoretisk beskrivning av grusvägens konstruktion samt olika nedbrytningsfaktorer, skadetyper och drift- och underhållsmetoder. Även kostnadsaspekter och metoder för tillståndsbedömning och kontroller tas upp.

2.1 Grusvägens konstruktion och vägform

I Sverige förekommer ett stort antal grusvägar som helt eller delvis saknar ordentlig överbyggnad. De är s.k. ”icke byggda” vägar (SKL, 2015). Anledningen till detta är att många grusvägar ursprungligen härstammar från gamla körvägar. Dessa vägar har försetts med slitlager av grus men inte dimensionerats enligt några tekniska krav eller föreskrifter (Johansson, 2005). Detta medför att nedbrytningen blir än mer påtaglig på dessa vägar än vad som normalt är fallet.

Vid ombyggnad eller nybyggnation av grusvägar idag används en överbyggnad som påminner mycket om en grusbitumenöverbyggnad (GBÖ), som är den överbyggnad som normalt används för belagda vägar i Sverige. Den enda skillnaden gentemot en GBÖ vad gäller materiallagerföljd är att grusvägar saknar bundet bärlager (Agardh & Parhamifar, 2012). Uppifrån räknat består överbyggnaden hos en grusväg av:

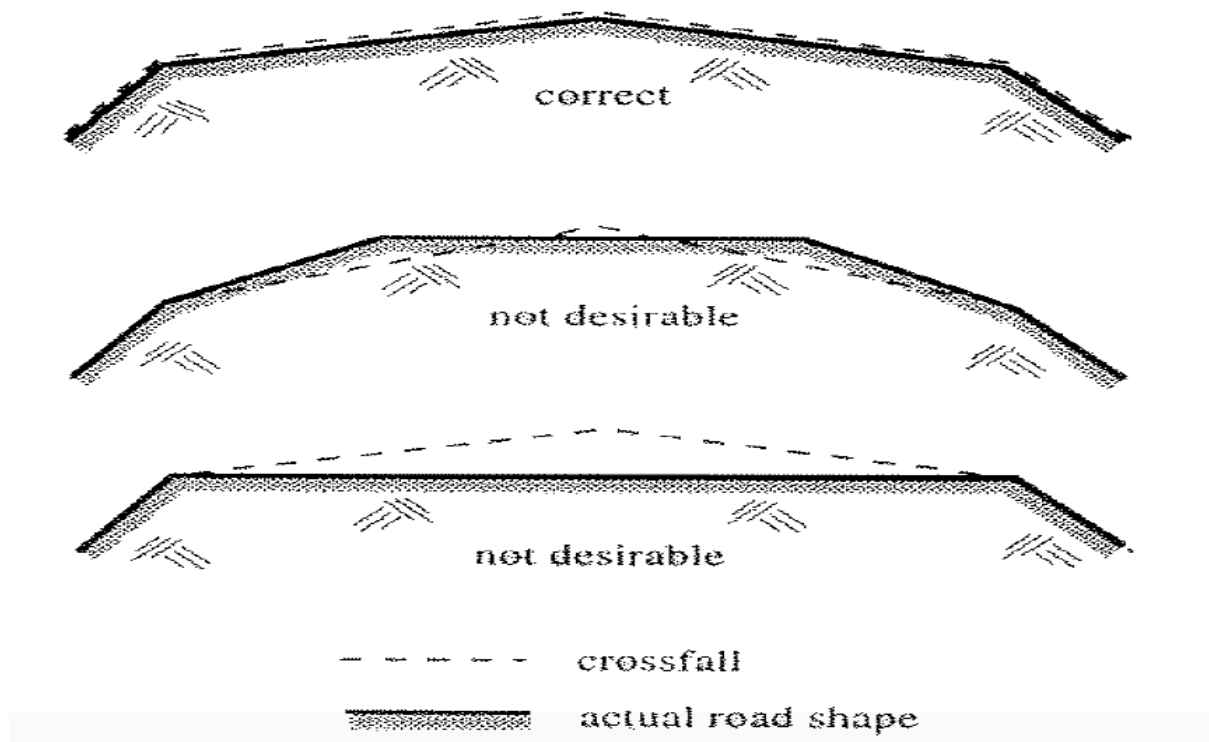
- Gruslitlager
- Obundet bärlager
- Förstärkningslager
- Eventuellt skyddslager



Figur 1: Grusvägens konstruktion (SKL, 2015).

För överbyggnaden ställs krav på bland annat materialets egenskaper och lager. Dessa finns angivna i Trafikverkets kravdokument "Obundna lager för vägkonstruktioner" och omfattar bland annat krav på kornstorleksfördelning och organisk halt (Trafikverket, 2015b).

Att en grusväg har korrekt vägform är mycket viktigt. I "Drift och underhåll av grusvägar" (Alzubaidi, 1999a) skriver författaren att det inte finns någon underhållsåtgärd som ur tillstånds- och kostnadssynpunkt är lika viktig som den att förse grusvägen med erforderligt tvärfall och skevning. Orsaken till detta är att om vägen innehåller en bristfällig lutning i tvärled kommer inte tillräcklig avvattnings erhållas varvid vatten blir stående på vägbanan och skador uppstår. Vanligtvis eftersträvas att grusvägen innehåller ett tvärfall på 4-5 % vilket är högre än tvärfallet på belagda vägar. Detta beror enligt Alzubaidi (1999a) på att grusvägens yta är betydligt grövre, något som resulterar i att det tar längre tid för vattnet att rinna av vägytan. I nedanstående figur visas hur vägformen hos en grusväg bör och inte bör se ut.



Figur 2: Önskad och oönskad vägform hos en grusväg (Australian Road Research Board, 1993, se Alzubaidi, 1999a).

2.2 Faktorer som bidrar till nedbrytning

I detta avsnitt beskrivs de olika faktorer som bidrar till nedbrytningen av en grusväg. Ofta är det inverkan av flera samtidigt verkande faktorer som avgör hur fort nedbrytningen sker.

2.2.1 Vägkroppen

Vägkonstruktionens överbyggnad samt det material som finns i denna och i undergrunden har stor betydelse för nedbrytningen av en grusväg. För de grusvägar som saknar ordentlig överbyggnad blir nedbrytningen extra kännbar eftersom de inte klarar av att stå emot de påfrestningar de utsätts för. Därför är det viktigt att de krav som ställs på slitlager och obundna lager uppfylls i den mån detta är praktiskt möjligt. Felaktig sammansättning hos grusslitlagret är en av de största orsakerna till att ytligt slitage förekommer (SKL, 2015).

I de fall undergrunden består av tjälfarligt material kan vägen utsättas för stora påfrestningar under tjälperioden. Detta resulterar ofta i att omfattande och kostnadstunga underhållsåtgärder krävs för att återställa vägen i befintligt skick (SKL, 2015).

2.2.2 Trafiken

Enligt SKL (2015) bidrar trafikbelastningen till såväl ytligt och strukturellt slitage som bärighetsberoende nedbrytning. Detta gör att trafiken tillsammans med klimatet anses vara de faktorer som har störst påverkan på nedbrytningen.

En del av det ytliga slitaget uppkommer som en konsekvens av att trafiken nöter ned gruskornen i slitlagret till mindre fraktioner. Om vägen dessutom saknar tillräcklig bundenhet kan trafiken ge upphov till materialtransport, dels genom att material ansamlas i vägkanterna och dels genom att finmaterial helt enkelt dammar bort. Detta resulterar med tiden till att slitlagret får en felaktig sammansättning vilket påskyndar nedbrytningen avsevärt (Persson, 1993, se Alzubaidi, 1999a).

Det strukturella slitaget och den bärighetsberoende nedbrytningen orsakas främst av den tunga trafiken. Konsekvenserna blir ofta visuellt synliga genom spårbildning och sprickbildning i vägbanan (SKL, 2015).

2.2.3 Klimatet

Det svenska klimatet bidrar till att egenskaperna hos en grusväg förändras under året, vilket i sin tur gör nedbrytningen extra påtaglig. Framförallt är det vatten i vägkroppen och temperaturvariationer i samband med tjälperioden som bidrar till problem (Agardh & Parhamifar, 2012).

2.2.3.1 Vatten

Vatten anses ofta vara vägens största fiende. Förekomst av vatten påverkar vägens tillstånd negativt och ger direkt eller indirekt upphov till många av de skador som uppstår på grusvägar. Framförallt är det vatten i överbyggnaden som kraftigt försvagar vägkonstruktionen och därmed sänker dess bärighet. Därför är det av yttersta vikt att avvattning och dränering av vägkroppen utformas och underhålls på ett korrekt sätt (Granhage, 2009).

Problem associerade med förekomst av vatten på vägen eller i vägkroppen kan även tänkas öka i framtiden. Orsaken till detta är de ökade utsläppen av växthusgaser som bidrar till den globala klimatförändringen (Houghton, 2009). För Sveriges del kommer klimatförändringen bland annat innebära en generell ökning av nederbörd (Persson, 2015). Beroende på vilket klimatscenario som används antas ökningen bli mellan 20-60 % vid seklets slut. Denna nederbördsökning antas dessutom bli som störst i norra Sverige där även den största andelen grusvägar finns (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut, 2015a).

2.2.3.2 Temperaturvariationer och tjäle

I Sverige sker tjälbildning huvudsakligen under vinterhalvåret när det förekommer mer eller mindre långa perioder med låga temperaturer. För uppkomsten av tjäle är således klimatet fundamentalt, men hur långt ner i marken tjälen når beror också på tillgången på vatten och jordens egenskaper (SMHI, 2015b). Olika jordarter har olika egenskaper vilket i sin tur gör dem mer eller mindre tjälfarliga. I normala fall når tjälen inte speciellt långt ner i marken, ca 1.0–1.5 m, men i vissa delar av den svenska fjällregionen förekommer tjäle året runt, s.k. permafrost (Nationalencyklopedin, 2015).

När vatten i marken fryser till is och övergår från flytande till fast form sker en volymutvidgning på ungefär 9 % (SMHI, 2015b). I och med att jorden då kommer ta mer plats än tidigare kan detta medföra att markytan kan komma att höjas. Det är detta som ofta benämns som tjällyftning. På motsvarande sätt sker också en volymminskning när isen i marken smälter varvid man då benämner detta för tjällossning (Svensson, 2009).

Tjällyftning och tjällossning bidrar starkt till att försämra tillståndet hos både belagda vägar och grusvägar. På vägar som plogas under vintern kommer tjälen vanligtvis att nå längre ner jämfört med i omkringliggande terräng, vilket beror på att snön fungerar som ett isolerande lager. Detta medför att vägar ofta utsätts för en ojämn tjällyftning då vägbanan lyfts mer än omkringliggande vägkanter. Denna typ av tjällyftning medför svårare konsekvenser för vägen än om en mer homogen tjällyftning sker (Vägverket, 2001).

Under perioden för tjällossningen är det vanligt att man talar om en ”försvagning” hos vägkonstruktionen (Aho & Saarenketo, 2006). Denna ”försvagning” ter sig ofta som en minskning av vägens bärighet och uppkommer till följd av att:

- Vägkroppen och/eller undergrunden fryser till.
- Materialet är tjälfarligt.
- Vattnet, som frigjorts genom den smältande isen, stannar i vägkonstruktionen eller i undergrundens jordarter och därigenom försvagar densamma.
- Vägen är utsatt för belastningar under töperioden.

För att tjällossningsskador ska uppstå krävs att samtliga av ovanstående faktorer uppfylls (Launonen et al, 1995, se Aho & Saarenketo, 2006). Genom att stänga av eller införa lastrestriktioner på utsatta grusvägar under tjällossningsperioden kan man dock minska skadorna på vägarna. Detta är dock en åtgärd som årligen orsakar stora kostnadsförluster för näringslivet. Därför har det blivit allt mer vedertaget att istället försöka rehabilitera eller förstärka de avsnitt på vägarna som lider av försvagning under tjällossningen, trots att det då ofta handlar om kostnadsstunga åtgärder (Aho & Saarenketo, 2006).

I Kapitel 2.3.5 görs en genomgång av de skador som kan uppstå på grusvägar i samband med tjällyftning och tjällossning.

2.2.4 Hyvling och plogning

Hyvling och plogning orsakar ett visst slitage på grusslitlagret genom att gruskornen bryts ner till mindre fraktioner, vilket kan medföra att slitlagret får en felaktig kornstorleksfördelning (Alzubaidi, 1999a). I samband med plogning kan även vägens tvärfall reduceras om plogbladet fastnar i gruset. Inträffar detta är risken stor att vatten blir stående på vägbanan, något som kan få stora konsekvenser under tjällossningen då mycket vatten frigörs samtidigt (SKL, 2015). Vad gäller hyvling är det bra om denna sker när vägbanan är något fuktig eftersom detta minskar slitaget på gruskornen (Alzubaidi, 1999a).

2.3 Skadetyper

I detta avsnitt redovisas några av de skadetyper som ofta uppstår på grusvägar. Värt att påpeka är att grusvägens och den belagda vägens likartade överbyggnad gör att de bärighetsrelaterade skadorna är desamma. Dock förekommer ytskador som är typiska för grusvägar respektive belagda vägar (Agardh & Parhamifar, 2012). För en fullständig skadekatalog samt mer ingående information om olika skador hänvisas läsaren till:

- Sveriges Kommuner och Landsting (SKL, 2015). Mer grus under maskineriet-Handbok för tillståndsbedömning och underhåll av grusvägar.

2.3.1 Slaghål (potthål)

Slaghål, eller potthål som det också kallas, är ett mycket vanligt problem på grusvägar. Dessa gropar i vägbanan kan ibland orsakas av att vägen saknar tillräcklig bärighet. Ofta uppstår de dock som en direkt konsekvens av att vatten blir stående på vägen, antingen som en följd av otillräckligt tvärfall eller dålig kantskärning (SKL, 2015). Det kvarstående vattnet löser upp grusslitlagrets finare partiklar och dessa bortförs genom så kallad skvättning när vägen trafikeras. På så vis får grusslitlagret en felaktig kornstorleksfördelning vilket i slutändan leder till att gropar bildas (Agardh & Parhamifar, 2012).

Slaghålens storlek varierar och dess utbredning på vägen kan vara mer eller mindre regelbunden (SKL, 2015). Vanligtvis växer hålens storlek i takt med att allt mer finmaterial bortförs. Enligt Alzubaidi (1999a) är slaghålen ofta i storleksordningen 30–80 cm och 3–7 cm djupa. Beroende på slitlagrets tjocklek kan slaghål således förekomma ända ner i bärlagret vilket gör dem betydligt svårare att åtgärda.

Slaghål åtgärdas normalt genom hyvling för att på så vis säkerhetsställa att vägen erhåller tillräckligt tvärfall. Det är viktigt att hyvlingen sker i nivå med botten av slaghålen, annars uppkommer snart hålen igen. Under sommar och höst kan slaghål åtgärdas tillfälligt genom så kallad flickning. Detta innebär att hålen fylls igen med grus och dammbindningsmedel för hand (SKL, 2015).

2.3.2 Korrugering (tvättbräda)

Korrugering innebär att ett tvättbrädeliknande mönster bildas på vägen. Dessa ojämnheter uppkommer ofta som en konsekvens av trafikslitage, något som gör att slitlagret till slut får en ojämn kornstorleksfördelning med överskott av sand. Trafikslitage är normalt som störst i horisontal- och vertikalkurvor där accelerering och inbromsning är vanliga varvid det också ofta är i dessa partier som korrugering uppkommer. Korrugering kan åtgärdas på flera olika sätt, exempelvis genom hyvling och kompletteringsgrusning (SKL, 2015).



Figur 3: Korrugerad vägyta (Vägverket, 2005).

2.3.3 Vægdamm

Vægdamm är ett problem som är typiskt för grusvägar och som inte bara påverkar vägens tillstånd utan också trafikanterna, miljön och de boende utmed vägen. Vanligtvis orsakas vægdamm av att grusvägen saknar bundenhet, antingen som en följd av att grusslitlagret har fel sammansättning eller att felaktigt utförande av dammbindning har skett (SKL, 2015). Detta medför att finmaterial från grusslitlagret försvinner till luft och omkringliggande natur när vägen trafikeras. Med tiden måste således nytt material tillföras vägen (Oscarsson, 2007a).

Enligt Alzubaidi (1999a) är det främst fem faktorer som påverkar hur mycket vægdamm som avges från vägen. Dessa är:

- **Lufthastigheten nära vägytan** (Beror på fordonshastighet och fordonstyp)
- **Antal fordon** (Desto fler fordon desto mer vægdamm)
- **Slitlagrets sammansättning** (Desto högre innehåll av finkornigt material desto mer vægdamm)
- **Bundenhet** (Beror i sin tur på materialet i slitlagret, dess beständighet och dess partikelsammanhållning. Även hur väl packat materialet är har betydelse)
- **Klimat** (Har inverkan på dammbindningsmedlet och effekterna av detta)

Problem med vægdamm åtgärdas enklast genom att förse grusslitlagret med rätt kornfördelning och/eller utföra korrekt dammbindning (SKL, 2015). För mer ingående information om dammbindning och hur detta utförs hänvisas läsaren till Kapitel 2.4.2.

2.3.4 Löst grus

Löst grus kan samlas på vägbanan om grusslitlagret inte har tillräcklig bundenhet. Precis som när vägdammbildas sker detta som en följd av att grusslitlagret har en felaktig sammansättning eller att bristande dammbindning har utförts (Kunskap Direkt, 2015a).

Förekomst av löst grus kan vara ett problem över hela vägbanan, men ofta kan man se att strängar av grus har bildats i mitten och i kanterna av vägen. Det är då oftast trafiken som har transporterat materialet dit. Om mycket material samlas i vägkanterna kan detta ge upphov till grusvallar. Dessa kan om de är tillräckligt höga hindra vatten från att rinna av vägen (Edvardsson, 2013).

Vägar som har problem med löst grus åtgärdas vanligtvis genom att grusslitlagrets kornstorleksfördelning förbättras eller att dammbindning sker (SKL, 2015). Grusåtervinning är en metod med vilken man effektivt kan tillvarata det grus som har ”slängts” ut i vägkanterna.



Figur 4: Löst grus som har samlats i väggkant (Kunskap Direkt, 2015a).

2.3.5 Tjälskador

Nedan presenteras några av de problem som normalt uppkommer på grusvägar till följd av tjällyftning och tjällossning. Tjälskador åtgärdas på olika sätt beroende på skadeorsak. I samtliga fall är dock åtgärder som är inriktade på att tillgodose tillräcklig avvattnings- och dränering mycket viktiga (Trafikverket, 2015c).

2.3.5.1 Ytuppmjukning

Ytuppmjukning innebär precis som namnet antyder att en uppmjukning av vägytan sker. Detta inträffar vanligtvis i samband med tjällossningen när vatten som varit fruset smälter. Om stora mängder vatten smälter förlorar grusvägen sin bärighet vilket kan leda till att vägen blir ”flytande” och mycket spårig (Vägverket, 2001). Ytuppmjukning är dock inte enbart ett problem förknippat med tjällossningsperioden. Om stora nederbörds mängder faller kan ytuppmjukning även ske under andra tidsperioder (SKL, 2015). En anledning till att det dock är vanligare under tjällossning är att det ofta finns is en bit ner i vägen. Isen är inte permeabel, vilket gör att det inte kan ske någon dränering nedåt (Agardh, 2015).



Figur 5: Ytuppmjukning på grusväg med efterföljande spårbildning (Kunskap Direkt, 2015b).

2.3.5.2 Tjälskott

Tjälskott är ett problem relaterat till tjällossningen och visar sig genom att flytjordmassor uppkommer i vägytan genom sprickor (Berglund, 2009). Detta sker som en följd av att vägkroppen är dåligt dränerad, vilket kan göra att materialet blir lättflytande. Om vägen trafikeras av tung trafik kan material och vatten komma upp i vägytan (Alzubaidi, 1999a). Uppkomsten av tjälskott är särskilt vanlig där undergrunden består av tjälfarligt material, där vägen trafikeras av tung trafik och där vägen har bristfällig avvattnings- och dränering (SKL, 2015).

2.3.5.3 Tjälfall

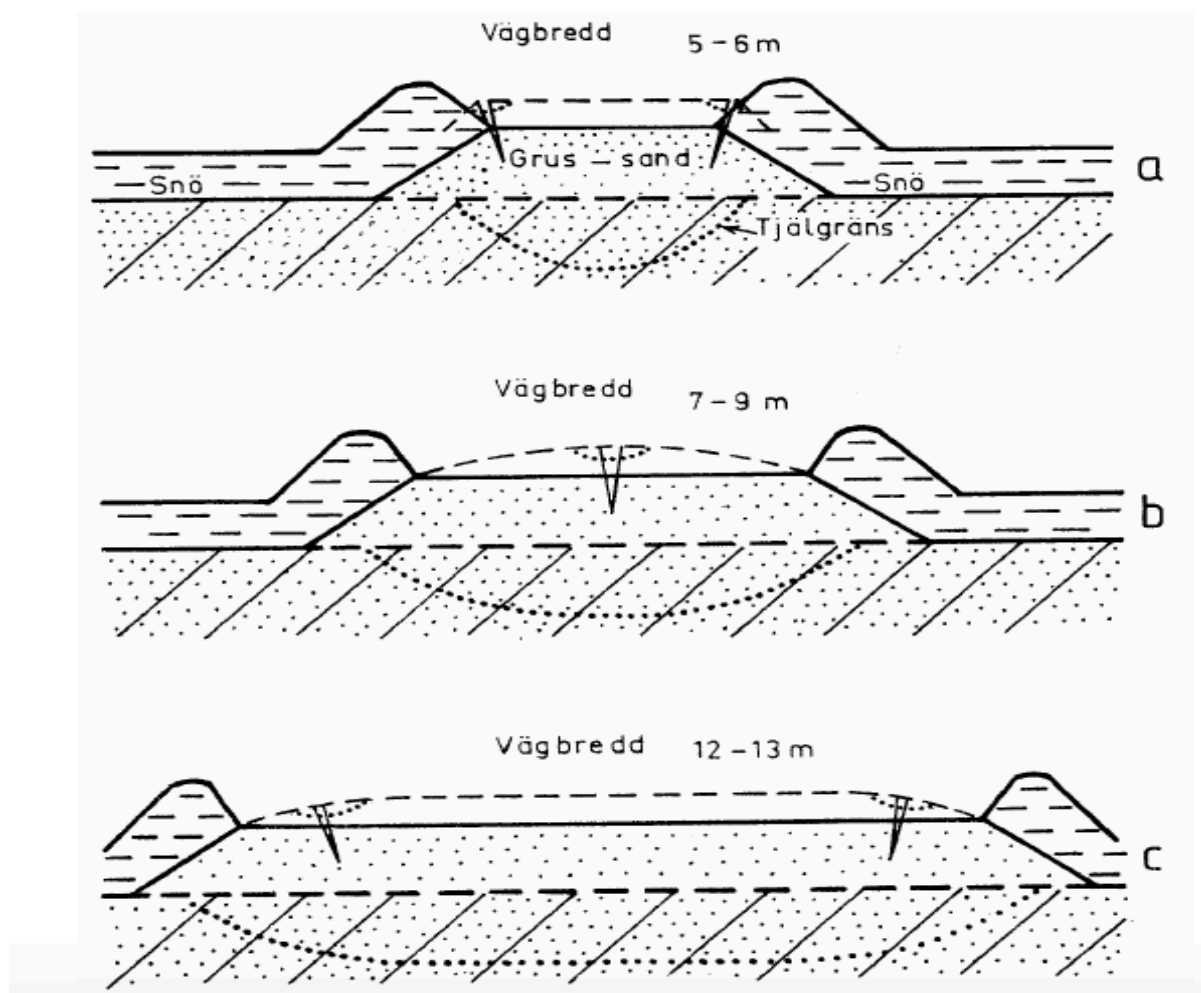
Tjälfall är likt tjälskott ett problem som kan uppkomma på grusvägar under tjällossningen. Uppkomsten beror till stor del på hur snabbt upptiningen av de islinser som bildats i marken sker. Om upptiningen sker mycket snabbt resulterar detta i att vägmaterialet inte hinner sjunka tillbaka i samma takt som islinserna smälter. Konsekvensen blir att hålrum bildas i vägmaterialet och det är när dessa faller samman som tjälfall uppstår. Resultatet blir att gropar av varierande storlek bildas i vägen (SKL, 2015).

2.3.5.4 Uppfrysning av stenar och block

I de fall undergrunden består av tjälfarligt material kan stenar och block med tiden bli synliga i vägytan (SKL, 2015). Detta beror i grund och botten på den volymökning som inträffar när tjäle bildas och som sedermera kan leda till tjällyftning. Tjällyftningen innebär inte bara att markytan höjs utan även att större material transporteras uppåt i jorden och så småningom även kan bli synliga i vägytan (NE, 2015). Ofta är denna materialtransport ett resultat av tjällyftningar under flera års tid. Förekomsten av stenar och block i vägytan resulterar inte bara i ojämnheter i vägbanan, utan det leder även till problem vid utförande av hyvling och snöplogning (Kunskap Direkt, 2015c).

2.3.5.5 Tjälsprickor

Om ojämn tjällyftning sker kan detta ge upphov till spänningar i vägens överbyggnad, vilket i sin tur kan rendera i uppkomst av tjälsprickor. Sprickorna kan variera i såväl storlek som läge på vägen (Vägverket, 2001). Figur 6 visar var på vägen sprickorna normalt uppkommer beroende på vägbredd.



Figur 6: Tjälprickornas läge på vägen beroende på vägbredd (Gandahl, 1987).

2.3.6 Spårbildning

Spårbildning är relaterat till grusvägens bärighet och för vägar som saknar ordentlig överbyggnad kan denna vara omfattande. Spårbildning uppkommer inte förrän vägen utsätts för trafikbelastning, men det finns flera bakomliggande orsaker som möjliggör att deformationer senare kan ske. Exempelvis kan överskott av vatten i vägkroppen, dålig packning och dåligt material i vägkroppen föranleda uppkomst av spårbildning (SKL, 2015). Enligt SKL (2015) är ett kvalificerat antagande att desto bredare spår som förekommer i vägbanan desto längre ner i vägkroppen finns orsaken till deformationsproblemen.

2.3.7 Bristfällig avvattning och dränering

Vatten har stor betydelse för vägens tillstånd och är direkt eller indirekt orsak till många av de skador som uppstår på grusvägar. Detta gäller exempelvis uppkomsten av slaghål, olika tjälskador samt deformationer. Några av de vanligare orsakerna till att avvattnings- och dräneringsproblem förekommer anges i SKL (2015) och sammanfattas nedan.

Avvattning:

1. Bristande tvärfall eller skevning.
2. Bristfällig kantskärning.
3. Igensatta diken och trummor.

Dränering:

1. Bristande underhåll.
2. Problem med diken och trummor.
3. Kantöverhäng.
4. Grundvattenytan ligger för nära överbyggnaden.
5. Vägutformning och topografiska förhållanden (exempelvis om vägen går i låglänt terräng och då löper risk att bli översvämmad).

2.4 Metoder för drift och underhåll

I detta avsnitt redogörs för några av de vanligaste metoderna för drift och underhåll av grusvägar. Dessa metoder inkluderar hyvling, dammbindning, dikning och dikesrensning, kantskärning och grusåtervinning, grusning, sladdning och flickning.

2.4.1 Hyvling

Hyvling av en grusväg utförs för att säkerhetsställa att vägen får en jämn vägyta och en önskad vägform i form av tillräcklig lutning i sidled samtidigt som en blandning av grusmaterialet sker. På så vis förbättrar man effektivt grusvägens tillstånd och motverkar skadeuppkomsten (Trafikverket, 2012b).

I de flesta fall sker hyvling med hjälp av väghyvel som genom ett drag i vardera körriktningen återställer vägens form och jämnhet. Väghyveln bör hålla en långsam hastighet, runt 4-6 km/h, för att inte skador ska uppstå på vägen. Det material som dras ut av hyvelbladet hamnar i strängar på vägen och fördelas jämnt av den strängspridare som sitter på väghyveln. Även om det finns andra maskiner att utföra grusvägshyvling med, exempelvis traktorer utrustade med hyvelblad, anses ofta väghyveln vara den mest effektiva (Alzubaidi, 1999a; Vägverket, 2001). Detta bekräftades också i en intervju med Sellgren (2015). Erfarenheterna från hyvling med traktor är nämligen att traktorn har svårt att skapa tillräcklig kraft och tyngd på hyvelbladet för att hyvelbladet ska pressas ner tillräckligt djupt. Även om en väghyvel är dyrare i drift än en traktor, anses det långvariga resultatet från hyvlingen bli bättre med väghyveln. Detta kan i sin tur också leda till långsiktiga besparingar (Sellgren, 2015).

I samband med hyvling bör vägbanan alltid vara fuktig eftersom det dels möjliggör dammbindning och dels minskar materiaslitaget. Därför är det bra om hyvling kan ske i samband med lagom nederbörd. Under vår och höst är detta normalt inget problem. Vägen är

då ofta naturligt fuktig, men under sommaren kan maskinell vattning av vägen vara nödvändig (Vägverket, 2001).

Vanligtvis sker hyvling en eller ett par gånger om året beroende på vägens tillstånd. Om vägen är utsatt för ytuppmjukning under tjällossningen kan det vara lämpligt att redan under tidig vår jämna till vägbanan. Den första ordentliga hyvlingen utförs dock inte förrän under våren när tjällossningen ägt rum och vägen hunnit stabilisera sig något. Då är det viktigt att vägbanan får önskad form samt att man når botten på de slaghål och andra ojämnheter som kan finnas på vägen. I annat fall uppkommer ojämnheter snart igen (SKL, 2015).

Under sommaren sker hyvling endast om behov för detta föreligger och om möjligt bör det undvikas. Detta beror huvudsakligen på att fler hyvlingstillfällen än nödvändigt kan förstöra den dammbindning som har utförts tidigare under året. Under hösten utförs hyvling i samband med eventuell kompletteringsgrusning samt för att upprätthålla god standard på vägen (Vägverket, 2001).

2.4.2 Dammbindning

De flesta som någon gång färdats på en grusväg under barmarksperioden vet vilka problem vägdamm kan medföra. Finmaterialet som försvinner från vägen till luften påverkar inte bara vägens tillstånd utan även miljön, trafikanterna och de boende utmed vägen. För att undvika dessa problem måste vägytan bibehålla en bra bundenhet, något som åstadkommes genom utspridning av dammbindningsmedel.

Då trafikmängden är en av de faktorer som påverkar såväl uppkomsten som mängden emitterat damm, kan man tycka att dammbindning inte nödvändigtvis borde behöva utföras på mindre, lågtrafikerade grusvägar. Historiskt sett, utifrån svensk väghållartradition och synen på trafiksäkerhet, sker dock dammbindning på alla statliga grusvägar oavsett trafikmängd (Oscarsson, 2007a). Med detta följer givetvis både fördelar och nackdelar. Dammbindning av grusvägar är bra ur såväl ett kortsiktigt som ett långsiktigt perspektiv, bland annat genom att det förbättrar vägens tillstånd, minskar behovet av andra underhållsåtgärder och ökar nyttan för samhälle och trafikanter (Alzubaidi, 1999b). Dock ska man komma ihåg att dammbindning samtidigt är förknippat med stora kostnader. Ungefär 30 % av de totala drift- och underhållskostnaderna för grusvägar under barmarksperioden kan nämligen härledas till dammbindningen (Bergström & Grebacken, 1995, se Oscarsson, 2007a). Detta får anses vara en betydande kostnadsandel och något som därför kan anses motivera försök med bland annat alternativa dammbindningsmedel.

Oavsett vilket dammbindningsmedel som används är det viktigt att vägen redan innan dammbindning utförs har rätt egenskaper för att resultatet av dammbindningen ska bli så bra som möjligt. Detta innefattar bland annat att vägen har rätt vägform, att grusslitlagret har lämplig kornsammansättning samt att vägytan är något fuktig vid utförandet. Vanligtvis sker dammbindning under våren då tjälen har gått ur marken men då marken fortfarande är naturligt fuktig. Beroende på vilket dammbindningsmedel som används kan dessutom en eller flera kompletteringar krävas senare under året (SKL, 2015).

I de kommande avsnitten redogörs för några av de vanligaste dammbindningsmedlen för grusvägar. Dessa är i tur och ordning klorider (kalciumklorid och magnesiumklorid), lignosulfonat och bitumenemulsion (Oscarsson, 2007b). I Kapitel 2.4.2.4 sammanfattas ett försök som utfördes av dåvarande Vägverket i samverkan med Högskolan Dalarna i syfte att testa olika dammbindningsmedel.

2.4.2.1 Klorider

Klorider är generellt sett den vanligaste typen av dammbindningsmedel för grusvägar. Så är fallet i Sverige och i flera andra länder, däribland USA. (U.S. Department of Transportation,

2000; Vägverket, 2001). En av anledningarna till detta är att kloriderna troligtvis ger den mest godtyckliga kombinationen av enkelhet i samband med användning, varaktighet, kostnad och hantering av damm (Foley et al, 1996, se Oscarsson, 2007b). Av kloriderna är det framförallt kalciumklorid (CaCl_2) och magnesiumklorid (MgCl_2) som används. Båda dessa föreningar är salter som har en hög hygroskopisk förmåga, det vill säga en hög förmåga att absorbera fukt från omgivande luft. På så vis förblir vägytan fuktig och därmed binds också dammet (Riksförbundet Enskilda Vägar, 2013; U.S. Department of Transportation, 2001).

Som dammbindningsmedel förekommer kalciumklorid och magnesiumklorid oftast i fast form och då i form av flingor varvid de enkelt kan spridas ut på vägen med hjälp av sandspridare. Dock kan de också förekomma i lösning varvid de då benämns kalciumkloridlösning respektive magnesiumkloridlösning. Utspridningen blir i detta fall mer komplicerad, men ger samtidigt en mer homogen spridning varvid lösningen enklare tränger ner i slitlagret. På så vis kan mängden lösning minskas utan att dess effekt som dammbindningsmedel minskar (SKL, 2015). För att erhålla likvärdig lösning krävs ungefär 30 % större mängd magnesiumklorid än kalciumklorid (Vägverket 2008).

I en intervju med Sellgren (2015) framkom det att man använder kalciumklorid i form av flingor som dammbindningsmedel i DO Bjäre-Åsbo. Vid behov av kompletterande dammbindning finns ofta möjlighet att ta vara på rester av det vägsalt (NaCl) som använts under vintern.

2.4.2.2 Lignosulfonat

Lignosulfonat härstammar från tillverkningen av pappersmassa och kallas ibland också för sulfitulut eller lignin (Alzubaidi, 1999b). Tillsats av lignosulfonat till grusslitlagret medför att gruskornen klibbar samman till följd av den ökande kohesionen (U.S. Department of Transportation, 2001). På grund av minskad tillgång på ämnet samt missnöje bland trafikanterna minskade också användningen av lignosulfonat som dammbindningsmedel på grusvägar under 1960-talet. Under de senare årtiondena har ämnet dock återigen ökat i användning (Vägverket, 2001). En förklaring till detta är att de negativa miljöeffekterna till följd av användningen av klorider uppmärksammats allt mer (SKL, 2015).

2.4.2.3 Bitumenemulsion

Bitumenemulsion fungerar på samma principiella sätt som lignosulfonat och har historiskt sett varit populärt som dammbindningsmedel i Sverige (Vägverket, 2001). Genom tillsats av det bituminösa materialet får grusslitlagret en hård yta som mer liknar den för en belagd väg. Enligt Vägverket (2001) kan detta vara en bra metod att använda för de grusvägar som har en relativt god bärighet och som har en högre trafikmängd. I övriga fall är bitumenemulsion som dammbindningsmedel dock ofta oekonomiskt.

2.4.2.4 Sammanfattning av dammbindningsförsök

Under år 2005-2007 utförde dåvarande Vägverket i samverkan med Högskolan Dalarna ett omfattande försök att jämföra och utvärdera olika dammbindningsmedel. Försöket utfördes på fem olika grusvägar på fyra olika geografiska platser i Sverige, nämligen i Halmstad, Hagfors, Rättvik och Umeå. För de intresserade finns detta återgivet i fulltext i Vägverket (2008) och Oscarsson (2007b). Här ges en kort sammanfattning av försöket och några av de viktiga slutsatser som framkom därifrån.

Fältförsök:

Innan dammbindning ägde rum hade grusvägarna vattnats, djuphyvlats och tvärfallet justerats. Även grusslitlagret hade kompletterats så att detta hade godkänd kornstorleksfördelning. Samtliga grusvägar delades in i delsträckor och olika dammbindningsmedel tillsattes till dessa delsträckor.

De olika dammbindningsmedel som testades på samtliga platser var kalciumkloridflingor, magnesiumkloridflingor, kalciumkloridlösning, magnesiumkloridlösning, lignosulfonat och en stärkelselösning. I Hagfors testades även bitumenemulsion och en biomassaprodukt och i Halmstad gjordes ett försök med rapsolja. För mätningar av det vägdam som bildades vid trafikering användes visuella besiktningsar samt en TSI DustTrak-utrustning. TSI DustTrak-utrustningen var utrustad med bland annat partikelinsug och ljusbrytningssensor och placerades på taket på en bil för att mäta mängden emitterat damm som fordonet orsakade vid körning (Oscarsson, 2007b; Vägverket, 2008).



Figur 7: Bild på det fordon som var utrustat med TSI DustTrak-utrustning. Pilarna anger placeringen av partikelinsugen (Oscarsson, 2007a).

Slutsatser:

Från försöket kunde Oscarsson (2007a, 2007b) och Vägverket (2008) bland annat dra följande viktiga slutsatser om de dammbindningsmedel som testades:

- Kalciumkloridflingor var 10–40 % mer effektivt än magnesiumkloridflingor.
- Kloridlösningar var det effektivaste dammbindningsmedlet som testades. Detta visade försöken från samtliga platser. Vidare ansågs kalciumkloridlösning och magnesiumkloridlösning vara lika effektiva.
- Lignosulfonat och bitumenemulsion gav relativt bra resultat till en början. Med tiden började dock den hårda ytan att spricka.
- Lignosulfonat uppvisade varierande effektivitet. Överlag var det dock det minst effektiva dammbindningsmedlet som testades.
- Vägar där dammbindning skett med stärkelselösning och biomassa dammade mycket.
- Rapsoljan gav också upphov till en hård yta som med tiden sprack, men oljan hade längre livslängd än lignosulfonat.

2.4.3 Dikning och dikesrensning

Diken fordras för att vägkroppen ska dräneras, för att vatten som rinner av vägytan ska ha någonstans att ta vägen samt för att vatten som finns i omgivningen inte ska rinna ut på vägen. Vägdiken är därför av fundamental betydelse för att behålla en väg i bra skick. Med tiden kan dock dikena sättas igen varvid de förlorar sin funktion. Detta kan ske genom ansamling av material från vägen eller genom att växter och buskar tillåts växa upp. I en sådan situation krävs dikning och/eller dikesrensning för att återställa dikets funktion (Alzubaidi, 1999a).

Dikning omfattar både nydikning och återställande av kraftigt igensatta diken. Dikena bör då utformas med lutning som möjliggör god dränering. Enligt SKL (2015) bör en lutning på 1:3 eftersträvas för innerslänt och en lutning 1:1,5 för ytterslänt. Vidare bör diket ligga minst 0,5 m under vägytan och ha en längslutning på minst 5 %. I samband med dikning krävs samråd med berörda fastighetsägare (SKL, 2015).

Dikesrensning avser kantskärning och rensning för att återställa dikets form. Detta är ett arbete som sker periodiskt, vanligtvis vart sjunde år. För utförandet av såväl dikning som dikesrensning använder man sig av väghyvel alternativt grävmaskin (Statens Väg- och Transportinstitut, 2015).

2.4.4 Kantskärning och grusåtervinning

En bra arbetsmetod för att minska mängden material som behöver tillföras slitlagret är att återvinna det grus som av olika anledningar hamnat i vägkanterna. Detta görs genom kantskärning och grusåtervinning.

Kantskärning utförs vanligtvis med hjälp av väghyvel medan sortering av gruset vid grusåtervinning antingen sker med hjälp av en så kallad ”Saga-stenplockare” eller med en galler-vibratorskopa. Arbetsgången vid grusåtervinningen är nästintill densamma oavsett vilken metod som väljs för sortering av gruset (Vägverket, 2001). I Kapitel 5.1 beskrivs hur kantskärning och grusåtervinning utfördes i DO Bjäre-Åsbo. Värt att påpeka är att detta också är den arbetsgång som normalt används.

2.4.5 Grusning

Om grusslitlagret har otillräcklig tjocklek eller felaktig sammansättning kan grusning av vägen behöva utföras. Detta görs enkelt med hjälp av lastbil som sprider ut gruset och med väghyvel som blandar pålagt material med befintligt. På så vis får man ett lagom tjockt slitlager med kontinuerlig kornstorleksfördelning (SKL, 2015). I de fall vägens slitlager har felaktig sammansättning tillförs ofta material av de kornfraktioner som saknas varvid detta ofta benämns för fraktionsgrusning. Ofta finns det ett överskott av sand hos slitlagret varvid det ofta räcker att tillföra lite grövre material till slitlagret (Vägverket, 2001).

Det finns en del risker förenade med såväl ett tjockare som tunnare slitlager. Slitlagrets tjocklek bör därför vara ”lagom” tjockt, minst 5 cm anses ofta vara lämpligt. Några av nackdelarna med tjockare respektive tunnare slitlager presenteras nedan (SKL, 2015).

Tjockare slitlager (Ofta 7-10 cm):

- Risken för ytuppmjukning ökar.
- Ökade materialkostnader.
- Eventuella ojämnheter som uppstår i vägbanan riskerar att bli djupare.

Tunnare slitlager (< 5 cm):

- Svårt att åstadkomma tillräckligt tvärfall (4-5%).
- Hyvling blir svårare att genomföra (då material från underliggande bärlager kan tränga upp i vägbanan).

Grusning bör liksom hyvling ske när vägen är fuktig varvid arbetet ofta utförs på hösten. Vanligtvis sker dock grusning inte varje år, utan snarare vart tredje år. Då läger man på en större mängd grus istället varvid man inte behöver utföra arbetet årligen (Vägverket, 2001).

2.4.6 Sladdning

Sladdning kan ses som en typ av ythvling och kan vara lämplig att använda i de fall vägen uppvisar begränsad förekomst av ytskador och då hyvling anses vara onödigt. Avsikten är inte att nå botten på de pothål och andra ojämnheter som kan finnas på vägen, utan snarare att jämna till vägen. På så vis kan man åtgärda eventuella tendenser till ytskador (Alzubaidi, 1999a).

Sladdning bör liksom många andra drift- och underhållsmetoder utföras när vägbanan är fuktig. Arbetet sker ofta med en traktor med en påkopplad vägsladd, där vägsladden består av ett stål som river upp grusslitlagret (Alzubaidi, 1999a).



Figur 8: Traktordragen vägsladd (Kunskap Direkt, 2015d).

2.4.7 Flickning

Flickning innebär att man för hand åtgärdar de slaghål som uppkommit på vägen. Med skyffel fyller man då igen hålorna med grusslitlager och eventuellt dammbindningsmedel. Vanligtvis lägger man i något mer material än vad som behövs och överlåter därefter till trafiken att packa materialet. Flickning är en bra metod att utföra på de vägar där skadeförekomsten är begränsad och där hyvling anses vara onödigt (REV, 2013).

2.5 Kostnadseffektiv(t) drift och underhåll

2.5.1 Allmänt

Den låga trafikmängden i kombination med att många av de svenska grusvägarna saknar ordentlig överbyggnad medför att det ur ett ekonomiskt perspektiv inte alltid är motiverat att förse dem med permanent beläggning. Ofta krävs både omfattande och kostnadstunga åtgärder på grusvägarna innan det ens är aktuellt att byta slitlagertyp. Därför är det i ibland mer lönsamt om man kan utföra ett kostnadseffektivt drift- och underhållsarbete, något som dock är komplicerat.

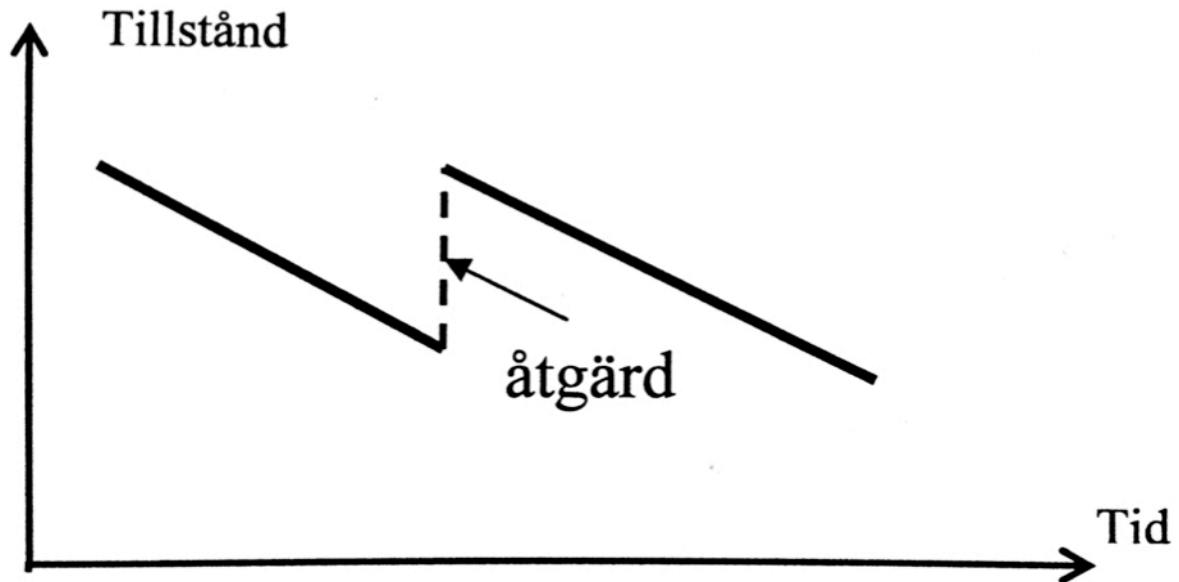
Det svenska klimatet bidrar till att egenskaperna hos en grusväg varierar under året. Detta medför att nedbrytningen blir mer påtaglig, vilket ofta resulterar i betydande skadeuppkomst. Därför ställs krav på att drift- och underhållsarbetet sker på ett anpassat och effektivt sätt genom såväl långsiktiga insatser som akuta åtgärder. Vägverket (2001) anger fyra grundläggande förutsättningar genom vilka man på ett kostnadseffektivt sätt kan uppnå en god standard på grusvägarna. Dessa är:

1. Kunskap och engagemang hos de som arbetar med underhåll av grusvägar samt de rätta metoderna och maskinerna för insatserna.
2. Rätt sammansättning på grusslitlagret med optimal tjocklek på slitlagret.
3. Rätt tvärfall (bombering-skevning) på vägbanan så att regnvatten och dyliknande lätt rinner av.
4. Kantskärning som möjliggör att ytvattnet rinner av från vägbanan.

Av ovanstående går det att konstatera att slitlagrets sammansättning och tjocklek tillsammans med vägens tvärfall har stor betydelse för en god vägstandard. Men vad innebär egentligen en ”god standard” på grusvägarna? Detta är inte helt enkelt att besvara.

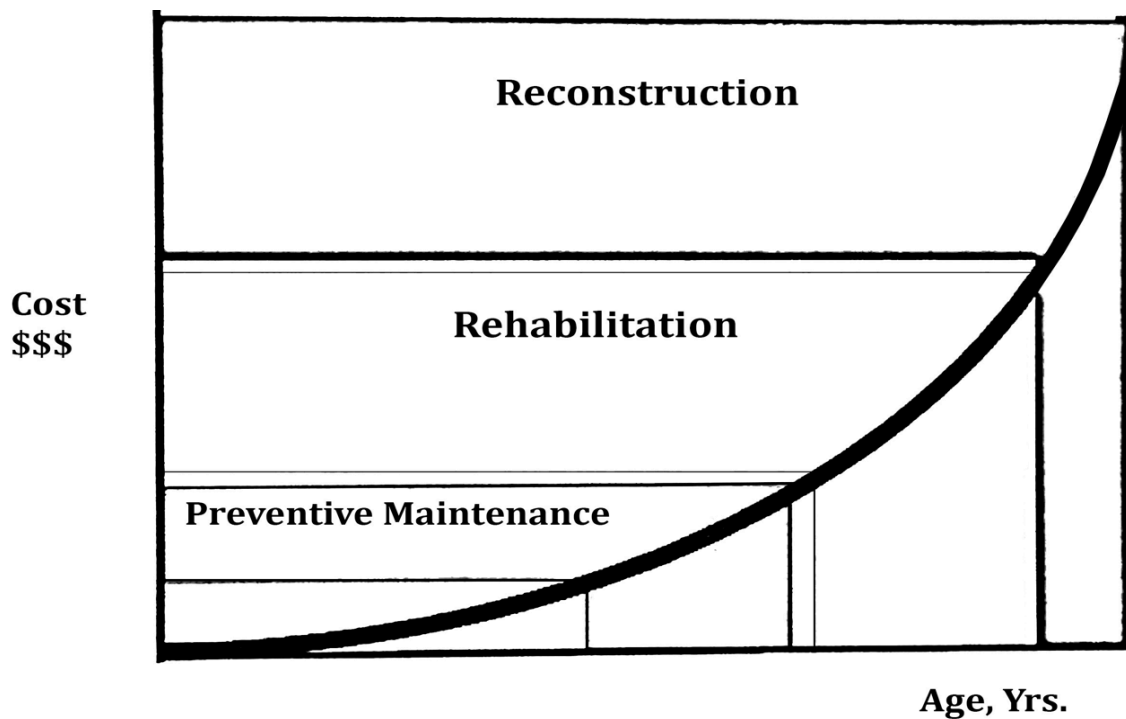
När det kommer till drift och underhåll i allmänhet är en av huvuduppgifterna att se till så att objektet (i det här fallet en väg) uppfyller en viss nivå under en viss tidsperiod (I engelskspråkig litteratur talar man ofta om ”level of service” (LOS) för ett objekt). Till detta hör bland annat att bestämma vilken nivå som bör eftersträvas hos objektet samtidigt som man tar hänsyn till de nyttor och kostnader som är förenade med att objektet uppfyller den valda nivån (Adey, 2014).

För vägar sker nedbrytning kontinuerligt över tiden. Detta medför att drift- och underhållsåtgärder behöver utföras i syfte att återföra objektet till dess ursprungliga nivå (Adey, 2014). Nedan visas en schematisk bild över hur en vägs tillstånd förändras över tiden.



Figur 9: Schematisk bild över hur en vägs tillstånd förändras över tiden (Agardh & Parhamifar, 2012).

Litteratur visar att det är mer kostnadseffektivt att utföra mindre åtgärder i ett tidigare skede jämfört med att utföra en omfattande åtgärd i ett senare skede då vägens tillstånd tillåtit att försämrats ytterligare (Vilander, 2015). Detta framgår också av nedanstående figur.



Figur 10: Desto äldre vägen blir desto högre blir kostnaderna och omfattningen av underhållsåtgärderna (Agardh & Parhamifar, 2012).

En viktig aspekt att betona är dock att de ekonomiska konsekvenserna till följd av eftersatt underhåll är mindre för en grusväg jämfört med en belagd väg (Bäckman et al., 1998, se Edvardsson, 2013).

Som tidigare nämnts i detta arbete sker tillståndsbedömning av grusvägar oftast subjektivt genom visuella bedömningar. Detta gör att det är svårt att planera när och hur ofta en åtgärd behöver utföras. Vid planering bör dock vikt läggas vid kriterier för tillståndsbedömning, val av vägar som ska underhållas, prioritering av dessa vägar samt val av lämpliga underhållsmetoder (Alzubaidi, 1999a). En av stötestenarna är dock vilket tillstånd för grusvägarna som ska efterfrågas eftersom det är svårt att veta vilket tillstånd hos vägarna som egentligen är det mest lönsamma (SKL, 2015).

Då trafikmängden på grusvägarna är låg är det svårt att ur ett samhällsekonomiskt perspektiv motivera att vägstandarden borde vara hög (SKL, 2015). Enligt SKL (2015) är en högre standard på grusvägarna förknippat med minskade brukarkostnader (exempelvis fordonskostnader och resekostnader) och med ökade väghållarkostnader. En förbättring från en lägre till en högre vägstandard har således väldigt låg samhällsekonomisk nytta. Därför anger SKL (2015) och Edvardsson (2013) att det för grusvägar bör införas en lägsta accepterad vägstandard. Denna är tänkt som en ”skamgräns” och ska då ange den lägsta standard som kan tillåtas för vilken ingen accelererad nedbrytning sker och för vilken trafiksäkerheten inte äventyras. En sådan standard skulle troligtvis medföra en tydligare kravbild för vad som faktiskt kan accepteras samtidigt som det kan underlätta planeringen av drift- och underhållsåtgärder. Vägunderhållsstrategi kan då väljas så att den lägsta acceptabla standarden inte underskrids.

2.5.2 Aspekter för reducerade drift- och underhållskostnader

Här nedan sker en kort sammanställning av några aspekter som kan vara viktiga att ta hänsyn till för att eventuellt kunna reducera drift- och underhållskostnaderna för grusvägar. Indelning görs efter underhållsmetod.

Hyvling:

- Det är ekonomiskt fördelaktigt att utföra hyvling när vägbanan är naturligt fuktig eftersom man då undviker extra kostnader relaterade till vattning. Hyvling vid fuktig vägbanan innebär dessutom att slitaget på gruskornen blir mindre och att man undviker att man förstör tidigare utförd dammbindning (Vägverket, 2001). Hyvling bör dock inte utföras om det faller för mycket regn eftersom materialet lätt klibbar samman och då blir svårhanterat.
- Hyvling utförs effektivast med hjälp av väghyvel. Erfarenheter tyder på att traktorer utrustade med hyvelblad ofta har svårt att skapa tillräcklig kraft på hyvelbladet varvid otillräckligt tvärfall ofta erhålls (Sellgren, 2015).

Dammbindning:

- Oavsett vilket dammbindningsmedel som används är det viktigt att vägen innan dammbindning utförs har rätt egenskaper för att resultatet av dammbindningen ska bli så bra som möjligt. Detta innefattar bland annat att vägen har rätt vägform, att grusslitlagret har lämplig kornsammansättning samt att vägytan är något fuktig vid utförandet (SKL, 2015).
- Dammbindning utgör ungefär 30 % av de totala drifts- och underhållskostnaderna under barmarksperioden, vilket ställer krav på att rätt dammbindningsmedel används.

- Det finns flera olika dammbindningsmedel och kostnaderna för- och effekterna av dessa varierar. Dock anses salt (klorider) vara det mest kostnadseffektiva dammbindningsmedlet på marknaden idag.
 - Enligt studier är kalciumkloridflingor mellan 10-40 % mer effektivt än magnesiumkloridflingor (Oscarsson, 2007a).
 - Kalciumkloridlösning och magnesiumkloridlösning anses vara lika effektiva, men båda är mer effektiva än sin motsvarande fasta form (Oscarsson, 2007a).
 - Användning av lösning istället för flingor innebär en reducering av den dammbindningsmängd som behöver tillföras vägen på mellan 20–50 % (SKL, 2015). Lösningar har dessutom en mindre inverkan på miljön jämfört med flingor (Vägverket, 2008).

Kantskärning och grusåtervinning:

- Kantskärning och grusåtervinning är en effektiv metod för att återanvända grus som har slängts ut i vägkanterna. Metoden innebär därmed ett visst kretsloppstänkande samtidigt som mängden nytt material som behöver tillföras slitlagret minskas. Således reduceras kostnader för material och transporter. Dock finns det en risk att oönskat material dras in på vägen och inte sorteras bort. Studier som har gjorts i detta arbete visar dock att den organiska halten i slitlagret inte ökar nämnvärt till följd av utförandet av metoden.

Grusning:

- Grusning bör ske när vägbanan är fuktig eftersom man då undviker kostnader relaterade till vattnings och dammbindning (Vägverket, 2001).

I allmänhet gäller att rätt tjocklek och sammansättning av slitlagret minskar kostnaderna för olika drift- och underhållsåtgärder. Ur ekonomisk synvinkel innebär ett för tjockt slitlager ökade kostnader för material och transporter medan ett för tunt slitlager kan medföra problem vid drift- och underhållsarbete. Rätt sammansättning hos slitlagret är en förutsättning för varaktigheten av vägens standard. Därtill går det inte nog att poängtera vikten av att vägen innehar tillräcklig lutning i tvärled. En otillräcklig lutning i tvärled medför att vatten blir ståendes på vägbanan, vilket sedermera ökar risken för omfattande skadeuppkomst och i slutändan också till ökade drift- och underhållskostnader. Detta överensstämmer också med Alzubaidi (1999a) som konstaterar att det inte finns någon underhållsåtgärd som ur tillstånds- och kostnadssynpunkt är lika viktig som den att förse en grusväg med erforderligt tvärfall och skevning för att underlätta avvattning och dränering.

2.6 Tillståndsbedömning av grusvägar

Tillståndsbedömning av grusvägar sker huvudsakligen genom okulära bedömningar enligt gällande metodbeskrivning. Dessa bedömningar är således subjektiva och kan därmed skilja sig åt beroende på vem eller vilka som utför dem.

Vid utförande av tillståndsbedömning klassificeras vägen beroende på ytlig skadebild. Under lång tid har denna tillståndsbedömning utförts enligt Vägverkets Metodbeskrivning 106, VVMB 106 (Vägverket, 1996). Under 2014 utkom dock Trafikverket med en ny, uppdaterad metodbeskrivning som därmed kom att ersätta VVMB 106, nämligen TDOK 2014:0135 (Trafikverket, 2014b). Kontentan av båda dessa metodbeskrivningar är i grund och botten densamma, men det finns några viktiga skillnader.

Bedömning av en väg enligt den tidigare metodbeskrivningen, VVMB 106, görs utifrån vägens bundenhet (förekomst av damm och löst grus) och jämnhet (tvärfall och förekomst av

ojämnheter). Bedömning sker utifrån ett standardprotokoll där vägen delas in i delsträckor och klassificeras enligt Klass 1 (God), Klass 2 (Godtagbar) och Klass 3 (Dålig) för ovanstående två kategorier (Vägverket, 1996). På så vis kan delsträckor som inte är godkända åtgärdas. Klassificeringen görs med hjälp av fotografier med tillhörande beskrivningar av de tre olika klasserna. Den klass som en väg bör uppfylla beror sedan på trafikmängden på vägen (Alzubaidi, 2002). Bedömning enligt denna metodbeskrivning är enbart subjektiv. I nedanstående figurer visas kortfattade beskrivningar för de olika tillståndsklasserna samt vilken nivå som eftersträvas på vägen vid olika trafikmängder.

Klass	Jämnhet	Bundenhet
1 God	Vägens yta har nödvändigt tvärfall och är jämn och fast. Enstaka potthål kan förekomma.	Löst grus på vägbanan förekommer i ringa omfattning. Vid hyvling kan löst grus förekomma på vägkanterna eller mellan hjulspåren. Inget damm rörs upp.
2 Godtagbar	Vägens yta har i stort nödvändigt tvärfall och är i största delen jämn och fast. Potthål och jämnhet förekommer på vissa avsnitt.	Löst grus förekommer i mindre omfattning på vägbanan och i mindre vallar längs vägkanterna. Mindre dammoln uppstår längs vägen.
3 Dålig	Vägbanan har dåligt tvärfall eller är deformerad i tvärled. Stora delar av ytan är ojämn p.g.a. potthål och korrugeringar.	Löst grus förekommer i stor omfattning över hela vägbanan och i utpräglade vallar längs vägkanterna. Utpräglade dammoln uppstår längs större delen av vägen.

Figur 11: Kortfattade beskrivningar av de tre olika tillståndsklasserna (Alzubaidi, 2002).

ÅDT _t	Tre funktionsklasser		
	A	B	C
	≥125	50-124	<50
Kvalitetsstandard	Jämnhet och bundenhet bör minst motsvara förhållanden enligt tillståndsklass 2, VVMB 106. Förhållanden enligt tillståndsklass 3 kan förekomma, men under högst 3 arbetsdagar i följd.	Jämnhet och bundenhet bör minst motsvara förhållanden enligt tillståndsklass 2, VVMB 106. Förhållanden enligt tillståndsklass 3 kan förekomma, men under högst 7 arbetsdagar i följd.	Jämnhet och bundenhet bör minst motsvara förhållanden enligt tillståndsklass 2, VVMB 106. Bundenhet enligt tillståndsklass 3 kan förekomma på vägavsnitt där randbebyggelse saknas. Även i övrigt kan förhållanden enligt tillståndsklass 3 förekomma, men under högst 7 arbetsdagar i följd.

* Ordet "randbebyggelse" definieras som område där det finns minst 6 lägenheter/hus inom 500 m längs vägen. Avståndet mellan lägenhet/hus och vägkant skall vara mindre än 100 m

Figur 12: Tillståndsklass som bör uppfyllas beroende på vägens trafikmängd (Alzubaidi, 2002).

I DO Bjäre-Åsbo görs regelbundna inspektioner av vägnätet i syfte att kontrollera så att vägarna är i godkänt skick. Kontroller görs av en oberoende kontrollant ungefär två gånger per månad. Vid varje tillfälle sker inspektion av några utvalda vägar (Sellgren, 2015).

Bedömning av en väg enligt den nya metodbeskrivningen, TDOK 2014:0135, görs utifrån parametrarna tvärfall och vägkanter, ojämnheter (potthål och korrugeringar), löst grus och damm. Bedömning sker även här utifrån ett standardprotokoll där vägen delas in i delsträckor och klassificeras enligt Tillståndsvärde 1, 2, 3, och 4. Om vägen tilldelas Tillståndsvärde 1 eller 2 förekommer lågt eller måttligt behov av driftåtgärder medan Tillståndsvärde 3 eller 4 indikerar på omedelbart behov av åtgärder. Bedömning enligt denna metodbeskrivning är både objektiv och subjektiv. Mätning av tvärfall och vägkanter görs normalt med hjälp av tvärfallsmätare och meterstock medan övriga parametrar bedöms subjektivt (Trafikverket,

2014b). Bedömning enligt denna metodbeskrivning är således något mer ingående än den tidigare metodbeskrivningen.

I de fall då man är intresserad av att långsiktigt förbättra en grusväg kan en komplett förundersökning utföras. I denna förundersökning ingår förutom en bedömning av dräneringsförhållanden och en bedömning av vägens uppbyggnad även en bedömning av vägens tillstånd. Vägens tillstånd bedöms då genom antingen erfarenhetsbedömning, skadeinventering och/eller mätning av bärförmåga. Vilket eller vilka av dessa moment som utförs beror huvudsakligen på resurstillgång, men syftet är att få till medel utöver årsbudgeten för att på så vis kunna förbättra en vägs långsiktiga tillstånd.

En erfarenhetsbedömning innefattar samlade erfarenheter från vägens historia. Detta kan exempelvis vara erfarenheter om vilka avsnitt på vägen som ofta drabbas av skador eller vilka underhållsåtgärder som tidigare har utförts på vägen. En skadeinventering utförs helst genom att vandra längs vägen och då notera skador och andra defekter (SKL, 2015). Olika metoder för mätning av bärförmåga beskrivs i kommande avsnitt.

2.7 Mätmetoder och provtagning

I detta avsnitt presenteras några olika metoder som kan användas som komplement vid tillståndsbedömning av grusvägar och/eller för att exempelvis kontrollera att en väg uppfyller gällande krav.

2.7.1 Bestämning av bärförmåga

Bärigheten hos en väg kan beskrivas som vägens förmåga att bära tung last utan att sprickor eller deformationer uppkommer. För bestämning av bärförmågan (bärigheten) på en grusväg kan olika metoder utnyttjas (SKL, 2015). Vanligtvis sker mätning av de deformationer som uppstår i vägytan när vägen utsätts för belastning. Deformationerna kan i sig ses som ett mått på bärigheten hos vägen men de kan också användas för att ta fram andra bärighetsmått, exempelvis olika typer av moduler (Agardh & Parhamifar, 2012).

Enligt SKL (2015) förekommer såväl elastiska som permanenta deformationer på en väg i samband med belastning. På belagda vägar är det av särskilt intresse att mäta de elastiska deformationerna medan det för grusvägar kan vara viktigt att även känna till de permanenta deformationerna. De permanenta deformationerna är dock svåra att mäta (SKL, 2015).

Nedan beskrivs hur tung fallvikt, lätt fallvikt och dynamisk penetrometer kan användas vid bestämning av bärförmåga. Fallvikterna mäter de elastiska deformationerna i vägytan medan dynamisk penetrometer kan utnyttjas för att ta fram och uttrycka mått på de permanenta deformationerna (SKL, 2015).

2.7.1.1 Tung fallvikt (Falling Weight Deflectometer, FWD)

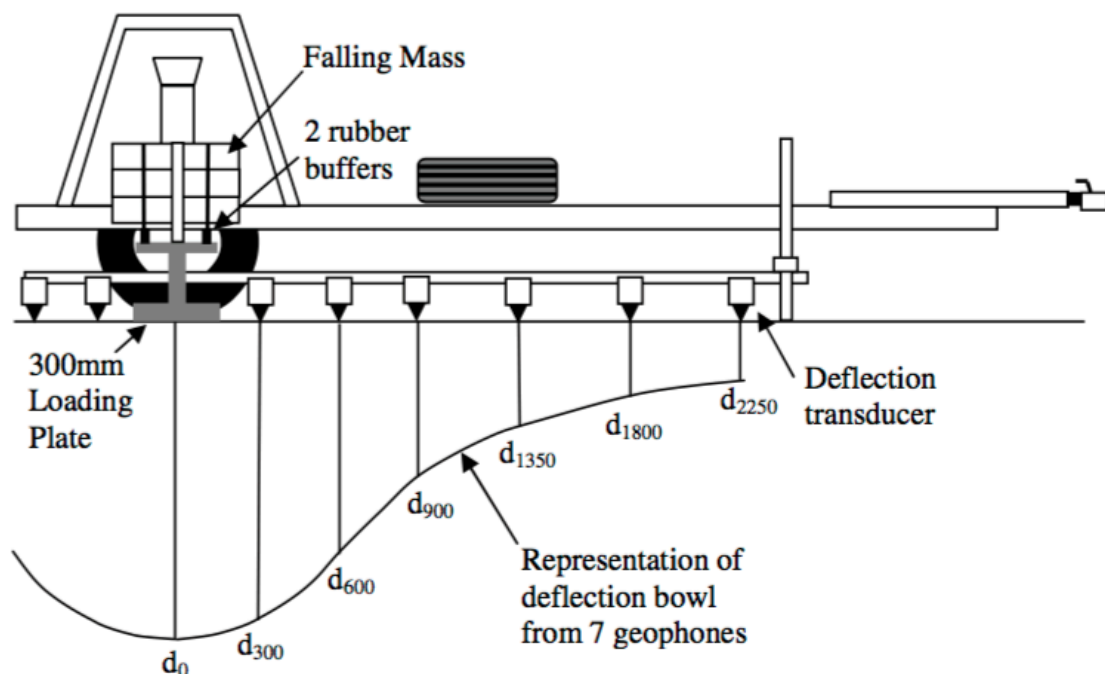
Med en fallviktsmätning (tung fallviktsmätning) simuleras en tung hjulöverfart på vägytan genom en dynamisk belastning (SKL, 2015). Detta sker genom att en vikt släpps på en belastningsplatta varvid en kraft överförs till vägytan och deformationer uppstår. Kraften som påförs belastningsplattan kan variera beroende på syfte och underlag, men är i normala fall 50 kN. Deformationerna mäts med hjälp av automatiska givare, dels i belastningscentrum och dels på olika avstånd från belastningscentrum. Registrerade deformationer kan därefter användas till att bestämma vägens bärighet (Trafikverket, 2012c).

Enligt SKL (2015) kan fallviktsmätningar vara mer eller mindre lämpliga på grusvägar beroende på vad syftet med mätningarna är. Av nedanstående tabell framgår bland annat att

en fallviktsmätning är lämplig för bestämning av ett mått på vägens bärighet, men mindre lämplig för bestämning av tid för införande av lastrestriktioner.

Tabell 4: Bedömd lämplighet av fallviktsmätning för olika syften på grusväg. Bedömningen har gjorts med en tregradig skala, där 3=lämplig, 2=ev. lämplig och 1=mindre lämplig (SKL, 2015).

Syfte med fallviktsmätningen	Lämplighet
Bestämning av förstärkningsbehov för beläggning	3
Bestämning av förstärkningsbehov/åtgärd för reducering av avstängningstid	1
Bestämning av tid för införande av lastrestriktioner	1
Bestämning av tid för borttagande av lastrestriktioner	2
Bestämning av ett mått på vägens bärighet	3
Verifiering av effekten av förstärkning/åtgärd	3



Figur 13: Principbild över hur den tunga fallvikten (FWD) fungerar (Lambert, 2007).

2.7.1.2 Lätt fallvikt (Light Weight Deflectometer, LWD)

Lätt fallvikt är en metod som fungerar på samma principiella sätt som tung fallvikt, nämligen genom att en vikt faller från en given höjd på en belastningsplatta. Den stora skillnaden mot den tunga fallvikten är att mätningarna utförs manuellt, att vikten som faller mot

belastningsplattan är mindre (ofta 10 kg) och att vikten ger upphov till en något kortare belastningstid. Kraften som normalt bildas är ungefär 7 kN (Hon, 2010; Trafikverket, 2012c).

Den lätta fallviktsutrustningen består av en stång med fjäderdämpning, vikt och belastningsplatta som sammankopplas med en mätningdosan. Innan mätning sker utförs tre stycken sättningsamplituder som inte registreras. Därefter sker ytterligare tre stycken sättningsamplituder för vilka mätning sker. Mätningdosan kan skilja sig något åt beroende på fabrikat. Vanligt är dock att deflektionerna från de tre sättningsamplituderna mäts och att en medeldeflektion samt den dynamiska deformationsmodulen automatiskt beräknas utifrån dessa. Mätningdosan kan i vissa fall även vara kopplad till en printer som skriver ut mätdata.

Uppskattning av bärförmåga med den lätta fallvikten har både för- och nackdelar, vilka sammanfattas nedan.

Fördelar:

- Enkel, snabb och kostnadseffektiv kontrollmetod.
- Oförstörande metod.
- Går att använda på ogynnsamma lägen.
- Möjligt att utvärdera resultat på plats.

Nackdelar:

- Begränsad tillämpning på grund av låg belastning och liten belastningsyta.
- Begränsad djupverkan på grund av låg belastning.



Figur 14: Lätt fallvikt av tyskt fabrikat (HMP Magdeburger Prüfgerätebau GmbH, u.å.).

2.7.1.3 Dynamisk konpenetrometer (Dynamic Cone Penetrator, DCP)

Dynamisk konpenetrometer är en annan typ av utrustning som kan utnyttjas för att uppskatta bärigheten på mindre vägar, däribland grusvägar (Trafikverket, u.å.). Utrustningen består av ett konformat stål som med hjälp av en hejarvikt drivs ner i vägytan. Utrustningen kan antingen vara handdriven eller maskinell. Penetrationshastigheten, mätt som nedsjunkning i mm/slag, med vilken stålet drivs ned genererar i första hand mätvärden på lagertjocklek samt hållfasthet hos lagren. Dock kan penetrationshastigheten också utnyttjas för att beräkna ett bärighetsmått, nämligen det så kallade CBR-värdet (California Bearing Ratio). CBR-värdet anger bärigheten hos provat material i förhållande till ett givet standardmaterial (ofta krossad kalksten). Ett högt CBR-värde tyder på hög bärighet medan ett lägre värde indikerar på motsatsen. Metoden med dynamisk konpenetrometer är betydligt mer vanlig utomlands än vad den är i Sverige (Fordonsstrategisk Forskning och Innovation, 2011).

2.7.2 Vägytemätningar och mätning av tvärfall

Vägytemätningar kan utföras med mätbil, en så kallad Laser-RST (Road Surface Tester). Med hjälp av laser- och datorteknik registreras ojämnheter, tvärfall, backighet och andra viktiga parametrar varvid man erhåller objektiva mätresultat av vägytan (Edvardsson, Lundberg & Sjöberg, 2015). Denna metod är mycket vanlig på belagda vägar, men mindre vanlig på grusvägar. Detta beror i huvudsak på att grusvägarnas tillstånd ofta förändras (SKL, 2015). Konsekvenserna blir att noggrannheten och tillförlitligheten i mätningarna därmed minskar.

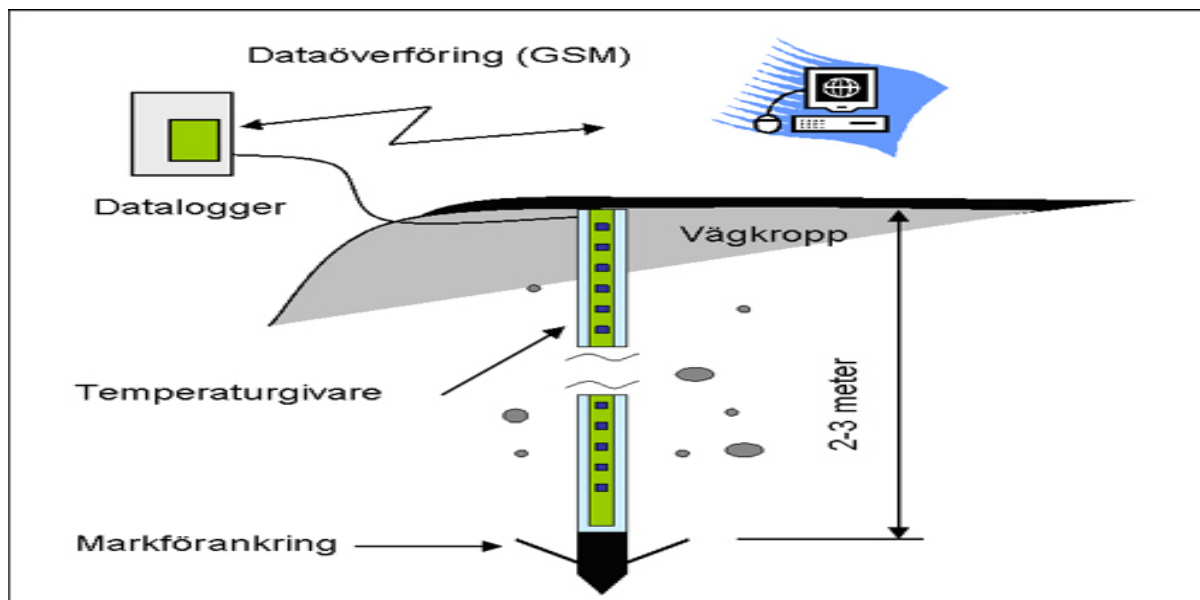
Edvardsson, Lundberg & Sjöberg konstaterar i sin rapport ”Objektiv mätmetod för tillståndsbedömning av grusväglag” (2015) att det finns ett behov av att objektivt kunna mäta tvärfall, ojämnheter, löst grus och damm för att erhålla mer tillförlitliga tillståndsbedömningar av grusvägar. Objektiva mätningar som resulterar i tolkningsbara mätvärden är en viktig förutsättning för att erhålla både bättre fördelning av tillgängliga medel samt ytterligare medel för drift- och underhållsverksamheten (Isacsson, 2000). Svårigheten ligger dock i att hitta utrustning som är både enkel, smidig och kostnadseffektiv att använda.

Ett intressant förslag som författarna föreslår i rapporten är användandet av en applikation i en smarttelefon för att mäta ojämnheter på grusvägar. Applikationen mäter den vertikala accelerationen i bilchassit när bilen färdas på en väg, något som sedan kan användas som ett mått på vägens jämnhet. I ett försök som författarna utförde kunde man konstatera att de objektiva mätningarna med smarttelefonen relativt bra överensstämde med de subjektiva bedömningarna av vägens jämnhet. Även om metoden behöver utvecklas vidare anser författarna att metoden kan ses som ett framtida alternativ på objektiva tillståndsmått för ojämnheter på grusvägar (Edvardsson, Lundberg & Sjöberg, 2015).

För mätning av tvärfall behöver inte mätbil användas. Det absolut vanligaste är att mätningar sker manuellt och då med hjälp av tvärfallsmätare enligt Trafikverkets metodbeskrivning (Trafikverket, 2014b).

2.7.3 Mätning av tjäldjup

Ibland kan det vara värdefullt att känna till hur djupt tjälen når i marken vid ett visst tillfälle då informationen bland annat kan användas till att avgöra om en väg är i körbart skick eller inte. Detta är framförallt användbart i norra Sverige där problemen under tjällossningen ofta är omfattande. För registrering av tjäldjup används ofta en utrustning vid namn Tjälstav 2004, se Figur 15. Denna mäter temperaturen på var femte centimeter i marken ned till två eller tre meters djup. Temperaturdata i realtid skickas trådlöst och kan därefter tolkas och användas. Metoden kan även utnyttjas för att mäta bärigheten i vägbanor under tjällossningen (Statens Väg- och Transportforskningsinstitut, u.å.).



Figur 15: Tjälstav 2004 (VTI, u.å.).

2.7.4 Provtagning

Provtagning av material kan göras för både grusvägens överbyggnad och underbyggnad beroende på behov. SKL (2015) rekommenderar att traktorgrävare utrustad med kabelskopa används vid denna typ av provtagning som bör utföras i hjulspår på vägavsnitt där skador förekommer. I samband med denna typ av provtagning kan även mätningar av lagertjocklekar och djup till underbyggnad göras (SKL, 2015).

Vad gäller provtagning av slitlager och kantmaterial kan detta göras för hand. För slitlagret bör provtagning göras på hela slitlagrets tjocklek och för kantmaterial ska provtagning ske på det material som kommer dras in i samband med kantskärning.

Insamlat material från genomförd provtagning analyseras på laboratorium utifrån bland annat kornstorleksfördelning, nötningsegenskaper och organisk halt. Resultat från analyserna kan bland annat användas för att kontrollera att gällande krav i Trafikverkets dokument ”Obundna lager för vägkonstruktioner” (TDOK 2013:0530) uppfylls (SKL, 2015).

3 Fallstudie

I detta kapitel beskrivs förutsättningarna för fallstudien och hur denna har utförts.

3.1 Beskrivning av utvalda vägar

De vägar i DO Bjäre-Åsbo som är av särskilt intresse i detta arbete är:

- Väg 1850- Okulär tillståndsbedömning och bestämning av bärförmåga.
- Väg 1873- Okulär tillståndsbedömning och bestämning av bärförmåga.
- Väg 1890- Provtagning och analys av grusslitlager.
- Väg 1891- Okulär tillståndsbedömning och bestämning av bärförmåga.

Värt att framhålla är att det tidigare under 2015 utfördes dikesbottenrensning och grusåtervinning på v.1850 och v.1873 (Södra delen)². På v.1873 (Norra delen)³ och v.1891 utfördes däremot inte dessa underhållsåtgärder.

Förutsättningar för de utvalda vägarna ovan har tagits fram med hjälp av Trafikverkets verktyg PMSv3⁴ och framgår av nedanstående tabeller. Notera att vissa av vägarna består av olika slitlagertyper. För dessa vägar är endast de delar som har grusslitlager intressanta. Värden för ÅDT och ÅDT_{tung} i tabellerna nedan anger således antalet fordon per dygn på de delar som är grusväg. För ytterligare information om vägarna, se Bilaga 2.

Tabell 5: Väg 1850.

Vägnummer	1850
Län	Skåne
Klimatzon	1
ÅDT	61 f/d
ÅDT _{tung}	1 f/d
Väglängd _{total}	10,5 km
Väglängd _{grusväg}	9,4 km

² Med Södra delen avses grusväg på v.1873 söder om v.24. För karta, se Bilaga 1.

³ Med Norra delen avses grusväg på v.1873 norr om v.24. För karta, se Bilaga 1.

⁴ Verktöget innehåller information om de statliga vägarna som kan användas för analys av vägytans tillstånd. Verktöget avser belagda vägar, men information finns även för grusvägar, om än i begränsad omfattning.

Tabell 6: Väg 1873.

Vägnummer	1873
Län	Skåne
Klimatzon	1
ÅDT	Södra delen: 60 f/d Norra delen: 69 f/d
ÅDT _{tung}	Södra delen: 12 f/d Norra delen: 6 f/d
Väglängd _{total}	21,0 km
Väglängd _{grusväg}	Södra delen: 7,2 km Norra delen: 4,2 km

Tabell 7: Väg 1890.

Vägnummer	1890
Län	Skåne
Klimatzon	1
ÅDT	61 f/d
ÅDT _{tung}	3 f/d
Väglängd _{total}	10,5 km
Väglängd _{grusväg}	6,3 km

Tabell 8: Väg 1891.

Vägnummer	1891
Län	Skåne
Klimatzon	1
ÅDT	45 f/d
ÅDT _{tung}	3 f/d
Väglängd _{total}	9,2 km
Väglängd _{grusväg}	8,7 km

3.2 Förutsättningar

En grusvägs tillstånd och dess egenskaper varierar delvis beroende på väderlek. Därför har såväl okulär tillståndsbedömning som mätning av bärförmåga utförts vid två olika tillfällen. Väderleken vid dessa tillfällen framgår av nedanstående tabell.

Tabell 9: Väderlek i samband med tillståndsbedömningar och mätningar av bärförmåga.

Datum	Typ	Temperatur	Väderlek	Kommentar
21/10-2015	Okulär tillståndsbedömning 1	ca 10 °C	Växlande molnighet	Naturligt fuktig vägbana
22/10-2015	Bärighetsmätning 1	ca 8 °C	Mestadels grått och lättare duggregn	Blöt vägbana
18/11-2015	Okulär tillståndsbedömning 2	ca 8 °C	Växlande molnighet med lättare regnskurar	Blöt vägbana
20/11-2015	Bärighetsmätning 2	ca 3 °C	Växlande molnighet	Naturligt fuktig vägbana

3.3 Utförande

3.3.1 Okulär tillståndsbedömning

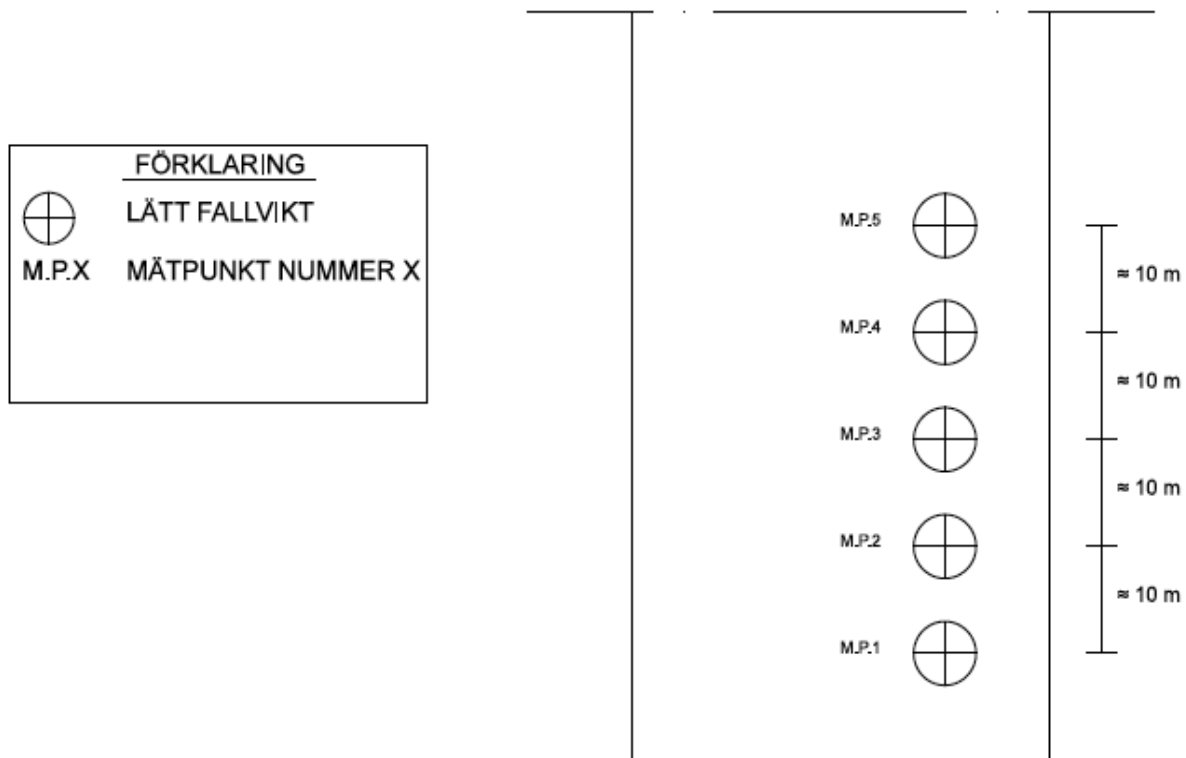
Okulär tillståndsbedömning genomfördes huvudsakligen genom att sakta köra de utvalda vägarna och samtidigt notera skador och andra anmärkningar. Detta utfördes tillsammans med Lars Sellgren, Platschef på Peab Anläggning i Örkelljunga (DO Bjäre-Åsbo). Till grund för klassificering av vägarna användes Vägverkets metodbeskrivning 106:1996, VVMB 106. Dock har inte vägarna indelats i delsträckor som metodbeskrivningen förordar utan istället har en helhetsbedömning av vägarna utförts. Helhetsbedömningen av vägarna är mer intressant i jämförelsesyfte.

3.3.2 Mätning och analys av bärförmåga

Uppskattning av bärförmåga har gjorts med hjälp av lätt fallvikt. Denna metod beskrevs i Kapitel 2.7.1.2. I försöket utfördes så många mätningar som hanns med under en arbetsdag. Mätningar av samtliga fyra vägar genomfördes under samma dag för att erhålla så likvärdiga förhållanden som möjligt.

Mätningar utfördes på flera olika mätplatser längs varje väg och där mätningar ansågs vara lämpliga att utföra. Mätplatser i såväl horisontal- som vertikalkurvor undveks. Vidare utfördes på varje mätplats fem mätningar med ett ungefärligt avstånd på vardera 10 meter. Samtliga mätningar genomfördes i höger hjulspår.

I nedanstående figur visas en översikt över mätningsutförandet.



Figur 16: Översikt över mätningsutförandet.

Analys av mätningar av bärförmåga på de utvalda vägarna har gjorts utifrån de sättningar och deformationsmoduler som den lätta fallvikten renderat. Detta beskrivs mer detaljerat i Kapitel 4.2.

3.3.3 Provtagning och analys av grusslitlager

I samband med att kantskärning och grusåtervinning utfördes på v.1890 genomfördes provtagning av grusslitlagret. Provtagningen utfördes endast på en delsträcka av vägen, närmare bestämt på den sista kilometern av den totalt 3 km långa sträckan som åtgärdades. På så vis kunde kantskärning och grusåtervinning pågå ostört på resterande del. Delsträckan ansågs vara representativ för hela sträckan. Provtagningen av grusslitlagret gick till som följer:

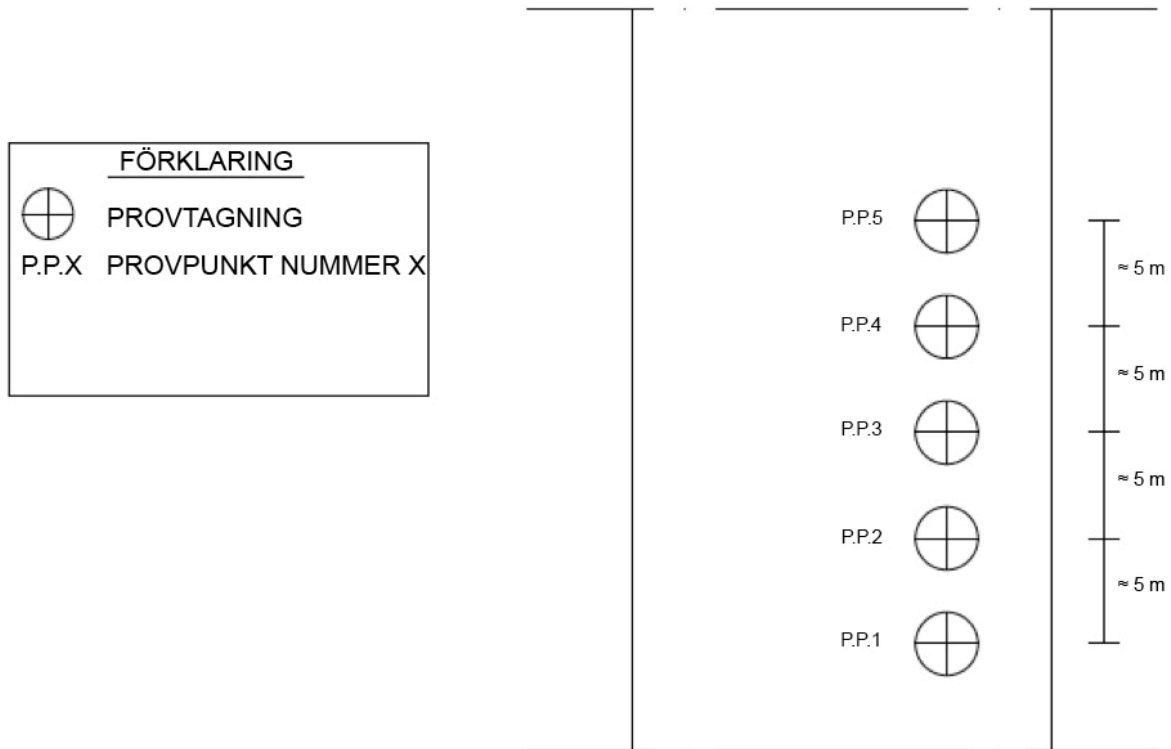
1. Fyra lämpliga platser för provtagning utses utmed delsträckan. I detta fall valdes provplatser med ett mellanrum på några hundra meter. Provplatser i horisontal- och vertikalkurvor undviks.
2. Provtagning sker genom att samla in material från grusslitlagret från 5 olika provpunkter på varje provplats. Provpunkterna ligger i höger hjulspår med ungefär 5 meters avstånd. Det är önskvärt att samla in ungefär 2-3 kg material från varje håll, det vill säga ca 10-15 kg från varje provplats.

Provtagningsproceduren ovan genomfördes i tur och ordning i tre omgångar enligt följande:

1. Provtagning på befintlig väg.
2. Provtagning efter genomförd grusåtervinning.

3. Provtagning efter att vägen var färdigåtgärdad, det vill säga efter kompletteringsgrusning.

I nedanstående figur visas en översikt över provtagningsutförandet. För de fyra provplatsernas läge längs vägen, se Bilaga 1.



Figur 17: Översikt över provtagningsutförandet.

Efter utförd provtagning analyserades de insamlade proverna i syfte att bestämma slitlagrets kornstorleksfördelning och organiska halt. Kornstorleksfördelningen bestämdes genom siktningsanalys enligt Vägverkets (nuvarande Trafikverkets) metodbeskrivning VVMB 619-”Bestämning av kornstorleksfördelning genom siktningsanalys” (Vägverket, 1998).

För kontroll av organisk halt krävs mer avancerad laboratorietrustning. Därför utfördes denna kontroll av Eurofins i Kristianstad. Den organiska halten kontrolleras normalt på material mindre än 2 mm. I samband med siktningsanalysen samlades därför material mindre än 2 mm ihop och lades i plastpåsar. Påsarna märktes och skickades därefter iväg till Eurofins för bestämning av organisk halt. Där används en metod där man genom glödgningsförlust bestämmer mullhalten i ett prov. Kortfattat beskrivet innebär denna metod att proverna torkas, vägs, glödgas och därefter återigen vägs. Vid Eurofins sker glödgningen på en temperatur på 500 ± 10 °C (Jordbruksverket, 2013). Det är viktigt att temperaturen vid glödgningen inte är för hög, eftersom det då finns en risk att det bundna vattnet i proverna avgår varvid resultatet kan bli missvisande. En temperatur på 500-550 °C anses ofta vara lagom (Bengtsson, 2015). Själva glödgningsförlusten avser provets förlust i massa under glödgningen i förhållande till provets torra vikt innan glödgningen. Bestämning av mullhalten görs genom att korrigera glödgningsförlusten med avseende på lerhalten i provet (Jordbruksverket, 2013). Är lerhalten hög blir mullhalten låg (Mullhalt = Glödgningsförlust - Lerhalt). Mullhalten är dock mer intressant i andra sammanhang, exempelvis inom det svenska jordbruket. Glödgningsförlusten är däremot mer jämförbar med mängden organiskt material hos ett prov (det som

internationellt ofta betecknas ”organic matter”) (Gustavsson, 2016). Därför har glödgningsförlusten använts som ett mått på den organiska halten hos slitlagret i detta arbete.

I sammanhanget är det värt att nämna att det även finns en annan metod för kontroll av organisk halt, nämligen kolorimetermätning. Denna metod är den som Trafikverket förordar när det kommer till vägar (Trafikverket, 2015b). Dock anses både glödgningsförlust och kolorimetermätning vara ungefär lika bra (Bengtsson, 2015). Att den organiska halten i detta arbete bestämdes genom glödgningsförlust och inte enligt den metod som Trafikverket föreskriver berodde på kostnadsskäl. Kolorimetermätningar är nämligen betydligt mer kostsamma att utföra.



Figur 18: Torkning av prover innan siktning.
Foto: Författaren.



Figur 19: Siktning av material. Foto: Författaren.



Figur 20: Insamling av material < 2 mm för bestämning av organisk halt. Foto: Författaren.

4 Resultat

I detta kapitel redovisas och analyseras resultat från de okulära tillståndsbedömningarna och mätningarna av bärförmåga. En jämförelse mellan de utvalda vägarna görs också utifrån dessa kriterier. Därtill redovisas också hur slitlagrets kornstorleksfördelning och organiska halt förändras vid utförande av kantskärning och grusåtervinning.

4.1 Okulär tillståndsbedömning av utvalda vägar

Klassificering av vägarna har utförts enligt Klass 1 (God), Klass 2 (Godtagbar) och Klass 3 (Dålig) för kategorierna bundenhet respektive jämnhet.

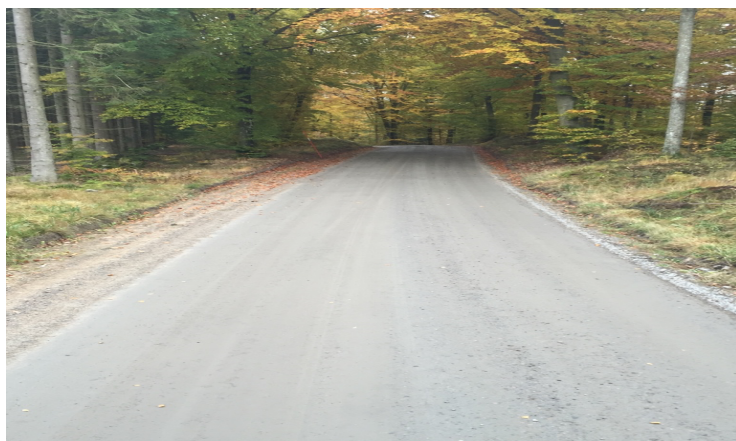
4.1.1 Väg 1850

4.1.1.1 Okulär tillståndsbedömning 1

Den första okulära tillståndsbedömningen av v.1850 sammanfattas nedan:

- Mestadels jämn vägbana. Förekomst av enstaka mindre hålor.
- Bra bundenhet. På vissa ställen finns dock löst grus i en sträng i mitten av vägbanan samt i vägkanter.
- God lutning i tvärled.
- Inget vägdamm bildas vid trafikering av vägen.
- I en kurva längs vägen förekommer tendens till tvättbräda (dock mycket kort sträcka, ca 10 meter).

Vägen klassificeras enligt Klass 1 i både ”Kategori: Bundenhet” och ”Kategori: Jämnhet”. Även om mindre skador förekommer på vissa ställen längs vägen anses inte dessa vara tillräckliga för att sänka helhetsbetyget för vägen.



Figur 21: Jämn vägyta med bra bundenhet. Foto: Författaren.

4.1.1.2 Okulär tillståndsbedömning 2

Den andra okulära tillståndsbedömningen av v.1850 sammanfattas nedan:

- Förekomst av enstaka mindre hålor.
- Mestadels jämn vägyta med bra bundenhet. På vissa ställen finns dock löst grus i en sträng i mitten av vägbanan samt i vägkanter.
- God lutning i tvärled.
- Någon enstaka vattenansamling har bildats i vägkant.
- Tendens till uppmjukning på något ställe längs sträckan.

Vägen klassificeras enligt Klass 1 i både ”Kategori: Bundenhets” och ”Kategori: Jämnhet”. Även om mindre skador förekommer på vissa ställen längs vägen anses inte dessa vara tillräckliga för att sänka helhetsbetyget för vägen.



Figur 22: Fortsatt jämn vägyta med bra bundenhet trots mycket nederbörd den senaste tiden. Foto: Författaren.

4.1.2 Väg 1873 (Södra delen)

4.1.2.1 Okulär tillståndsbedömning 1

Den första okulära tillståndsbedömningen av v.1873 (Södra delen) sammanfattas nedan:

- Mestadels jämn vägbanan. Förekomst av enstaka mindre hålor.
- Bra bundenhet. På vissa ställen finns dock löst grus i en sträng i mitten av vägbanan samt i vägkanter.
- God lutning i tvärled.

- Inget vägdamm bildas vid trafikering av vägen.
- Förekomst av vattenansamling i vägkant på ett ställe längs sträckan.

Vägen klassificeras enligt Klass 1 i både ”Kategori: Bundenhet” och ”Kategori: Jämnhet”. Även om mindre skador förekommer på vissa ställen längs vägen anses inte dessa vara tillräckliga för att sänka helhetsbetyget för vägen.



Figur 23: Förekomst av löst grus i mitten av vägbanan. Foto: Författaren.

4.1.2.2 Okulär tillståndsbedömning 2

Den andra okulära tillståndsbedömningen av v.1873 (Södra delen) sammanfattas nedan:

- I några backar längs vägen har vatten sköljt bort grus från grusslitlagret.
- Förekomst av slaghål på fyra partier längs vägen, vardera parti är ca 25 m långa.
- Mestadels jämn vägyta med bra bundenhet. På vissa ställen finns dock löst grus i en sträng i mitten av vägbanan samt i vägkanter.
- Kort parti med tvättbräda förekommer, ca 10 m.
- Överlag god lutning i tvärled.

Vägen klassificeras enligt Klass 1 i ”Kategori: Bundenhet” och Klass 3 i ”Kategori: Jämnhet”. Vägen är i behov av åtgärder inom kort.



Figur 24: Slaghål har bildats på flera ställen på vägen. Foto: Författaren.

4.1.3 Väg 1873 (Norra delen)

4.1.3.1 Okulär tillståndsbedömning 1

Den första okulära tillståndsbedömningen av v.1873 (Norra delen) sammanfattas nedan:

- Mestadels jämn vägbanan. Förekomst av enstaka mindre hål.
- Tvättbräda förekommer längs korta partier i ett par kurvor längs vägen.
- Överlag bra bundenhet. På vissa ställen finns dock mindre mängder löst material utspritt över vägbanan samt i vägkanter.
- Tillräckligt god lutning i tvärled.
- Inget vägdamm bildas vid trafikering av vägen.
- På ett ställe längs vägen förekommer en sten som trängt upp i vägytan.

Vägen klassificeras enligt Klass 1 i både ”Kategori: Bundenhet” och ”Kategori: Jämnhet”. Även om mindre skador förekommer på vissa ställen längs vägen anses inte dessa vara tillräckliga för att sänka helhetsbetyget för vägen.



Figur 25: Uppträngd sten i vägytan. Foto: Författaren.

4.1.3.2 Okulär tillståndsbedömning 2

Den andra okulära tillståndsbedömningen av v.1873 (Norra delen) sammanfattas nedan:

- Förekomst av vattenansamling på ett ställe längs sträckan.
- På ett ställe längs vägen förekommer en sten som trängt upp i vägytan.
- Förekomst av ganska kraftig tvättbräda i ett ca 25 m långt parti i en backe längs vägen. Mindre tvättbräda förekommer på ytterligare några ställen på vägen.
- Flera partier med sammanhängande slaghål.
- I några backar längs vägen har vatten sköljt bort grus från grusslitlagret.
- Överlag bra bundenhet. Löst grus förekommer på vissa ställen.
- Tillräckligt god lutning i tvärled.

Vägen klassificeras enligt Klass 1 i ”Kategori: Bundenhet” och Klass 3 i ”Kategori: Jämnhet”.
Vägen är i behov av åtgärder inom kort.



Figur 26: Tvättbräda som har bildats i backe. Foto: Författaren.



Figur 27: Sammanhängande slaghål. Foto: Författaren.

4.1.4 Väg 1891

4.1.4.1 Okulär tillståndsbedömning 1

Den första okulära tillståndsbedömningen av v.1891 sammanfattas nedan:

- Mestadels jämn väg bana. Några enstaka hålor samt tendens till ojämnheter förekommer.
- Överlag bra bundenhet. På vissa ställen finns dock mindre mängder löst material utspritt över vägbanan samt i vägkanter.
- Längs kortare partier utmed vägen har gräs börjat växa i mitten av vägbanan.
- Tillräckligt god lutning i tvärled.
- Inget vägdamm bildas vid trafikering av vägen.

Vägen klassificeras enligt Klass 1 i både ”Kategori: Bundenhet” och ”Kategori: Jämnhet”. I den senare kategorin är det dock ett gränsfall om vägen istället borde klassificeras enligt Klass 2.



Figur 28: Tydlig spårbildning vilket gjort att gräs börjat växa i vägmitt. Foto: Författaren.

4.1.4.2 Okulär tillståndsbedömning 2

Den andra okulära tillståndsbedömningen av v.1891 sammanfattas nedan:

- Förekomst av någon enstaka vattenansamling.
- Delsträckor med förekomst av slaghål.
- Överlag god jämnhet samt bundenhet. Detta gäller i första hand den inledande sträckan av vägen (ungefär de första 4 kilometrarna räknat från väster), därefter sämre. Löst grus förekommer på vissa ställen.
- Tillräckligt god lutning i tvärlängd.

Eventuellt skulle vägen kunna delas in i två delar och klassificering göras utifrån detta, eftersom den första delen (ca 4 km, väst-östlig riktning) av vägen är i bättre skick än den efterföljande delen. Att så är fallet kan bero på att man i samband med byggnationen av E4:an utnyttjade den första delen av vägen för materialtransporter. När motorvägsbygget senare var färdigt återställdes den del av v.1891 man hade utnyttjat. Detta innebar en materialutskiftning av vägen där mycket nytt förstärkningsmaterial lades på. Det kan mycket väl tänkas att man fortfarande har nytta av detta vilket skulle kunna förklara varför den inledande delen av vägen också är i bättre skick än den efterföljande delen (Sellgren, 2015). I detta fall har dock en helhetsbedömning gjorts för vägen varvid vägen därför klassificeras enligt Klass 1 i ”Kategori: Bundenhet” och Klass 3 i ”Kategori: Jämnhet”. Vägen är i behov av åtgärder inom kort.



Figur 29: Vattensamling i väggkant. Foto: Författaren.

4.1.5 Sammanställning

Nedan presenteras en sammanställning över resultatet från de okulära tillståndsbedömningarna.

Tabell 10: Klassificering av utvalda vägar utifrån Klass 1 (God), Klass 2 (Godtagbar) och Klass 3 (Dålig).

	Tillståndsbedömning 1						Tillståndsbedömning 2					
	Jämnhet			Bundenhet			Jämnhet			Bundenhet		
Vägnummer	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 1	Klass 2	Klass 3	Klass 1	Klass 2	Klass 3
1850	X			X			X			X		
1873 (Södra delen)	X			X					X	X		
1873 (Norra delen)	X			X					X	X		
1891	X			X					X	X		

Vid tillfället för Tillståndsbedömning 1 innehar samtliga vägar Klass 1 i både ”Kategori: Jämnhet” och ”Kategori: Bundenhet”. Vid tillfället för Tillståndsbedömning 2 innehar v. 1873 (Södra delen), v.1873 (Norra delen) och v.1891 Klass 3 i ”Kategori: Jämnhet”. Dessa vägar är således i behov av förbättringsåtgärder inom kort.

4.2 Bärförmåga på utvalda vägar

I detta avsnitt redovisas de mätningar av bärförmåga som har gjorts för de utvalda vägarna. För samtliga diagram som presenteras här framgår sättnings respektive bärförmåga som en funktion av avstånd. Ett tydliggörande av hur avstånd har bestämts för mätplatserna framgår av nedanstående tabell. För karta över vägarna, se Bilaga 1.

Tabell 11: Tydliggörande av avstånd för mätplatser.

Vägnummer	Avstånd
1850	Mätt från v.1873, riktning norr
1873 (Södra delen)	Mätt från v.24, riktning söder
1873 (Norra delen)	Mätt från v.24, riktning norr
1891	Mätt i riktning väst till öst

Den lätta fallvikten beräknar automatiskt sättningsamplituder (S_1 , S_2 , och S_3), medelsättnings (S_m) och deformationsmodul (E_{vd}). Dessa finns återgivna för varje mätpunkt och framgår av Bilaga 3. Utifrån medelsättnings (S_m) och deformationsmodul (E_{vd}) hos varje mätpunkt (fem stycken mätpunkter per mätplats) har medelvärden för sättnings och deformationsmodul beräknats och därefter använts för att uppskatta sättnings och bärförmågan för just den mätplatsen. Denna bärförmåga betecknas i kommande diagram som E_{vd} .

Utöver ovanstående deformationsmodul har ytterligare en deformationsmodul beräknats. Denna betecknas i kommande diagram som E_{vd2} . Då det inte finns någon svensk metodbeskrivning för lätt fallvikt hänvisar Trafikverket till den tyska motsvarigheten, TP-BF Teil B 8.3. Enligt Hon (2010) kan deformationsmodulen, E_{vd2} , för lätt fallvikt beräknas enligt följande ekvation:

$$E_{vd2} = 1,5 \cdot r \cdot \sigma_0 / s \quad [\text{MPa}] \quad (4.1)$$

där

r = Belastningsplattans radie [mm]

σ_0 = Dynamisk belastning [MPa]

s = Sättning/deflektion under belastning [mm]

I detta försök gäller följande värden för den lätta fallvikten:

$\sigma_0 = 0,1 \text{ MPa}$

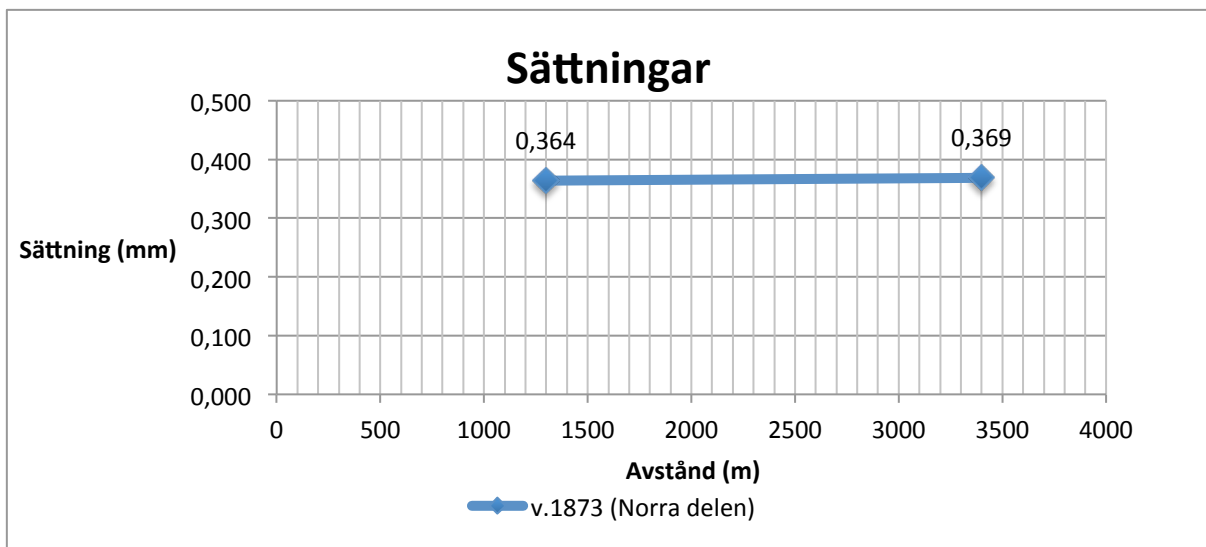
$r = 150 \text{ mm}$

Användning av dessa värden medför att deformationsmodulen, E_{vd2} , kan beräknas enligt följande ekvation:

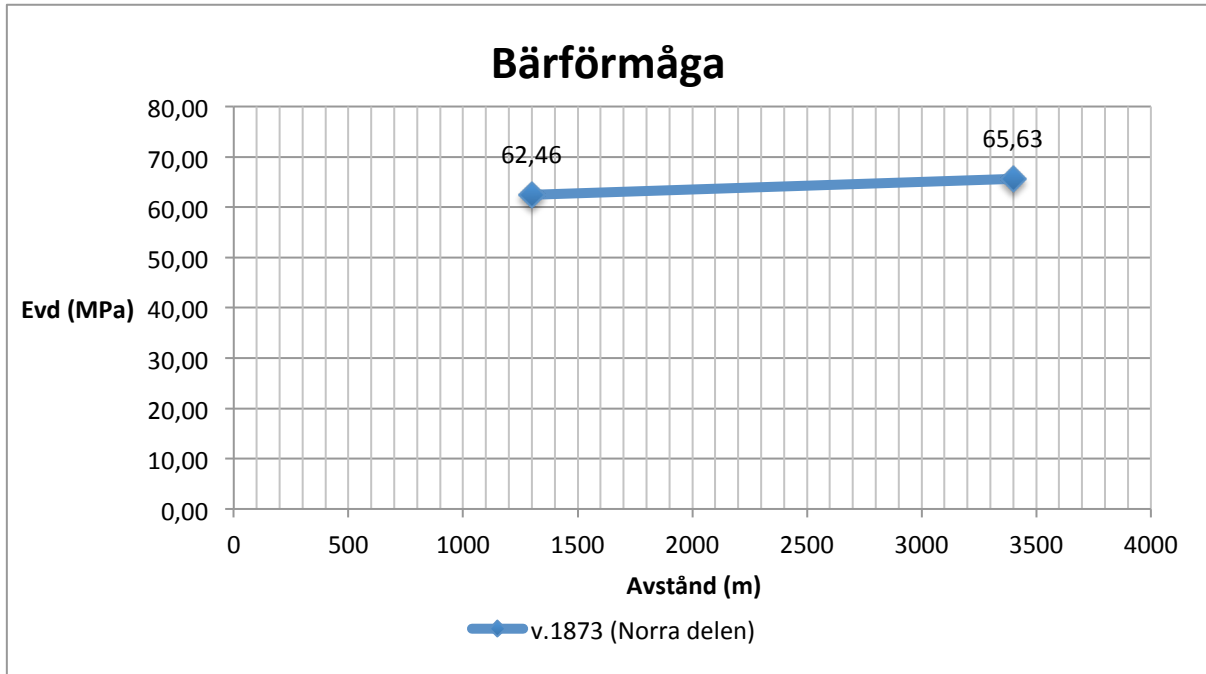
$$E_{vd2} = 22,5/s \quad [\text{MPa}] \quad (4.2)$$

Deformationsmodulen, E_{vd2} , finns återgiven i Bilaga 3 för varje mätplats på de utvalda vägarna.

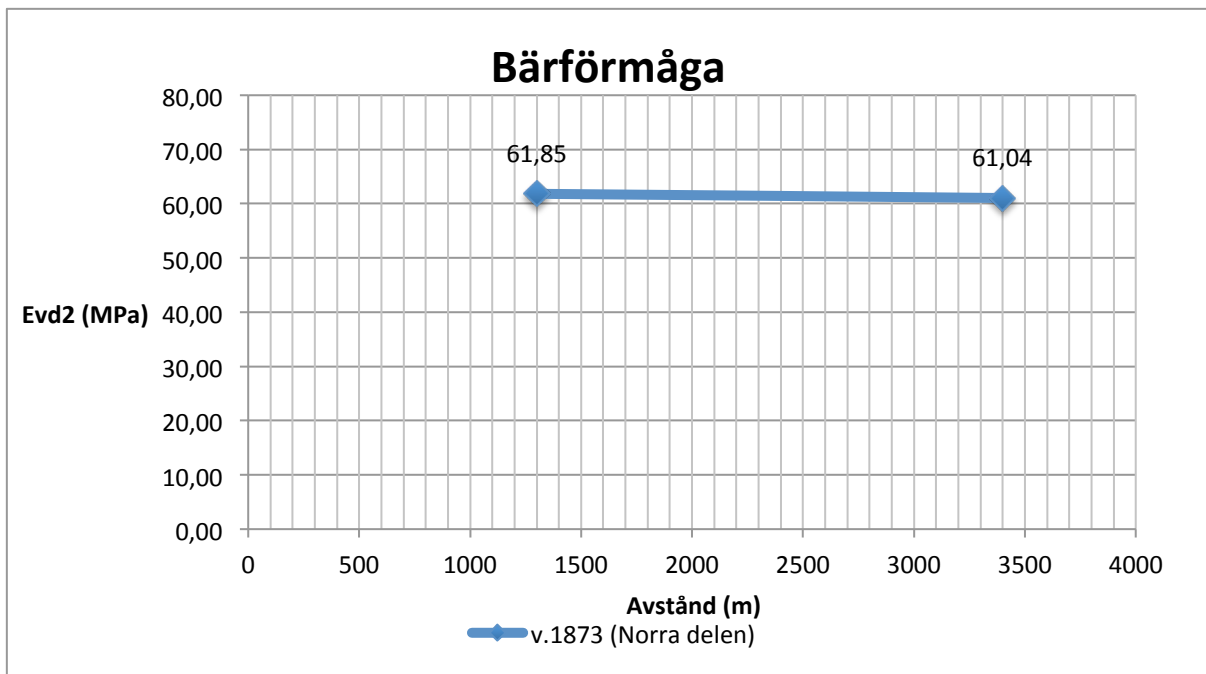
Anledningen till att deformationsmodulen, E_{vd2} , har beräknats i detta fall är för att korrigera för de fel som ibland kan uppstå i sambandet mellan sättning och bärförmåga för deformationsmodulen E_{vd} . I normala fall finns ett samband mellan sättning och bärförmåga där en större sättning renderar i en lägre bärförmåga och en lägre sättning renderar i en högre bärförmåga (det är så den lätta fallvikten fungerar). I de fall då deformationsmodulen för en mätplats baseras på medelvärdet av flera mätpunkter kan dock fel uppstå. Så är fallet om spridningen av mätvärdena för de olika mätpunkterna är stor. Konsekvensen blir då att medelvärdet av deformationsmodulen för dessa mätpunkter kan bli missvisande vilket gör att ovanstående påstående om sambandet mellan sättning och bärförmåga inte alltid är sant. Detta innebär exempelvis att en mätplats som har högre sättning än en annan mätplats också kan få högre bärförmåga. Ett konkret exempel på detta visas i nedanstående figurer. I dessa framgår resultat från det andra mättillfället för v.1873 (Norra delen).



Figur 30: Sättningar längs v.1873 (Norra delen) vid det andra mättillfället.



Figur 31: Bärförmåga, Evd, längs v.1873 (Norra delen) vid det andra mättillfället.



Figur 32: Bärförmåga, Evd2, längs v.1873 (Norra delen) vid det andra mättillfället.

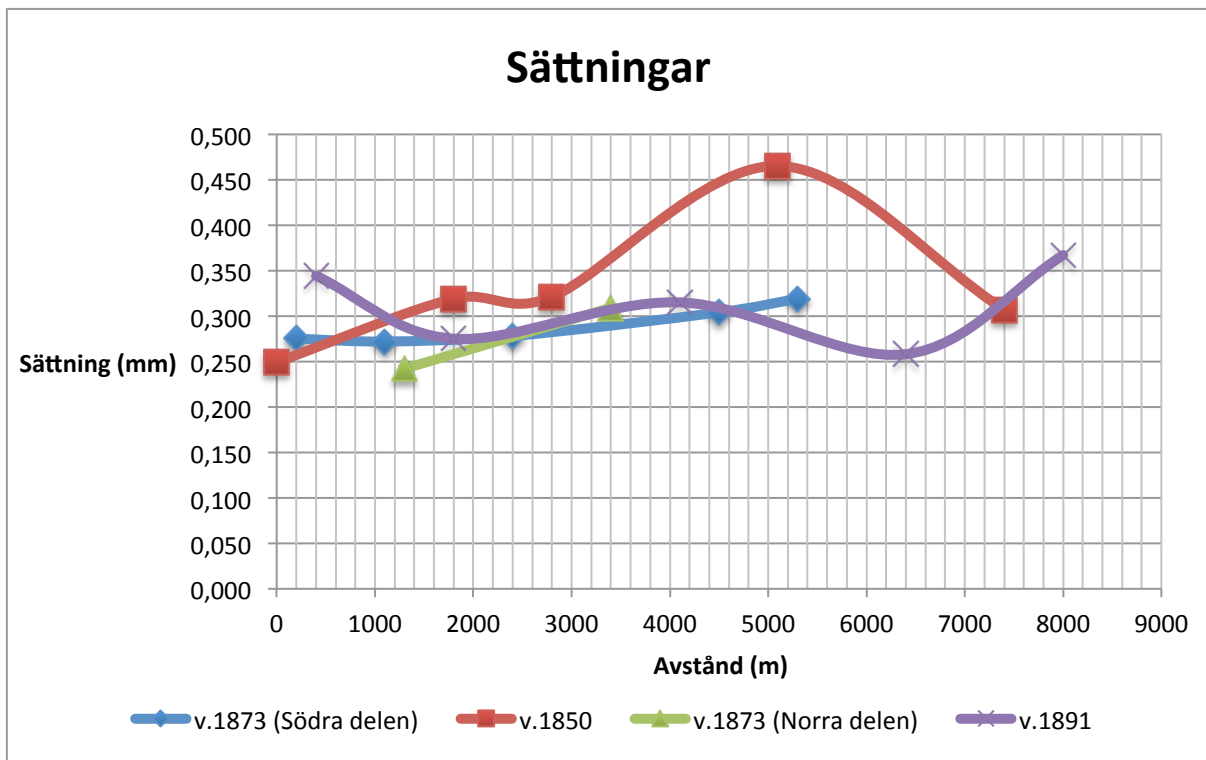
Av Figur 30 ovan ses att sättningen är något större för den andra mätplatsen jämfört med den första (Sättningen hos vardera mätplats baseras på medelvärdet av fem mätpunkter). Trots detta blir bärförmågan, E_{vd} , högre för den andra mätplatsen, se Figur 31. Figur 32 visar dock det förväntade resultatet, med en högre bärförmåga, E_{vd2} , vid den första mätplatsen jämfört med den andra. För att förtydliga ytterligare, det är inte den automatiskt beräknade deformationsmodulen från den lätta fallvikten som är fel. Felet uppstår när deformationsmodulen, E_{vd} , baseras på medelvärdet av de fem mätpunkterna. Det är svårt att veta hur stor spridningen av de olika mätpunkternas deformationsmodul måste vara för att

medelvärdet av dessa ska bli missvisande. Som synes av Figur 31 och Figur 32 blir dock konsekvensen av ett missvisande medelvärde att linjen får omvänd lutning.

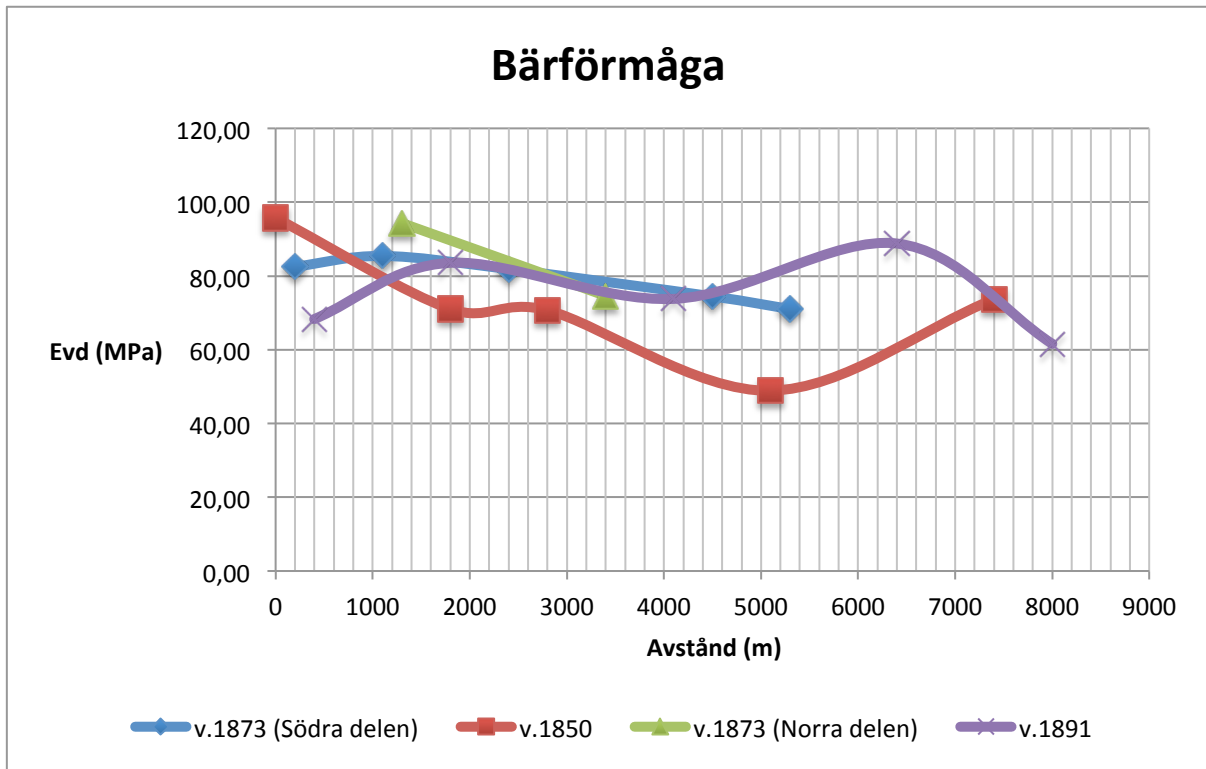
Nedan presenteras resultatet från bärighetsmätningarna på de utvalda vägarna. Då det är svårt att veta hur bärförmågan varierar mellan mätplatserna har det i figurerna nedan antagits en lämplig förändring. Noterbart är att det i Sverige inte finns några krav på deformationsmodulerna (Agardh, 2015).

4.2.1 Bärighetsmätning 1

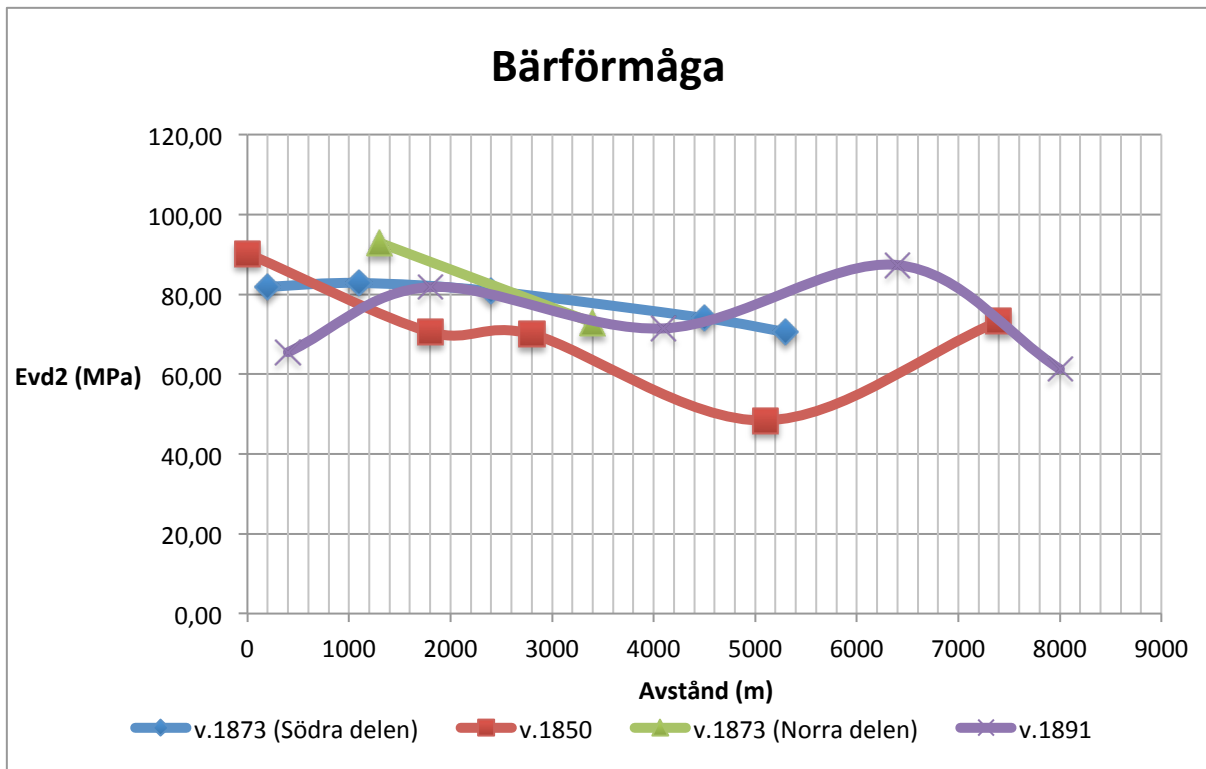
Sättningar och bärförmåga längs de utvalda vägarna vid det första mättillfället framgår av Figur 33, Figur 34 och Figur 35 nedan.



Figur 33: Sättningar längs de utvalda vägarna vid det första mättillfället.



Figur 34: Bärförmåga, Evd, längs de utvalda vägarna vid det första mättillfället.

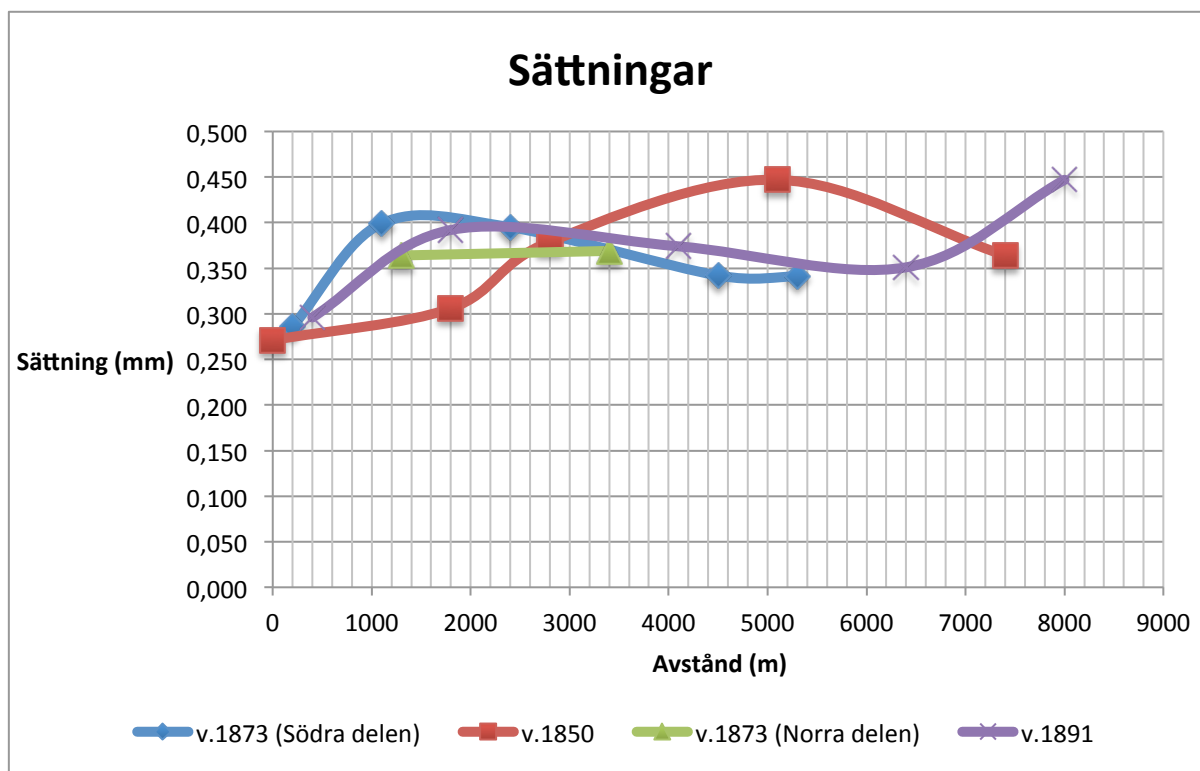


Figur 35: Bärförmåga, Evd2, längs de utvalda vägarna vid det första mättillfället.

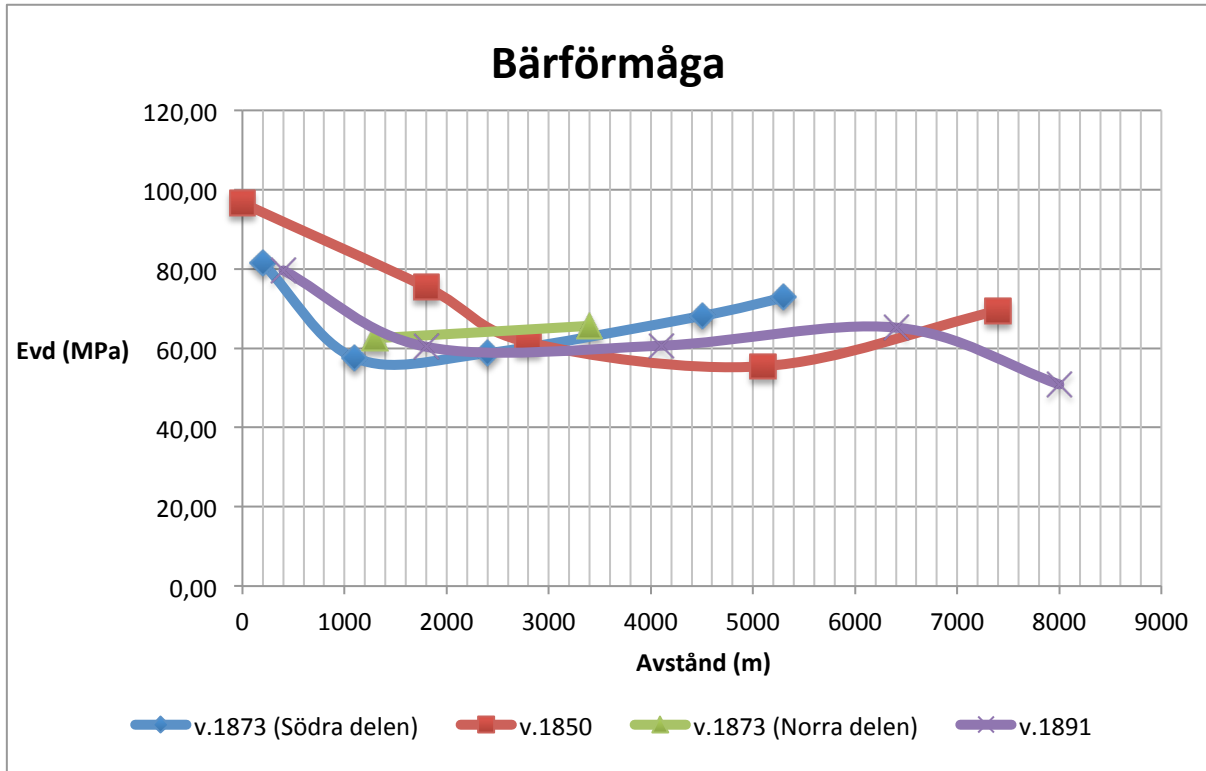
Som framgår av Figur 33 varierar sättningarna på de olika vägarna inom intervallet 0,242–0,465 mm. Bärförmågan för vägarna varierar för E_{vd} inom intervallet 48,89–95,73 MPa och för E_{vd2} inom intervallet 48,41–90,22 MPa, se Figur 34 samt Figur 35.

4.2.2 Bärighetsmätning 2

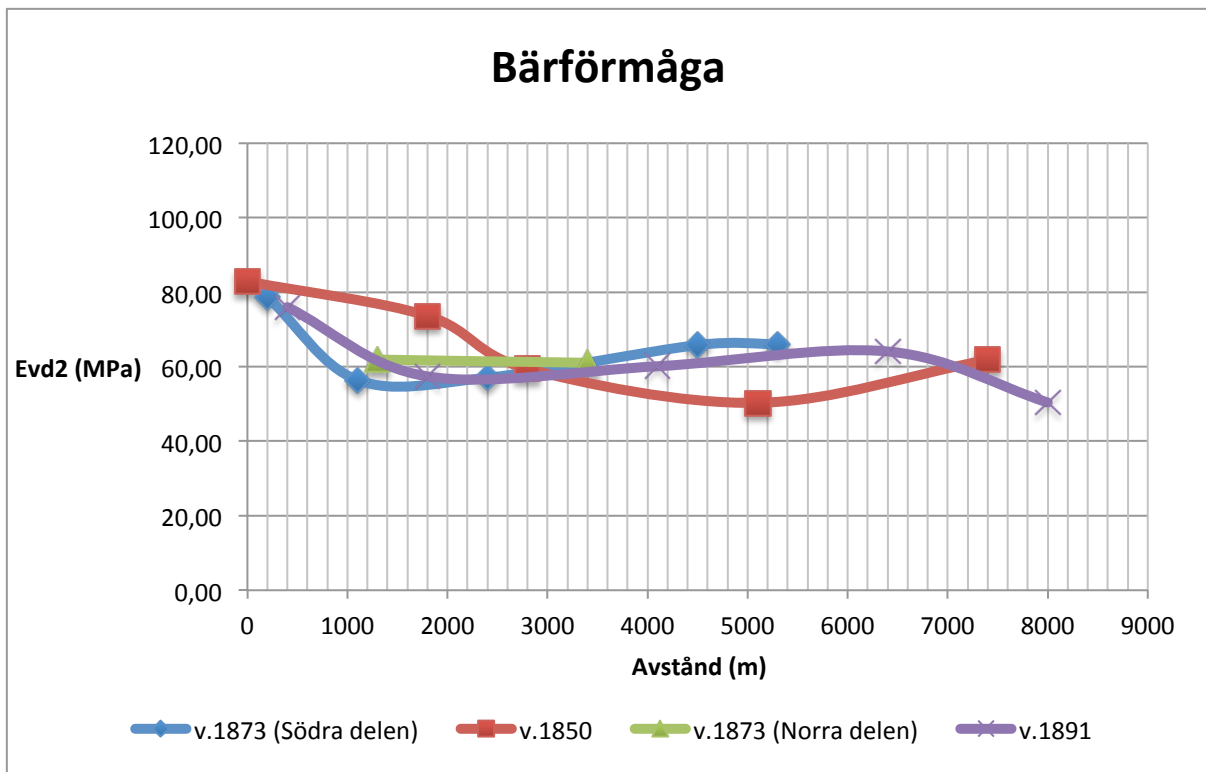
Sättningar och bärförmåga längs de utvalda vägarna vid det andra mättillfället framgår av Figur 36, Figur 37 och Figur 38 nedan.



Figur 36: Sättningar längs de utvalda vägarna vid det andra mättillfället.



Figur 37: Bärförmåga, E_{vd} , längs de utvalda vägarna vid det andra mättilfället.



Figur 38: Bärförmåga, E_{vd2} , längs de utvalda vägarna vid det andra mättilfället.

Som framgår av Figur 36 varierar sättningarna på de olika vägarna inom intervallet 0,271–0,447 mm. Bärförmågan för vägarna varierar för E_{vd} inom intervallet 50,85–96,49 MPa och för E_{vd2} inom intervallet 50,29–82,90 MPa, se Figur 37 samt Figur 38. Sammanfattningsvis går det att konstatera att sättningarna generellt blev något högre vid det andra mättillfället jämfört med det första. Därmed blev även bärförmågan lägre. Detta beror förmodligen på att vattenhalten i vägen varit högre vid det andra mättillfället. Innan den första mätningen utfördes har det under lång tid varit förhållandevis lite nederbörd, medan perioden mellan mätningarna präglats av väldigt mycket nederbörd. Således torde också vattenhalten i vägen vara högre vid det andra mättillfället, något som kan tänkas påverka mätningarna. En annan sak man också kan konstatera från mätningarna är att deformationsmodulen, E_{vd2} , som regel ger något lägre och mer samlade värden. För deformationsmodulen, E_{vd} , verkar spridningen av värden ha stor inverkan på medelvärdet, något som generellt resulterar i något högre och mer spridda värden.

4.2.3 Standardavvikelse och variationskoefficient

Vid alla typer av mätningar är det intressant att veta hur stor spridningen av mätningarna är. Därför har i detta fall standardavvikelse och variationskoefficient (eng. Coefficient of Variation, förkortat *cv*.) beräknats med avseende på medelsättning, S_m , samt deformationsmodulen, E_{vd} . Detta har genomförts för samtliga mätpunkter och mätplatser vid båda mättillfällena (Bärighetsmätning 1 respektive 2) vilket framgår av Tabell 12–Tabell 15 nedan.

Standardavvikelsen, σ , anger hur stor spridningen av mätningarna är. En hög standardavvikelse innebär därmed en stor spridning. Standardavvikelsen beräknas utifrån följande formel:

$$\sigma^2 = \sum(x_i - \bar{x})^2 / (n - 1) \quad (4.3)$$

$$\sigma = \sqrt{\sigma^2} \quad (4.4)$$

där

i = index som genomlöper samtliga mätvärden

\bar{x} = medelvärde

n = antalet mätvärden

Även variationskoefficienten, *cv*, är en typ av spridningsmått. Denna uttrycks i procent och anger hur stor spridningen är i förhållande till medelvärdet. Variationskoefficienten beräknas således enligt följande formel:

$$cv = \sigma / \bar{x} \quad (4.5)$$

Även om standardavvikelsen skiljer sig mycket åt mellan olika mätningar är det inte säkert att den procentuella skillnaden mellan mätningarna är speciellt stor. Nedan anges standardavvikelsen och variationskoefficienten för mätningarna på de utvalda vägarna.

Tabell 12: Standardavvikelse och variationskoefficient för v.1850.

	Mättillfälle 1				Mättillfälle 2			
	σ (Sm)	σ (Evd)	cv (Sm)	cv (Evd)	σ (Sm)	σ (Evd)	cv (Sm)	cv (Evd)
Mätplats 1	0,0702	26,92	0,282	0,281	0,116	40,62	0,429	0,421
Mätplats 2	0,0298	6,48	0,0935	0,0913	0,0546	12,25	0,179	0,162
Mätplats 3	0,0350	7,85	0,109	0,111	0,0679	14,17	0,179	0,230
Mätplats 4	0,0531	5,26	0,114	0,108	0,164	17,96	0,366	0,324
Mätplats 5	0,0259	6,58	0,0845	0,0893	0,113	31,68	0,311	0,456
Medelvärde:	0,0428	10,62	0,137	0,136	0,103	23,34	0,293	0,319

Tabell 13: Standardavvikelse och variationskoefficient för v.1873 (Södra delen).

	Mättillfälle 1				Mättillfälle 2			
	σ (Sm)	σ (Evd)	cv (Sm)	cv (Evd)	σ (Sm)	σ (Evd)	cv (Sm)	cv (Evd)
Mätplats 1	0,0241	7,31	0,0876	0,0886	0,0557	17,22	0,195	0,211
Mätplats 2	0,0506	17,55	0,186	0,205	0,0614	9,13	0,154	0,159
Mätplats 3	0,0364	10,09	0,131	0,123	0,0831	10,26	0,211	0,175
Mätplats 4	0,0247	6,03	0,0814	0,0810	0,0719	14,35	0,210	0,211
Mätplats 5	0,0287	6,66	0,0900	0,0938	0,113	25,71	0,331	0,353
Medelvärde:	0,0329	9,53	0,1152	0,1183	0,0770	15,33	0,220	0,222

Tabell 14: Standardavvikelse och variationskoefficient för v.1873 (Norra delen).

	Mättillfälle 1				Mättillfälle 2			
	σ (Sm)	σ (Evd)	cv (Sm)	cv (Evd)	σ (Sm)	σ (Evd)	cv (Sm)	cv (Evd)
Mätplats 1	0,0345	12,92	0,142	0,137	0,0411	6,95	0,113	0,111
Mätplats 2	0,0510	12,71	0,165	0,170	0,110	19,57	0,298	0,298
Medelvärde:	0,0428	12,82	0,154	0,154	0,0756	13,26	0,206	0,205

Tabell 15: Standardavvikelse och variationskoefficient för v.1891.

	Mättillfälle 1				Mättillfälle 2			
	σ (Sm)	σ (Evd)	cv (Sm)	cv (Evd)	σ (Sm)	σ (Evd)	cv (Sm)	cv (Evd)
Mätplats 1	0,0790	15,53	0,230	0,227	0,0732	18,03	0,247	0,227
Mätplats 2	0,0442	13,58	0,161	0,163	0,0877	16,80	0,224	0,278
Mätplats 3	0,0621	14,83	0,197	0,201	0,0390	6,59	0,104	0,109
Mätplats 4	0,0369	13,17	0,143	0,148	0,0501	9,95	0,143	0,153
Mätplats 5	0,0289	4,78	0,0786	0,0776	0,0508	5,127	0,114	0,101
Medelvärde:	0,0502	12,38	0,162	0,163	0,0602	11,30	0,166	0,174

Av spridningen för medelsättningen, S_m , och deformationsmodulen, E_{vd} , går det att konstatera att såväl standardavvikelse som variationskoefficient generellt är högre vid det andra mättillfället jämfört med det första. Vidare kan följande konstateras för vägarna:

- Vid det *första* mättillfället ligger den genomsnittliga standardavvikelsen med avseende på sättning, σ (S_m), inom intervallet 0,0329–0,0502 mm. För deformationsmodulen, σ (E_{vd}), är motsvarande intervall 9,53–12,82 MPa. Se Tabell 12–Tabell 15.
- Vid det *första* mättillfället ligger den genomsnittliga variationskoefficienten med avseende på sättning, cv (S_m), inom intervallet 11,5–16,2 %. För deformationsmodulen, cv (E_{vd}), är motsvarande intervall 11,8–16,3 %. Se Tabell 12–Tabell 15.
- Vid det *andra* mättillfället ligger den genomsnittliga standardavvikelsen med avseende på sättning, σ (S_m), inom intervallet 0,0602–0,103 mm. För deformationsmodulen, σ (E_{vd}), är motsvarande intervall 11,30–23,34 MPa. Se Tabell 12–Tabell 15.
- Vid det *andra* mättillfället ligger den genomsnittliga variationskoefficienten med avseende på sättning, cv (S_m), inom intervallet 16,6–29,3 %. För deformationsmodulen, cv (E_{vd}), är motsvarande intervall 17,4–31,9 %. Se Tabell 12–Tabell 15.

Av ovanstående går det således att konstatera att spridningen av mätvärden, och därmed också mätosäkerheten, är större vid den andra mätningen jämfört med den första. Som tidigare nämndes i Kaptitel 4.2.2 beror förmodligen skillnaderna mellan mätningarna på vägens vattenhalt vid de båda mättillfällerna. Det finns dock ingen övre gräns för hur stor mätorsäkerheten kan vara innan det går att ifrågasätta resultatet ifrån mätningarna. En bedömning får göras i fall till fall. I detta fall anses inte mätorssäkerheten vara tillräckligt stor för att mätningarna inte ska kunna anses vara representativa.

4.3 Jämförelse av vägar utifrån okulär tillståndsbedömning och bärförmåga

Den första tillståndsbedömningen visar på att det inte finns några större skillnader mellan vägarna vad gäller tillstånd och skadebild. Därmed går det inte heller att visa på några konkreta skillnader mellan de vägar där dikesbottenrensning och grusåtervinning utfördes under 2015 och de vägar där dessa åtgärder inte utfördes. En viss tendens finns dock till att gruset på de vägar där ovan nämnda underhållsåtgärder inte utfördes är mer utspritt över hela vägbanan. På övriga vägar där åtgärder utfördes är gruset mer koncentrerat till vägkanterna. I övrigt är typen av anmärkningar generellt samma för samtliga vägar och inkluderar enstaka mindre hål, avsnitt med löst grus i vägmitt och i vägkanter och korta avsnitt med tendens till tvättbräda. Då det varit torrt under en längre period är tillståndet för samtliga vägar mycket bra. Enligt Sellgren (2015) är grusvägarna i driftområdet vid detta tillfälle i bättre skick än på många år.

Utifrån den andra tillståndsbedömningen är det slående hur mycket vägarna generellt har försämrats under den tid som har gått sedan det att den första tillståndsbedömningen utfördes. Mycket regn har fallit i området vilket har medfört att skadebilden blivit betydligt mer omfattande. Typen av anmärkningar inkluderar bland annat slaghål, tvättbräda och vattenansamlingar. Vidare går det inte att peka på några direkta skillnader mellan vägarna vad gäller skadebild, med undantag för v.1850. Denna väg utmärker sig som mycket bra jämfört med övriga vägar. Om detta beror på att dikesbottenrensning och grusåtervinning nyligen utfördes är dock svårt att avgöra. Samma underhållsåtgärder utfördes, precis som tidigare nämnts, även på v.1873 (Södra delen) och tillståndet för denna väg är betydligt sämre. Därför är det också svårt att konkret peka på ett samband mellan skadebild och tidigare utförda underhållsåtgärder.

Även om den visuellt synbara effekten av underhållsåtgärderna är begränsad, ska man komma ihåg att åtgärderna på v.1850 och v.1873 (Södra delen) utfördes relativt nyligen (under tidig sommar). Därför är det inte säkert att man redan nu kan se effekterna av åtgärderna. Detta kan vara något som visar sig med tiden. Generellt sett är det dock tydligt att det finns avsnitt på vägarna som har svårt att stå emot vatten. Vägarna är smala vilket innebär att trafiken mestadels kör i samma spår. Detta gör att mindre spårbildningar ibland bildas, vilket oftast är tillräckligt för att hindra vatten från att helt rinna av vägbanan. Det kvarstående vattnet leder i sin tur till skadeuppkomst på vägarna.

Vad gäller sättningarna som uppmättes med den lätta fallvikten kan man konstatera att dessa generellt sett blev något högre vid det andra mättillfället. Därmed blev även den uppskattade bärförmågan lägre. En tänkbar orsak till detta kan vara att det föll rikligt med nederbörd under den månad som passerade mellan mätningarna. Enligt väderdata för Örkelljunga mätstation föll det endast 14 mm regn under oktober månad (då Bärighetsmätning 1 utfördes), men hela 190 mm under november månad (då Bärighetsmätning 2 utfördes) (SMHI, 2015c).

Av Figur 33–Figur 38 framgår det att det finns både likheter och skillnader för vägarna vad gäller utseendet på respektive kurva. För v.1850 är utseendet på kurvorna för sättning och bärförmåga likartade vid båda mättillfällena. För övriga vägar skiljer sig utseendet på kurvorna mer åt vid de båda mättillfällena.

En sak som man relativt omedelbart lägger märke till om man studerar Figur 33–Figur 38 är att det finns en mätpunkt längs v.1850 som sticker ut från övriga. Vid den fjärde mätpunkten är sättningen väldigt hög och därmed bärförmågan väldigt låg. Mätpunkten förekommer på ett avsnitt av vägen där vägen går över en mosse. På detta avsnitt hade man enligt Sellgren (2015) för länge sedan problem med bärigheten hos vägen. Det medförde då att man gjorde en materialutskiftning där material togs bort och nytt förstärkningsmaterial lades på i syfte att öka bärigheten. När mätningarna av bärförmåga utfördes i detta arbetes fallstudie kunde man känna hur överbyggnaden ”gungade” när vikten från fallvikten släpptes. Även om mätningarna indikerar på en fortsatt låg bärförmåga på detta avsnitt är sträckan i bra tillstånd rent visuellt. Detta kan därför användas som ett exempel för att styrka att det inte nödvändigtvis finns något samband mellan bärförmåga och visuell skadebild. Även om bärförmågan är låg behöver inte detta betyda att vägen är i sämre skick jämfört med om bärförmågan istället varit högre.



Figur 39: Låg bärförmåga, men inga ytliga skador. Foto: Författaren.

4.4 Analys av grusslitlager

4.4.1 Kornstorleksfördelning

4.4.1.1 Allmänt

Slitlagret på en grusväg ska uppfylla de krav som ställs på kornstorleksfördelning. Dessa krav framgår av nedanstående tabell.

Tabell 16: Krav på kornstorleksfördelning för grusslitlager, färdigt på väg (Trafikverket, 2015b).

Siktnivå (mm)	0,063	0,5	1	2	4	8	16	22,4
Övre krav (%)	15	35	40	50	65	85	99	
Undre krav (%)	8	10	15	22	35	55	85	100

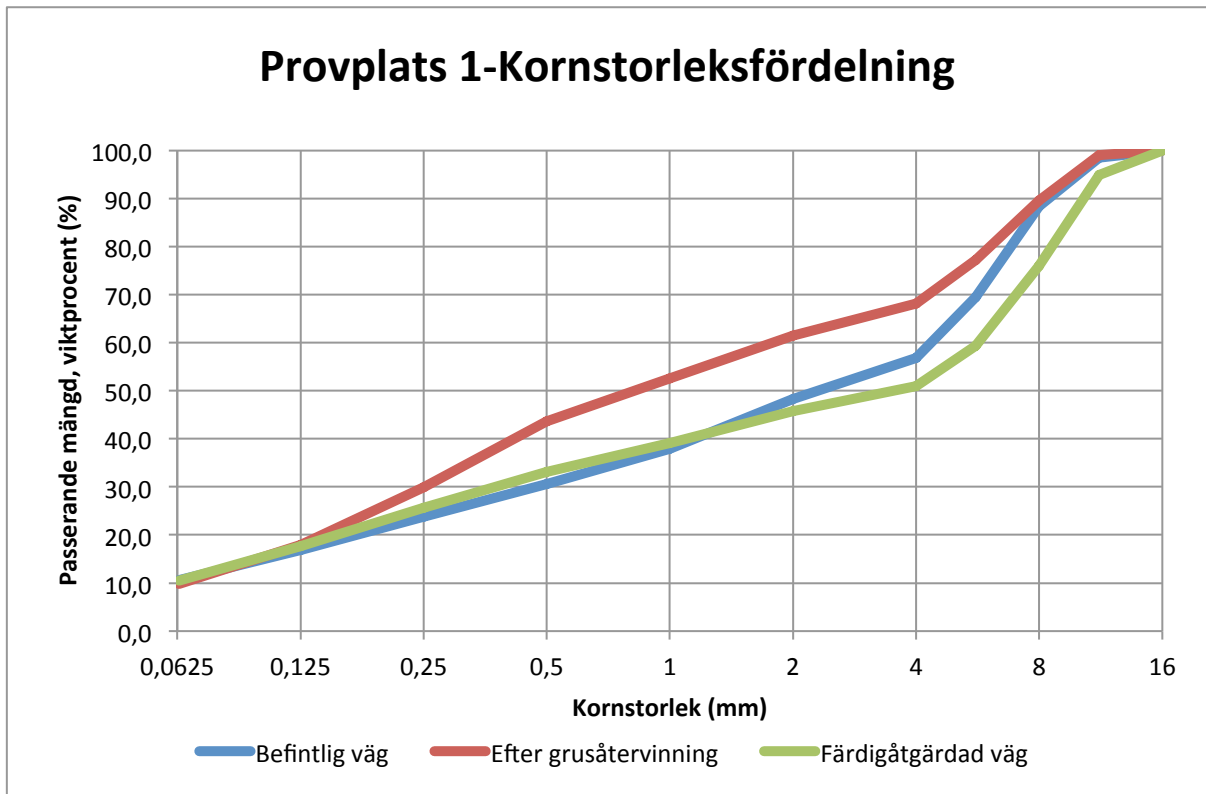
För kornfraktionerna gäller benämningar enligt nedanstående tabell.

Tabell 17: Benämningar av kornfraktioner (Svensson, 2009).

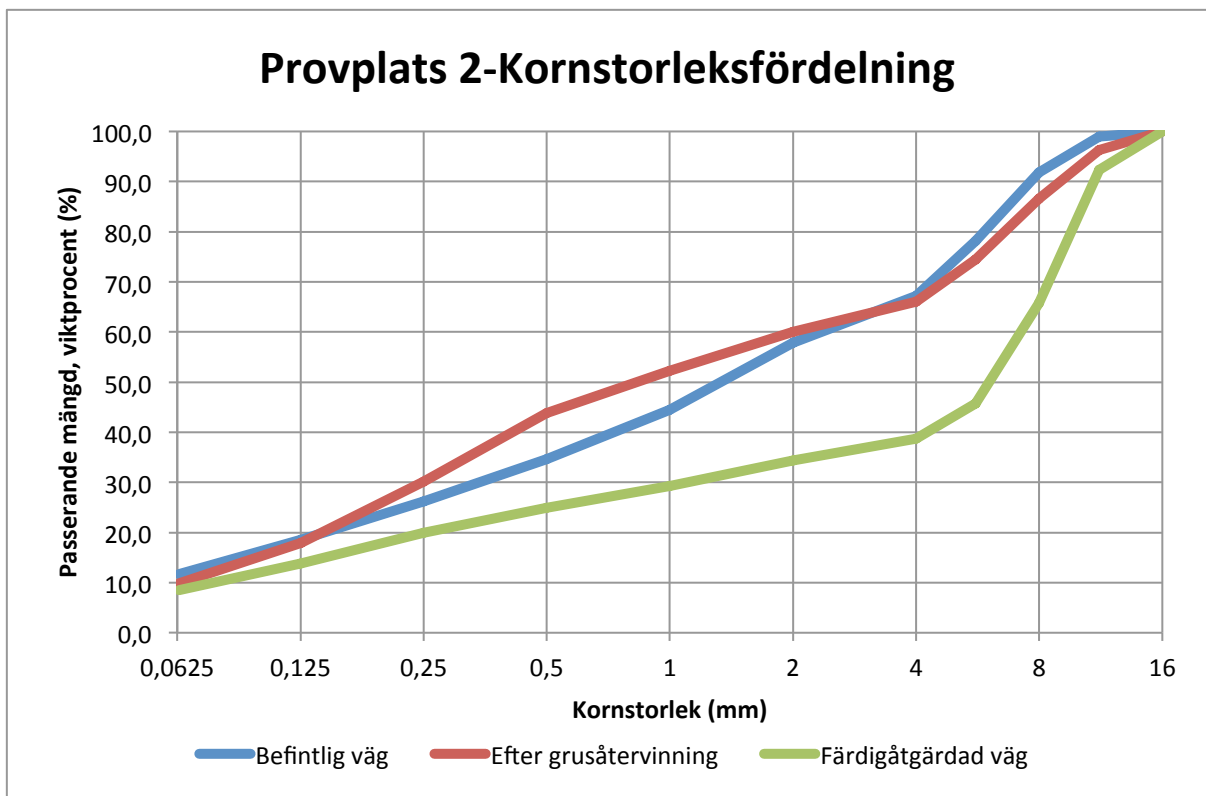
Benämning	Kornstorlek (mm)	Benämning	Kornstorlek (mm)
		Grovgrus	20-60
Grus	2-60	Mellangrus	6-20
		Fingrus	2-6
		Grovsand	0,6-2
Sand	0,06-2	Mellansand	0,2-0,6
		Finsand	0,06-0,2
Finmaterial	< 0,06		

4.4.1.2 Slitlagrets kornstorleksfördelning på v.1890

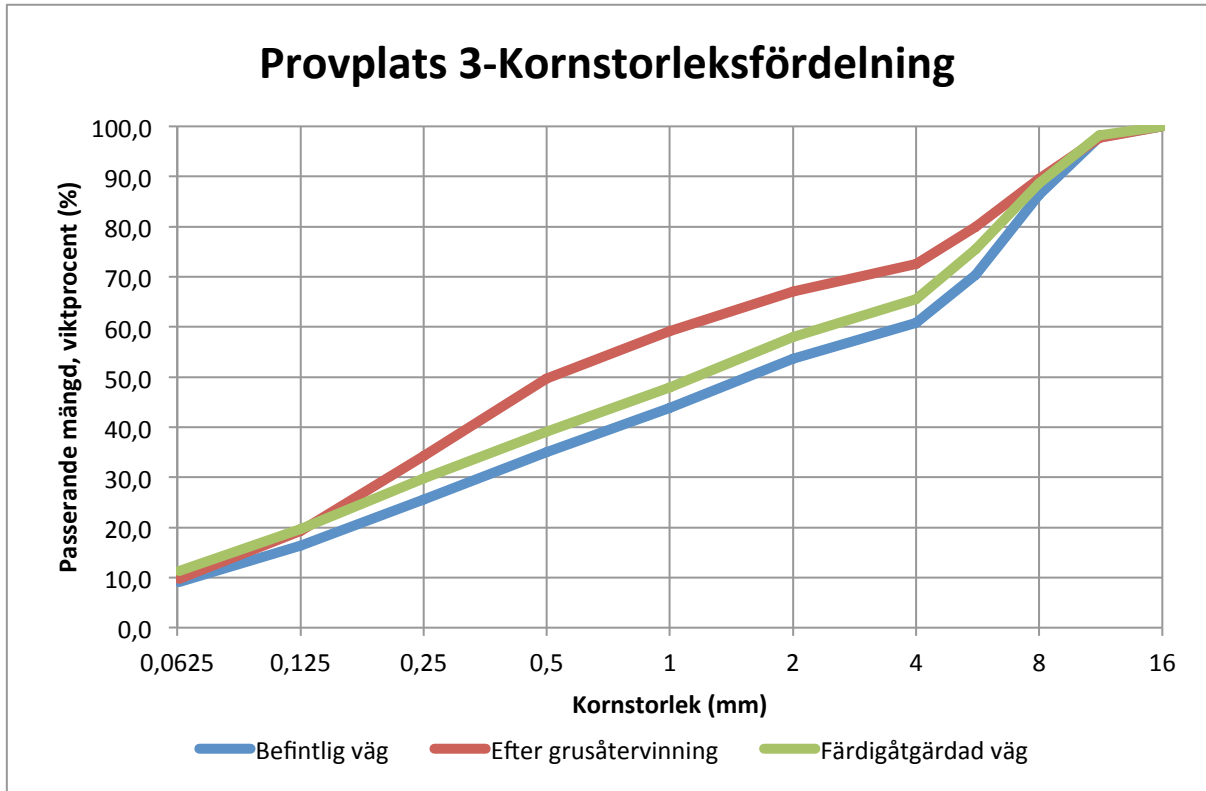
Nedan presenteras de figurer som visar kornstorleksfördelningen för slitlagret på de platser längs v.1890 där provtagning utfördes. Figur 40–Figur 43 nedan visar kornstorleksfördelningen hos slitlagret för varje provplats var för sig och hur denna förändras till följd av kantskärning och grusåtervinning. För varje provplats finns egentligen fem stycken provpunkter, men det är medelvärdet av dessa punkter som representerar kornstorleksfördelningen för respektive provplats i nedanstående diagram. För de fyra platsernas läge längs vägen, se Bilaga 1. För mätdata från siktningsanalys samt figurer med kornkurvor för provplatsernas samtliga provpunkter, se Bilaga 4.



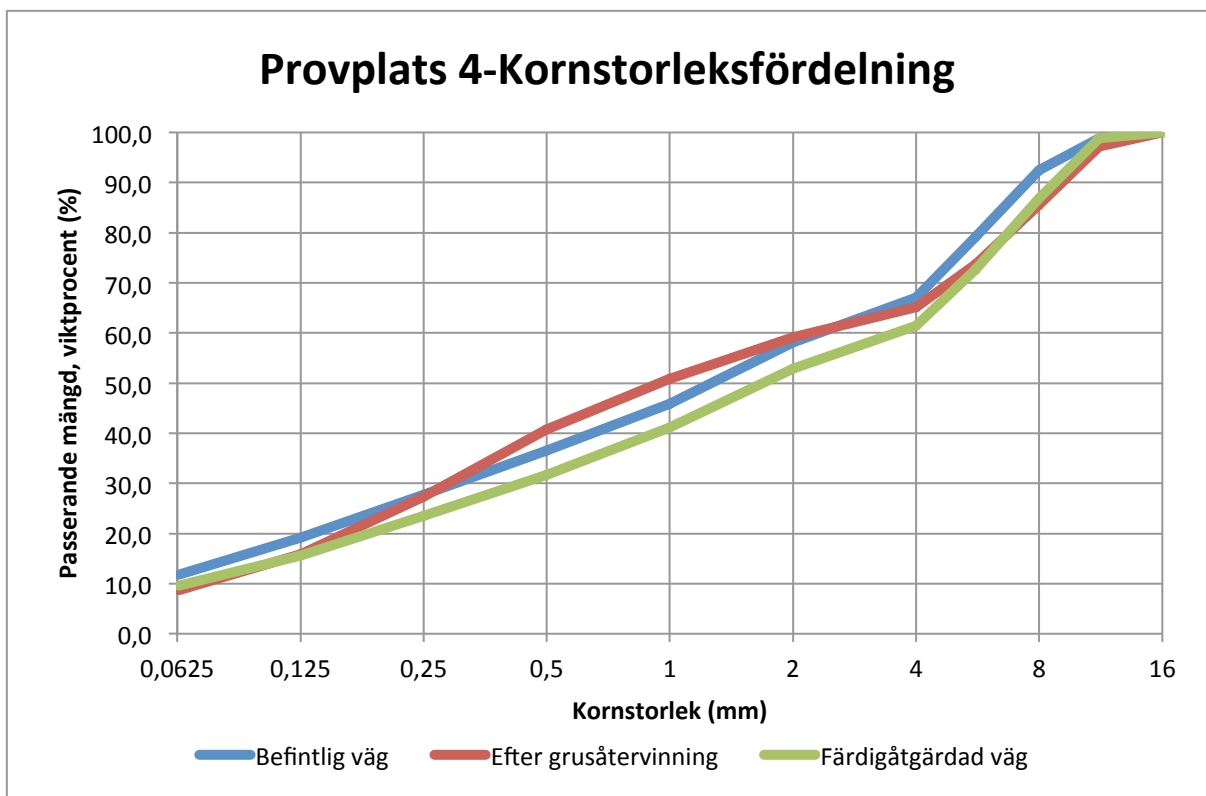
Figur 40: Slitlagrets kornstorleksfördelning vid Provplats 1.



Figur 41: Slitlagrets kornstorleksfördelning vid Provplats 2.

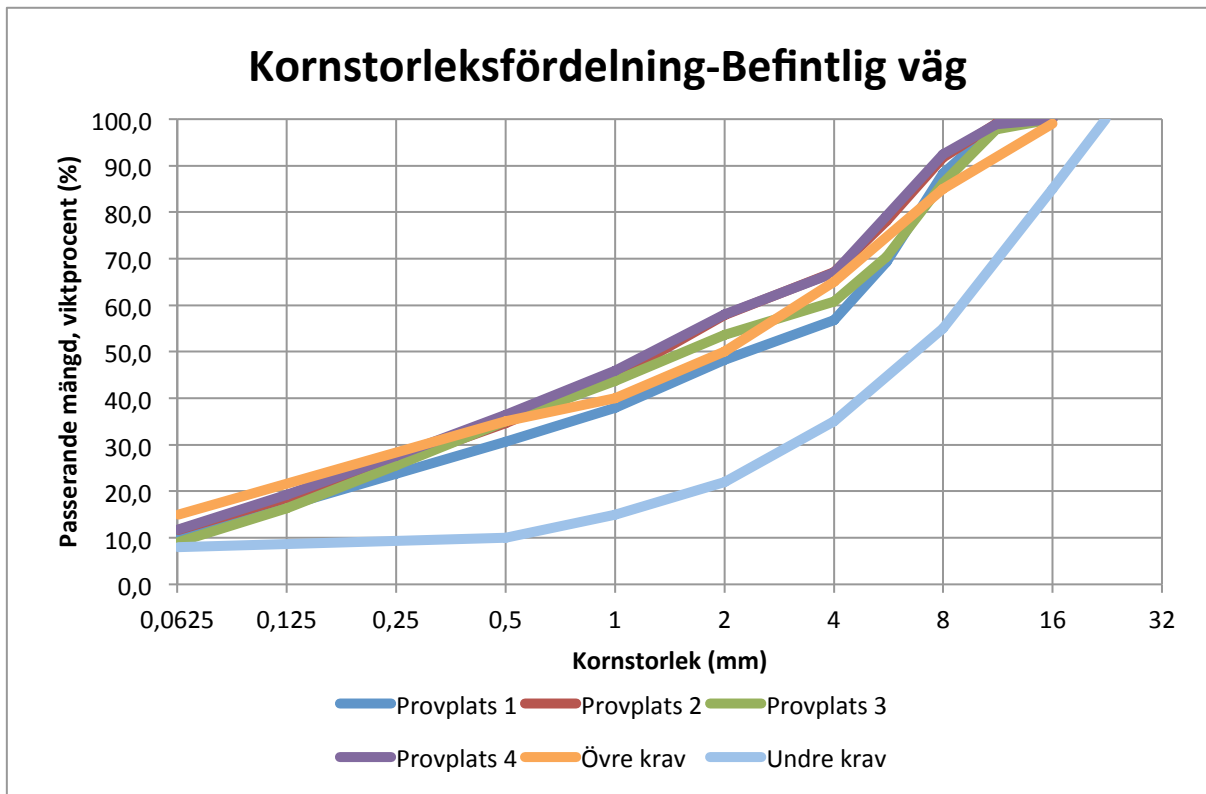


Figur 42: Slitlagrets kornstorleksfördelning vid Provplats 3.

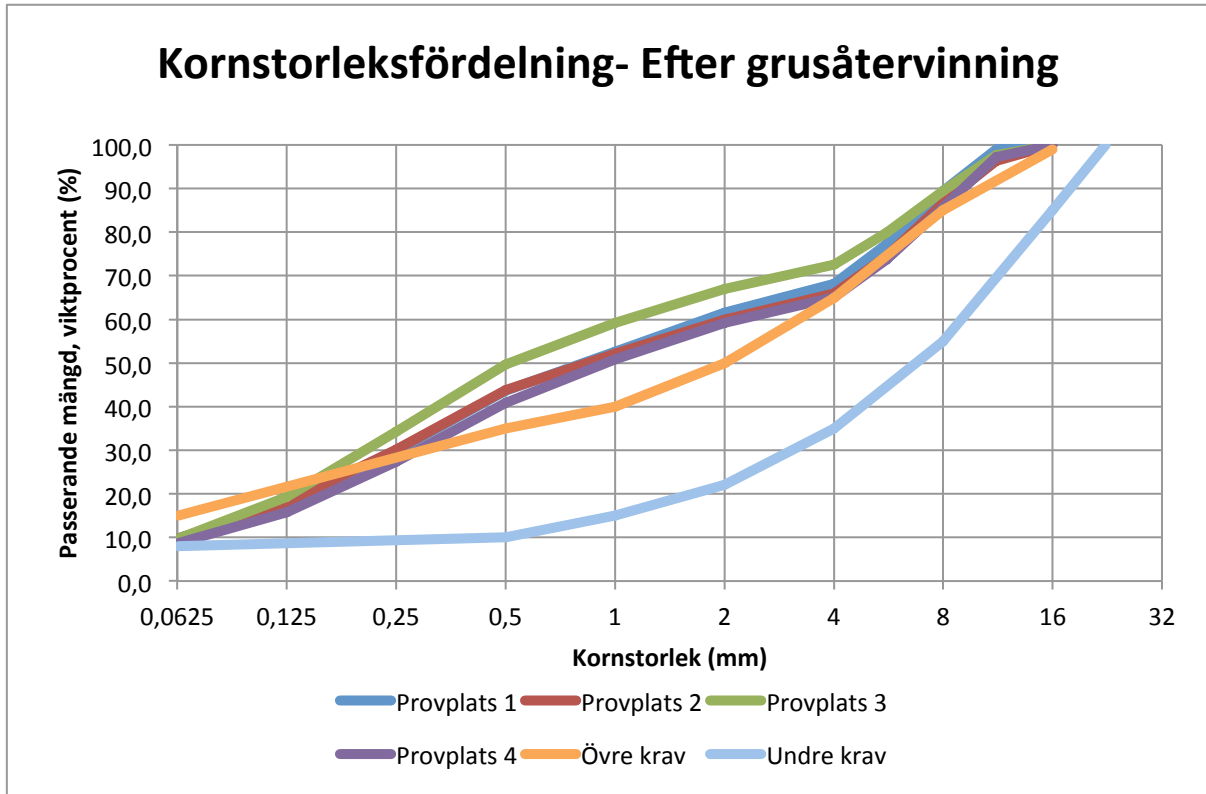


Figur 43: Slitlagrets kornstorleksfördelning vid Provplats 4.

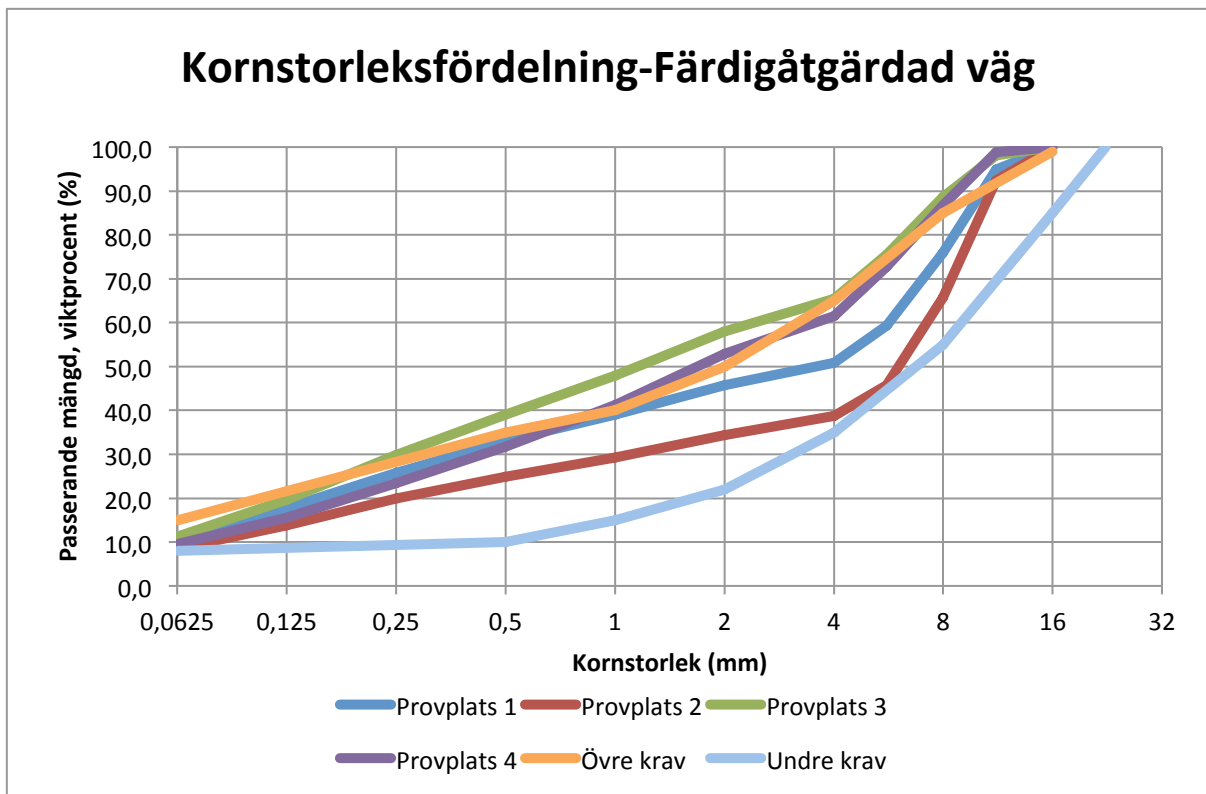
I nedanstående figurer, Figur 44–Figur 46, visas slitlagrets kornstorleksfördelning vid de olika provplatserna för varje tillfälle var för sig. I jämförelsesyfte har även kurvor lagts in som visar de krav på kornstorleksfördelning (övre och undre) som presenterades i Tabell 16. Slitlagrets kornstorleksfördelning bör alltså ligga mellan dessa båda kravkurvor. Kraven gäller för färdig yta varvid de egentligen blir missvisande för Figur 45. Kravkurvorna har i detta fall endast lagts in i jämförelsesyfte och för att bättre tydliggöra förändringen av slitlagrets kornstorleksfördelning under åtgärdsprocessen.



Figur 44: Slitlagrets kornstorleksfördelning på befintlig väg.



Figur 45: Slitlagrets kornstorleksfördelning efter genomförd grusåtervinning.



Figur 46: Slitlagrets kornstorleksfördelning på färdigåtgärdad väg.

Tidigare i detta arbete har det konstaterats att grusslitlagrets sammansättning har stor betydelse för vägens tillstånd, för uppkomsten av skador och för drift- och underhållskostnaderna. Optimalt är om slitlagret har en kontinuerlig kornstorleksfördelning. Dock förändras slitlagrets sammansättning med tiden som en konsekvens av att grövre material slits ner till mindre fraktioner samtidigt som finmaterial både försvinner med vatten och dammar bort. Detta innebär att man med tiden ofta får en felaktig sammansättning hos slitlagret med överskott respektive underskott av vissa kornfraktioner. I många fall uppstår överskott av sand varvid vägen framförallt blir mer korrugeringskänslig (tvättbräda uppstår lättare) (Alzubaidi, 1999a). Slitlagret bör därför innehålla relativt mycket finmaterial (<0,06 mm) och grovmaterial (>4 mm). På så vis kompenseras man för material som av olika anledningar försvinner från vägen samtidigt som man minskar slitaget på gruskornen.

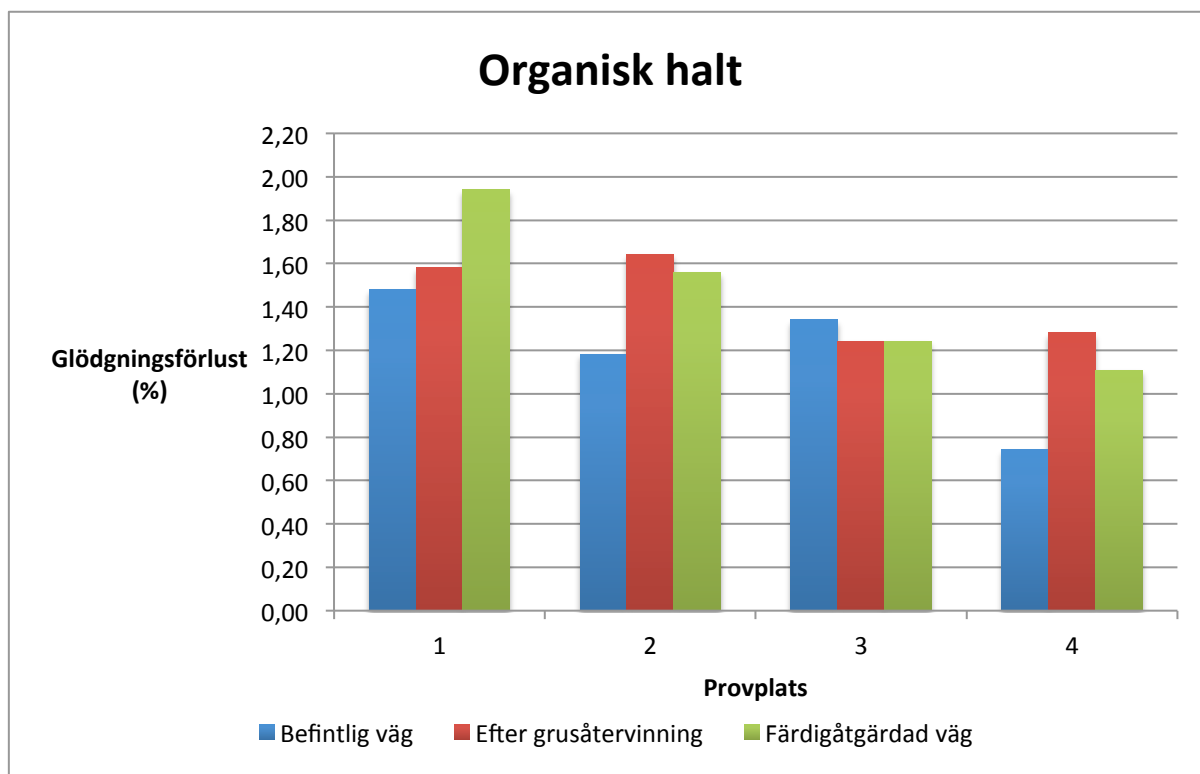
Av Figur 44 kan man i detta fall konstatera att v.1890 innan underhållsarbetet påbörjades hade en tendens till ett visst överskott av kornfraktionerna inom sand och grus. Kornkurvorna förefaller nämligen ligga något i överkant eller till och med strax ovanför den övre kravkurvan för detta kornstorleksintervall. Genom att utföra kantskärning och grusåtervinning på vägen återanvände man material från vägkanterna samt tillsatte nytt material och lyckades på så vis förbättra sammansättningen hos slitlagret (även om det tycks finnas skillnader mellan de olika provplatserna), se Figur 46. Man kan dessutom konstatera att den övre gränsen för finmaterial (0,06 mm) ligger inom kravintervallet både innan och efter utfört arbete. Förekomst av rätt mängd finmaterial är viktigt för att bland annat hålla samman grövre korn samt för att motverka vattenkänslighet hos slitlagret.

Av Figur 40–Figur 46 kan man sammanfattningsvis konstatera följande:

- Det förekommer skillnader i kornstorleksfördelning beroende på provtillfälle, se framförallt Figur 40–Figur 43. Mer specifikt gäller:
 - Att det tenderar till att finnas ett visst överskott av delar av kornfraktionerna inom sand respektive grus vid provtillfälle ”Befintlig väg”, se Figur 44.
 - Att det finns ett större överskott av delar av kornfraktionerna inom sand samt ett visst överskott av kornfraktionerna inom grus vid provtillfälle ”Efter grusåtervinning”. Framförallt verkar själva kantskärning- och grusåtervinningsprocessen ge upphov till ett högre innehåll av mellansand, grovsand och fingrus hos slitlagret, se Figur 45.
 - Att kraven på kornstorleksfördelning bättre tillgodoses vid provtillfälle ”Färdigåtgärdad väg”, se Figur 46. Slitlagrets kornstorleksfördelning tycks därmed förbättras.
- Det råder stor likhet mellan provplatsernas kornkurvor vid de olika provtillfällena, se framförallt Figur 44 och Figur 45. Dock är skillnaderna större vid provtillfället på ”Färdigåtgärdad väg”, se Figur 46. Dock kan kornkurvorna vid detta tillfälle tänkas bli mer kontinuerliga med tiden i takt med att vägen trafikeras.
- Vid kornfraktionsgränsen för finmaterial-sand (0,06 mm) ligger kornkurvorna inom kravgränserna vid samtliga tre provtillfällen.
- Efter genomförd kantskärning och grusåtervinning innehåller slitlagret dels material från befintligt slitlager, dels material från indraget material och dels nytt material som tillförts vägen.

4.4.2 Organisk halt

Utifrån de insamlade proverna från v.1890 har slitlagrets organiska halt i form av glödningsförlust bestämts. Resultaten framgår av nedanstående figur.



Figur 47: Slitlagrets organiska halt i form av glödgningsförlust vid de fyra provplatserna. Glödgningsförlusten i figuren är baserad på medelvärdet av de fem provpunkterna för respektive provplats.

Av Figur 47 ovan framgår att glödgningsförlusten, och därmed också den organiska halten, generellt verkar vara lägst för de prover som togs innan kantskärning och grusåtervinning påbörjades (detta åskådliggörs av de blå staplarna). Indragning av material ifrån vägbanorna i samband med kantskärning resulterar inte bara i att grusmaterial dras in utan också i att organiskt material dras in. Det mesta organiska materialet sorteras dock bort i samband med grusåtervinningen, men en del material blir kvar på vägbanan. Prover som togs direkt efter att grusåtervinning var utförd (detta åskådliggörs av de röda staplarna) har följaktligen också en något högre organisk halt. Även de prover som togs efter att vägen var färdigåtgärdad (detta åskådliggörs av de gröna staplarna) visar på att slitlagret generellt verkar ha ett högre organiskt innehåll jämfört med de prover som togs på befintlig väg. Av denna jämförelse verkar det således som att utförandet av kantskärning och grusåtervinning resulterar i en något högre organisk halt hos slitlagret. Den organiska halten varierar på "Befintlig väg" mellan 0,74–1,48 %, "Efter grusåtervinning" mellan 1,24–1,64 % och på "Färdigåtgärdad väg" mellan 1,11–1,94 %.

Som tidigare nämnts föreskriver Trafikverket att den organiska halten bestäms med hjälp av kolorimetermätningar. I de fall detta görs får den organiska halten hos grusslitlagret högst vara 2 % (Trafikverket, 2015b). Något högsta värde på den organiska halten när denna bestäms genom glödgningsförluster finns inte, men då metoderna kan anses vara likvärdiga kan 2 % användas som ett riktvärde även i detta fall. Som Figur 47 visar är den organiska halten lägre än 2 % på samtliga provplatser och vid samtliga provtillfällen. Därmed kan vägen anses uppfylla de gällande krav som ställs med avseende på organisk halt. I Bilaga 5 redovisas den organiska halten vid samtliga provpunkter.

5 Genomfört underhållsarbete

I detta avsnitt redovisas kortfattat hur kantskärning och grusåtervinning utfördes på v.1890 i DO Bjäre-Åsbo. En kort kommentar till utförda åtgärder på övriga grusvägar görs också.

5.1 Utförande av kantskärning och grusåtervinning på v.1890

Under hösten 2015 genomfördes kantskärning och grusåtervinning längs en 3 km lång sträcka på v.1890 i DO Bjäre-Åsbo. Grusåtervinningen utfördes då med hjälp av traktorgravare utrustad med galler-vibratorskopa. Arbetsgången för underhållsarbetet på v.1890 beskrivs kortfattat nedan.

Arbetsgång:

1. Kantskärning med väghyvel utförs först längs ena sidan av vägen och därefter längs den andra, se Figur 48. Material från kanterna samlas i strängar på vägbanan, se Figur 49. Arbetet görs på en delsträcka i taget.
2. Väghyveln hyvlar och jämnar till ena sidan av vägen så att denna är körbar. Allt material samlas på andra sidan av vägen.
3. Grusåtervinning med traktorgravare utrustad med galler-vibratorskopa påbörjas. Traktorgravaren samlar upp indraget material i skopan genom att köra fram en bit och sedan backa tillbaka samtidigt som skopan vibrerar. Detta medför att gruset fördelas jämnt över denna sida av vägen, se Figur 50. När skopan är full med övrigt material (jord, sten och grästuvor) läggs detta tills vidare i högar vid sidan av vägen.
4. Väghyveln hyvlar och jämnar till vägen. Grusvägen återfår på så vis sin form samtidigt som återvunnet grus fördelas över hela vägbanan och blandas med befintligt slitlager.
5. Kompletteringsgrusning med lastbil utförs. Väghyveln blandar därefter befintligt material med pålagt material för att erhålla en bra sammansättning.
6. De höga kanter som bildats i samband med kantskärningen åtgärdas med traktorgravaren för att erhålla tillräcklig avvattning, se Figur 51.
7. Högar med material som lagts i terrängen i samband med grusåtervinningen jämnas till eller körs bort till deponi.
8. Underhållsarbete färdigställt. Packning av vägen överläts till trafiken, se Figur 52.



Figur 48: Kantskärning med väghyvel. Foto: Författaren.



Figur 49: Material som dragits in i samband med kantskärning. Foto: Författaren.



Figur 50: Grusåtervinning med traktorgrävare utrustad med galler-vibratorskopa. Foto: Författaren.



Figur 51: Kanter åtgärdas för att erhålla tillräcklig vattenavrinning. Foto: Författaren.



Figur 52: v.1890 efter utförd kantskärning och grusåtervinning. Foto: Författaren.

5.2 Åtgärder på övriga vägar

I samband med tillståndsbedömningarna av de utvalda grusvägarna konstaterades att det för vissa av vägarna fanns ett behov av åtgärder inom kort. Dessa vägar, samt övriga grusvägar i driftområdet som vid något tillfälle varit i mindre bra skick, har huvudsakligen åtgärdats genom flickning. Man har då för hand fyllt igen ojämnheter som uppstått med grus. Detta har gjorts kontinuerligt och vid behov.

6 Diskussion och slutsatser

I detta kapitel ges en kort återkoppling till de viktigaste resultaten. Detta inkluderar diskussion kring resultat och metod, presentation av de slutsatser som kan dras från arbetet samt förslag på fortsatta studier.

6.1 Resultatdiskussion

Nedan sker en kort diskussion kring arbetets frågeställningar.

Vilka faktorer påverkar nedbrytningen av en grusväg?

Nedbrytningen av en grusväg är ett resultat av en eller flera samverkande faktorer. Trafiken och klimatet brukar vanligtvis anges som de två faktorer som har störst påverkan på nedbrytningen. Genom trafikbelastning uppstår slitage på slitlagret varvid sammansättningen hos slitlagret med tiden kan bli felaktig. Klimatets inverkan på nedbrytningen sker främst genom förekomst av vatten och tjäle. Utöver trafiken och klimatet brukar även ytterligare två nedbrytningsfaktorer nämnas. Nedbrytningen påverkas nämligen också av det material som finns i vägkonstruktionens överbyggnad samt i undergrunden. Även drift- och underhållsåtgärder i form av hyvling och snöplogning påverkar nedbrytningen genom slitage på slitlagret.

Vilka metoder används för att utföra drift och underhåll av grusvägar?

De vanligaste drift- och underhållsmetoderna för grusvägar har behandlats i detta arbete. Dessa inkluderar hyvling, dammbindning, dikning och dikesrensning, kantskärning och grusåtervinning, grusning, sladdning och flickning.

Hur kan drift- och underhållsarbetet utföras på ett kostnadseffektivt sätt?

Litteratur visar att kostnaderna och omfattningen av olika drift- och underhållsåtgärder ökar desto senare i vägens tillståndsskede de utförs. Dock är de ekonomiska konsekvenserna av ett eftersatt underhåll mindre för grusvägar jämfört med för belagda vägar. Genom att framförallt se till så att grusslitlagret har rätt kornstorleksfördelning och tjocklek samt att vägen innehar tillräckligt tvärfall kan drift- och underhållskostnaderna reduceras.

Hur sker tillståndsbedömning av grusvägar?

Tillståndsbedömning av grusvägar sker nästan uteslutande visuellt enligt gällande metodbeskrivning. Bedömningarna är subjektiva och kan därmed variera beroende på vem eller vilka som utför dem. I de fall då behov finns att långsiktigt förbättra en grusväg kan en förundersökning göras. I förundersökningen ingår bland annat att utföra en bedömning av vägens tillstånd, vilket då kan ske genom antingen erfarenhetsbedömning, skadeinventering och/eller mätning av bärförmåga. Andra metoder så som vägytemätningar och provtagning kan användas som komplement till okulär tillståndsbedömning alternativt för att kontrollera att en väg uppfyller gällande krav.

Hur påverkar kantskärning och grusåtervinning grusslitlagrets kornstorleksfördelning och organiska halt?

Utförandet av kantskärning och grusåtervinning medför att kornstorleksfördelningen hos slitlagret förändras. Efter genomförd åtgärd innehåller slitlagret dels material från befintligt slitlager, dels material från indraget material och dels nytt material som tillförts vägen. Som en följd av detta verkar slitlagrets kornstorleksfördelning förbättras. Vad gäller slitlagrets organiska halt, verkar denna öka något till följd av kantskärning och grusåtervinning. Det visar den undersökning som utfördes i detta arbete. Det mesta organiska material som dras in från vägkanterna sorteras bort genom grusåtervinning, men en del material blir kvar på vägbanan. Således ökar slitlagrets organiska halt något, vilket verkar rimligt.

6.2 Metoddiskussion

Genomförandet av både en litteraturstudie och en fallstudie har överlag varit ett lyckat koncept för detta arbete. Litteraturstudien har dels fungerat som en bra introduktion till ämnet och dels som ett bra komplement till fallstudiens olika moment. För drift och underhåll av vägar är det viktigt att det finns kunskap om bland annat nedbrytningsfaktorer, skadetyper och val av drift- och underhållsmetoder för att ett kostnadseffektivt arbete ska kunna utföras. Detta är något som litteraturstudien särskilt har behandlat.

Fallstudien i arbetet har innefattat olika typer av moment som tillsammans täckt ett större kunskapsområde. Genomförandet av okulär tillståndsbedömning gav kunskap om vägars ytliga skadebild medan mätningar av bärförmåga renderade i kunskap om vägars egenskaper på djupet. Provtagning och analys av slitlager belyste vikten av rätt kornstorleksfördelning hos ett grusslitlager.

Som ett komplement till litteraturstudie och fallstudie har det också varit värdefullt att vara på plats vid utförande av underhållsåtgärder i DO Bjäre-Åsbo samt att ta del av kunskap och erfarenheter från personer som dagligen arbetar med drift och underhåll av vägar. Tillsammans har samtliga ovanstående delar bidragit till att ge arbetet dess innehåll.

Under arbetets gång har följande felkällor noterats:

- Mätningar av bärförmåga med lätt fallvikt bör ses som en *uppskattning* av vägens bärförmåga snarare än en *bestämning* av vägens bärförmåga. Detta grundas framförallt på:
 - Att skillnader verkar förekomma beroende på väderlek vid utförandet. Det verkar rimligt att anta att den lätta fallvikten påverkas av vattenhalten i vägen.
 - Att den lätta fallvikten har begränsad belastning och belastningsyta vilket därmed även gör dess djupverkan begränsad.
- I de fall deformationsmodulen (E_{vd}) baseras på medelvärdet av flera mätpunkter uppstår ibland ett felaktigt samband mellan sättning och bärförmåga. I normala fall resulterar en högre sättning i en lägre bärförmåga och en lägre sättning i en högre bärförmåga. Om det dock förekommer en stor spridning av mätvärdena, det vill säga om några mätvärden kraftigt avviker från övriga, blir ibland medelvärdet av deformationsmodulen (E_{vd}) missvisande. Konsekvensen blir då i vissa fall att ovanstående påstående om sambandet mellan sättning och bärförmåga inte är sant. För att korrigera för detta fel beräknades även en annan deformationsmodul (E_{vd2}).

- Vid siktningsanalys ska materialet egentligen både tvättas och torkas innan siktnings utförs. För detta arbete genomfördes inte tvättning av materialet, eftersom det fanns en rädsla för att tvätta bort finmaterial som senare skulle användas för bestämning av organisk halt. Detta medför troligtvis att ett en viss mängd finmaterial fastnar på större gruskorn (och även dammar bort vid siktnings och vägning av siktnivåer) varvid halten av finmaterial underskattas något. Försök till att kompensera för detta gjordes genom att addera mellanskillnaden för respektive analysprovets torra totalvikt och dess totala siktade vikt på siktnivå 0 mm, se även Bilaga 4.

6.3 Slutsatser

Utifrån arbetets litteraturstudie kan följande slutsatser dras:

- Trafiken utgör tillsammans med klimatet (vatten och tjäle) de två faktorer som anses ha störst påverkan på nedbrytningen av grusvägar.
- Förekomst av vatten och felaktig kornstorleksfördelning hos slitlagret är de vanligaste orsakerna till skadeuppkomst på grusvägar.
- Hyvling, dammbindning, dikning och dikesrensning, kantskärning och grusåtervinning, grusning, sladdning och flickning är exempel på vanliga drift- och underhållsmetoder på grusvägar.
- Det är mer kostnadseffektivt att utföra mindre åtgärder i ett tidigare tillståndskede jämfört med att utföra en omfattande åtgärd i ett senare skede då vägens tillstånd tillåts att försämrats ytterligare. De ekonomiska konsekvenserna till följd av eftersatt underhåll är dock lägre för grusvägar jämfört med för belagda vägar.
- Ett kostnadseffektivt drift- och underhållsarbete kan dels utföras genom kunskap och rätt utrustning, dels genom åtgärder som tillgodoser god kornstorleksfördelning och tjocklek hos gruslagret och dels genom åtgärder som tillgodoser tillräcklig avvattning och dränering av vägen.

Utifrån arbetets fallstudie kan följande slutsatser dras:

- Vatten har mycket stor inverkan på grusvägars tillstånd och skadebild.
- Tillståndsbedömning av grusvägar sker huvudsakligen visuellt. Därför finns det ett behov av kompletterande objektiva mätmetoder för att erhålla bättre och mer tillförlitliga bedömningar. Konkreta och mätbara värden som beskriver grusvägarnas tillstånd skulle säkerligen underlätta planeringen av drift- och underhållsåtgärder.
- Det finns för tillfället inte några konkreta, synbara effekter av de underhållsåtgärder (dikesbottenrensning och grusåtervinning) som utfördes på v.1850 och v.1873 (Södra delen) under vår/sommar 2015. Eventuellt kan effekterna av åtgärderna visa sig längre fram i tiden (exempelvis när vägarna har utsatts för tjäle och snösmältning vilket ställer krav på avrinning och dränering).
- Lätt fallvikt är en enkel och snabb metod för att uppskatta bärförmågan på vägar. Dock tyder resultat från detta arbete på att den lätta fallvikten troligtvis påverkas av vägens vattenhalt varvid skillnader mellan olika mättillfällen uppstår. Därför bör mätningar utförda med lätt fallvikt ses som en uppskattning av vägens bärförmåga snarare än en bestämning av densamma.
- Om en vägs bärförmåga baseras på medelvärdet av flera mätpunkters bärförmåga kan resultatet i vissa fall bli missvisande. Detta gäller då spridningen av den uppmätta bärförmågan är stor bland de olika mätpunkterna. Konsekvensen blir, till exempel, att

en hög sättning kan ge upphov till en högre bärförmåga än vad som egentligen är fallet. Detta kan leda till problem då bärförmågan för olika vägar jämförs med varandra.

- Överlag blev de uppmätta sättningarna på vägarna något större vid det andra mättillfället jämfört med det första. Därmed blev också bärförmågan lägre vid det andra mättillfället. En tänkbar orsak till detta kan vara att vattenhalten i vägen har varit högre vid det andra mättillfället till följd av mycket nederbörd.
- Vägavsnitt med låg uppmätt bärförmåga har inte nödvändigtvis mer visuella skador än avsnitt som uppvisar högre bärförmåga. Bärförmåga och ytskador är för grusvägar två olika företeelser.
- Kantskärning och grusåtervinning är en effektiv metod för att återanvända grus som har hamnat i vägkanterna. Detta innebär ett visst kretsloppstänkande samtidigt som mängden nytt material som behöver tillföras slitlagret minskas. Således reduceras även kostnader för material och transporter.
- Slitlagrets kornstorleksfördelning förändras till följd av att kantskärning och grusåtervinning utförs. Efter genomförd åtgärd innehåller slitlagret dels material från befintligt slitlager, dels material från indraget material och dels nytt material som tillförts vägen. Vidare tyder resultat från detta arbete på att man genom att utföra kantskärning och grusåtervinning förbättrar slitlagrets kornstorleksfördelning.
- Resultat ifrån detta arbete visar att slitlagrets organiska halt i form av glödningsförlust verkar öka något till följd av utförandet av kantskärning och grusåtervinning. Analys av prover visar att den organiska halten på ”Befintlig väg” (innan kantskärning och grusåtervinning) varierar mellan 0,74–1,48 %, ”Efter grusåtervinning” mellan 1,24–1,64 % och på ”Färdigåtgärdad väg” mellan 1,11–1,94 %.

6.3.1 Förslag på fortsatta studier

Nedan presenteras några förslag på fortsatta studier.

- Uppföljning av de utvalda vägarna. Har man haft nytta av de utförda underhållsåtgärderna över tid?
- Uppföljning av utvecklingen av objektiva mätmetoder för tillståndsbedömning av grusvägar.
- Jämförelse av kostnaderna för olika drift- och underhållsmetoder. Går det att närmare studera när vilken åtgärd bör väljas?

Referenser

- Adey, B.T. Professor & Doktor i ”Infrastructure and Construction Management” vid ETH Zürich (2014). Muntl. Föreläsning 2014-09-29
- Agardh, S. & Parhamifar, E. (2012). *Kompendium i Vägbyggnad*.
- Agardh, S. (2015). Universitetslektor på LTH och Bärighetsutredare på Ramböll RST. Intervju 2015-12-01.
- Aho, S. & Saarenketo, T. (2006). *Utformning och utförande av åtgärder på vägar som lider av försvagning vid tjällossningen-Praktiskt Sammandrag*. (ROADEX III Projekt). ROADEX Network.
- Alzubaidi, H. (1999a). *Drift och underhåll av grusvägar*. (VTI Meddelande 852). Litteraturstudie. Linköping: Statens Väg- och Transportforskningsinstitut.
- Alzubaidi, H. (1999b). *Miljöeffekter av dammbindning av grusvägar*. (VTI notat 18-1999). Linköping: Statens Väg- och Transportforskningsinstitut.
- Alzubaidi, H. (2002). *Tillståndsbedömning av grusvägar*. (VTI Särtryck 346). Linköping: Statens Väg- och Transportforskningsinstitut.
- Bengtsson, J. (2015). Geotekniker Peab Anläggning AB. Intervju 2015-12-21.
- Berglund, A. (2009). *Tjäle- En litteraturstudie med särskilt fokus på tjällossning*. Forskningsrapport. Luleå Tekniska Universitet. Luleå: LTU, Avd. f. Geoteknologi. Institutionen för Samhällsbyggnad. ISBN: 978-91-86233-98-3
- Edvardsson, K. (2013). *Lågtrafikerade vägar- En litteraturstudie utifrån nytta, standard, tillstånd, drift och underhåll*. (VTI Rapport 775). Linköping: Statens Väg- och Transportforskningsinstitut.
- Edvardsson, K., Lundberg, T. & Sjöberg, L. (2015). *Objektiv mätmetod för tillståndsbedömning av grusväglag*. (VTI Rapport 863). Linköping: Statens Väg- och Transportforskningsinstitut.
- Fordonstrategisk Forskning och Innovation (FFI) (2011). *Slutrapport BiFi Del 1*. http://www.vinnova.se/PageFiles/751290063/2010-00657_publicrapport_SV.pdf [Hämtad 2015-11-17].
- Gandahl, R. (1987). *Tjäle och tjälkydd: Erfarenheter från FoU-verksamheten vid SVI och VTI*. Linköping: Statens Väg- och Transportforskningsinstitut.
- Granhage, L. (2009). *Kompendium i Vägbyggnad*. Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.
- Gustavsson, B. (2016). Agr. Dr. på Eurofins. [Via E-post, 2016-01-25].
- HMP Magdeburger Prüfgerätebau GmbH (u.å.). *Technische Daten zum Leichten Fallgewichtsgesetzgerät HMP LFG*. http://www.hmp-online.com/de/produkte/leichtes_fallgewicht/technische-daten [Hämtad 2015-11-25].
- Hon, P. (2010). *Utvärdering av kontrollmetoder för obundna granulära material*. Examensarbete. Lunds Tekniska Högskola. Lund: LTH, Avd. f. Trafik och Väg. Institutionen för Teknik och Samhälle.

- Houghton, J. (2009). *Global Warming-The Complete Briefing*. 4. uppl. New York: Cambridge University Press.
ISBN: 978-0-521-70916-3
- Isacsson, U. (2000). *Drift och underhåll av vägar och gator*. Arbetsrapport. Kungliga Tekniska Högskolan. Stockholm: KTH, Avd. f. Vägteknik. Institutionen för Infrastruktur och Samhällsplanering.
- Johansson, K. (2005). *Grusvägars uppbyggnad, nedbrytning och underhåll-En litteraturstudie med inriktning mot tillämpning av planeringsverktyget HDM-4*. Forskningsrapport. Luleå Tekniska Universitet. Luleå: LTU, Avd. f. Geoteknologi. Institutionen för Samhällsbyggnad.
ISSN: 1402-1528
- Jordbruksverket (2013). *Metodbeskrivning för analyser gjorda av Eurofins laboratorium*.
<https://www.jordbruksverket.se/download/18.23f3563314184096e0d2e49/1381492667348/Metodbeskrivning+för+analyser.pdf> [Hämtad 2016-01-13].
- Kunskap Direkt (2015a). *Slitage och skador: Löst grus på vägbanan*.
<http://www.kunskapdirekt.se/sv/KunskapDirekt/vagar/Drift-och-underhall/Slitage-och-nedbrytning/Lost-grus-pa-vagbanan/> [Hämtad 2015-10-06].
- Kunskap Direkt (2015b). *Slitage och skador: Ytuppmjukning och spårbildning*.
<http://www.kunskapdirekt.se/sv/KunskapDirekt/vagar/Drift-och-underhall/Slitage-och-nedbrytning/Ytuppmjukning/> [Hämtad 2015-10-08].
- Kunskap Direkt (2015c). *Slitage och skador: Uppträngande stenar och block*.
<http://www.kunskapdirekt.se/sv/KunskapDirekt/vagar/Drift-och-underhall/Slitage-och-nedbrytning/Upptrangande-stenar-och-block/>
- Kunskap Direkt (2015d). *Sladda istället för att hyvla?*
<http://www.kunskapdirekt.se/sv/KunskapDirekt/vagar/Drift-och-underhall/Sommarunderhall/Hyvling/Sladda-i-stallet-for-att-hyvla/> [Hämtad 2015-10-17].
- Lambert, J.P. (2007). *Novel Assessment Test for Granular Road Foundation Materials*. EngD. Loughborough University. Loughborough: LU, Department of Civil & Building Engineering. Centre for Innovative and Collaborative Engineering.
- Nationalencyklopedin (NE) (2015). *Tjäle*.
<http://www.ne.se.ludwig.lub.lu.se/uppslagsverk/encyklopedi/lang/tjale> [Hämtad 2015-10-08].
- Oscarsson, K. (2007a). *Dammbindning för nordiska grusvägar- En svensk sammanfattning av licentiatavhandling*. Lic.-avh. Kungliga Tekniska Högskolan. Stockholm: KTH, Avd. f. Vägteknik. Institutionen för Byggetenskap.
- Oscarsson, K. (2007b). *Dust suppressants for Nordic gravel roads*. Lic.-avh. Kungliga Tekniska Högskolan. Stockholm: KTH, Avd. f. Vägteknik. Institutionen för Byggetenskap.
- Persson, M. Professor i Teknisk vattenresurslära vid LTH (2015). Muntl. Föreläsning 2015-03-23.
- Riksförbundet Enskilda Vägar (REV) (2013). *Grusvägar och skötsel tips*. Stockholm: Riksförbundet Enskilda Vägar.
- Sellgren, L. (2015). Platschef Peab Anläggning AB, Örkelljunga. Intervju 2015-09-09
- Statens Väg- och Transportforskningsinstitut (VTI) (2015). *Grusväg: Barmarksunderhåll*.
<http://www.vti.se/sv/forskningsomraden/drift-och-underhall/grusvagsunderhall/barmarksunderhall/> [Hämtad 2015-10-15].

- Statens Väg- och Transportforskningsinstitut (VTI) (u.å.). *Tjälgränsmätning*.
<http://www.vti.se/sv/vti-erbjuder/tjalgransmatning/> [Hämtad 2015-11-24].
- Svensson, C. (2009). *Kompendium i Teknisk Geologi AK*. Lund: Univ.
- Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) (2015a). *Klimatindikator-Nederbörd*.
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/klimat/klimatindikator-nederbord-1.2887> [Hämtad 2015-10-11].
- Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) (2015b). *Tjäle*.
<http://www.smhi.se/kunskapsbanken/tjale-1.20264> [Hämtad 2015-10-11].
- Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) (2015c). *Meteorologiska observationer*.
<http://opendata-download-metobs.smhi.se/explore/#> [Hämtad 2015-12-15].
- Sveriges Kommuner och Landsting (SKL) (2015). *Mer grus under maskineriet-Handbok för tillståndsbedömning och underhåll av grusvägar*. Stockholm: LTAB.
ISBN: 978-91-7585-235-5
- Trafikverket (2012a). *Vägklasser Bjäre-Åsbo* (Dokument fått av Sellgren (2015)).
- Trafikverket (2012b). *Drift- och underhåll av enskilda vägar*. (Publikation 2012:141). Borlänge: Trafikverket.
ISBN: 987-91-7467-345-6
- Trafikverket (2012c). *TRVMB 112- Deflektionsmätning vid provbelastning med fallviktsapparat*. (Publikation TRV 2012:050). Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket (2012d). *TRVMB 114- Bearbetning av deflektionsdata, erhållna vid provbelastning av väg med FWD-apparat*. (Publikation TRV 2012:051). Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket (2014a). *Standardbeskrivning för Basunderhåll Väg (SBV)*. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket (2014b). *Bedömning av grusväglag*. (Publikation TDOK 2014:0135). Version 1.0. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket (2015a). *Sveriges vägnät*.
<http://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/vag/Sveriges-vagnat/> [Hämtad 2015-09-21].
- Trafikverket (2015b). *Obundna lager för vägkonstruktioner*. (Publikation TDOK 2013:0530). Version 2.0. Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket (2015c). *Tjälskadade vägar*.
<http://www.trafikverket.se/om-oss/nyheter/redaktionella-sidor/tjalskadade-vagar/>
[Hämtad 2015-10-12].
- Trafikverket (2015d). *Driftområdeskarta för Bjäre-Åsbo*.
http://www.trafikverket.se/contentassets/92a77061a9b54883b827493a1b91e378/karta_driftomrade_vag_2015_bjare_asbo.pdf [Hämtad 2016-01-12].
- Trafikverket (2015e). *Analysera sträcka- PMSv3*.
<https://pmsv3.trafikverket.se/Pages/StrackaUrval/StrackaUrvalView.aspx> [Hämtad 2015-12-16].
- Trafikverket (u.å.). *Förbättringsarbeten*.
http://www.trafikverket.se/contentassets/6d85131ada3e49dfa250f900467f1230/bilaga_3_till_forstarkningsprojektering.pdf [Hämtad 2015-11-17].

- U.S. Department of Transportation- Federal Highway Administration (2000). *Gravel Roads- Maintenance and Design Manual*. South Dakota Local Transportation Assistance Program.
- U.S. Department of Transportation- Federal Highway Administration (2001). *Dust Control on Low Volume Roads- A Review of Techniques and Chemicals Used*. (Rapport nr. FHWA-LT-01-002).
- Vilander, A. (2015). *Bärighetsförbättrande åtgärder på lågtrafikerade landsvägar*. Examensarbete. Lunds Tekniska Högskola. Lund: LTH, Avd. f. Trafik och Väg. Institutionen för Teknik och Samhälle.
- Vägverket (1996). *Vägverkets Metodbeskrivning 106:1996, "Bedömning av grusväglag", VVMB 106*. (Vägverket Publikation 1996:42). Borlänge: Vägverket.
- Vägverket (1998). *VVMB 619- Bestämning av kornstorleksfördelning genom siktningsanalys*. (VV Publikation 1998:68).
- Vägverket (2001). *Allmän Drift/Barmarksunderhåll*. Vägsektorns Utbildnings Centrum (VUC). Kurs 550.
- Vägverket (2008). *Drift och Underhåll. Dammbindning av grusvägar-Utvärdering av dammbindningsmedel (Slutrapport)*. Vägverket Produktion.

Bilagor

Bilaga 1- Kartor

Bilaga 2- Väginformation

Bilaga 3- Bärighetsmätningar

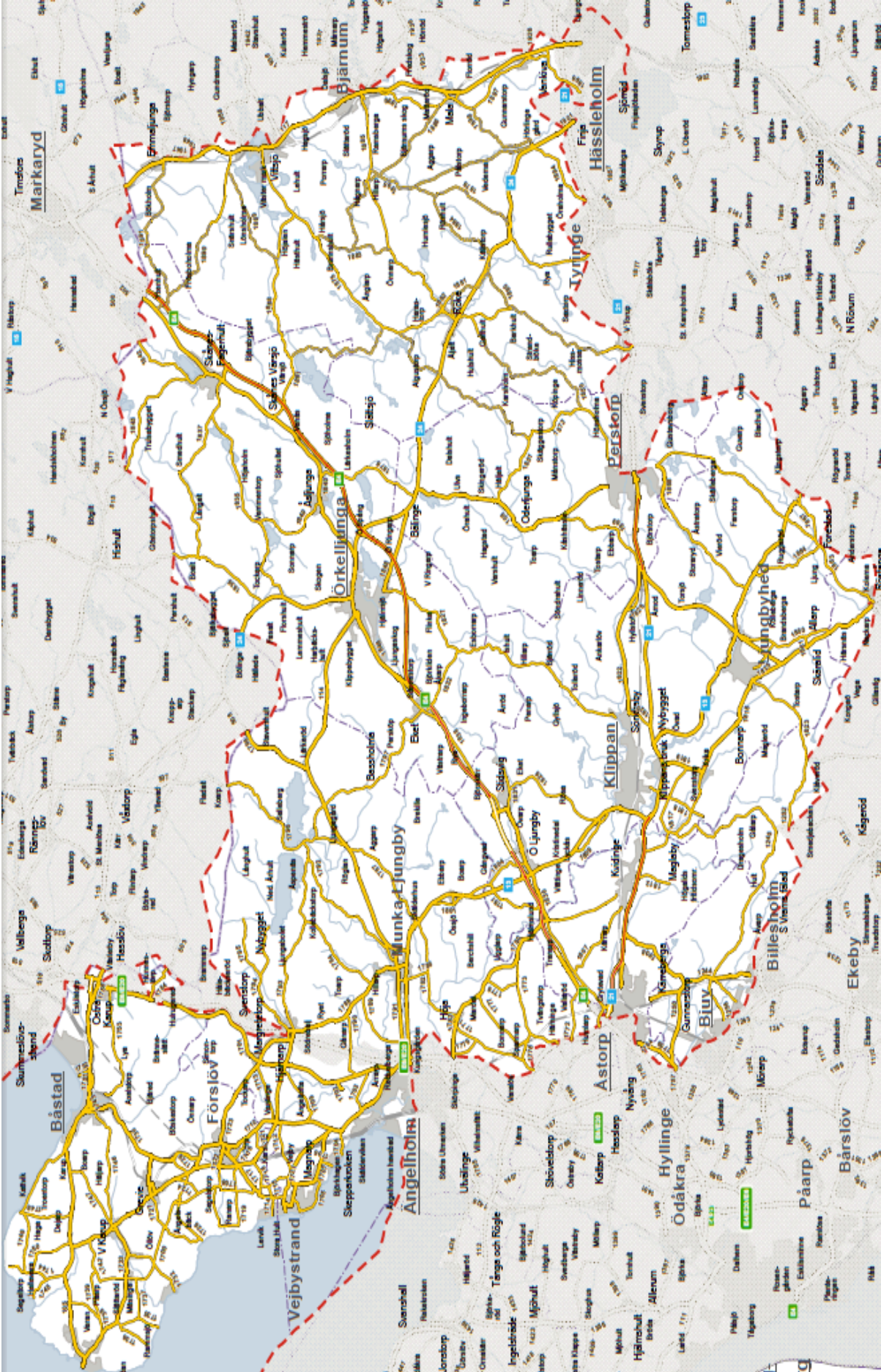
Bilaga 4- Kornstorleksfördelning

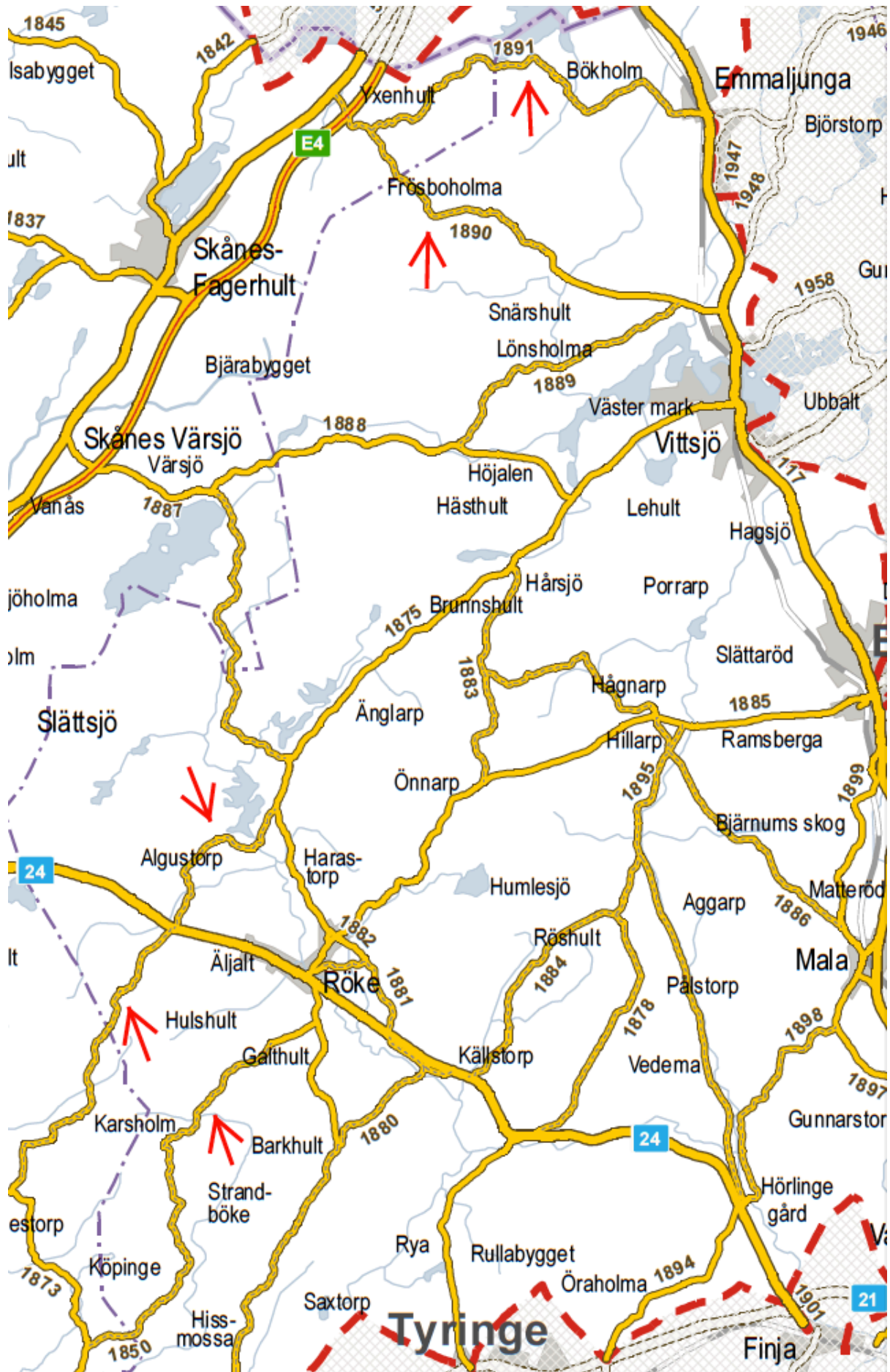
Bilaga 5- Organisk halt

Bilaga 1- Kartor

Figureerna i denna bilaga visar i tur och ordning:

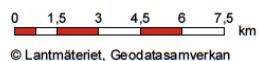
- 1) Översiktlig karta över Driftområde Bjäre-Åsbo (Trafikverket, 2015d).
- 2) Inzoomad karta över grusvägar i driftområdet (Trafikverket, 2015d). Grusvägar som varit av särskilt intresse i detta arbete är markerade med röda pilar på kartan.
- 3) Förklaring till ovanstående driftområdeskartor (Trafikverket, 2015d).
- 4) Karta över provplatsernas läge på v.1890 (Trafikverket, 2015e)





Bjäre-Åsbo

Datum: 2015-10-19
Skala (A3): 1:230 000



Vägar i driftområdet

-  Driftklass 1-3*
-  Driftklass 4-5*
-  Driftklass ej angiven
-  Mitträcke
-  Mittremsa (vit heldragen linje)
-  Grusväg
-  Tunnel
-  Färjeled
-  Driftområdesutbredning
-  Utbredning annat driftområde **
-  Kommungräns
-  Länsgräns

*) Driftklass styr valet av vinterväghållningsstandard.

**) Driftområdesutbredningar kan vara överlappande där exv. korsande vägar tillhör olika driftområden.



Den röda linjen visar v.1890. De orangea prickarna anger start-och slutpunkt för den sträcka (ca 3 km) där kantskäring och grusåtervinning utfördes. Samtliga provplatser är samlade på den sista kilometern av denna sträcka.

Bilaga 2- Väginformation

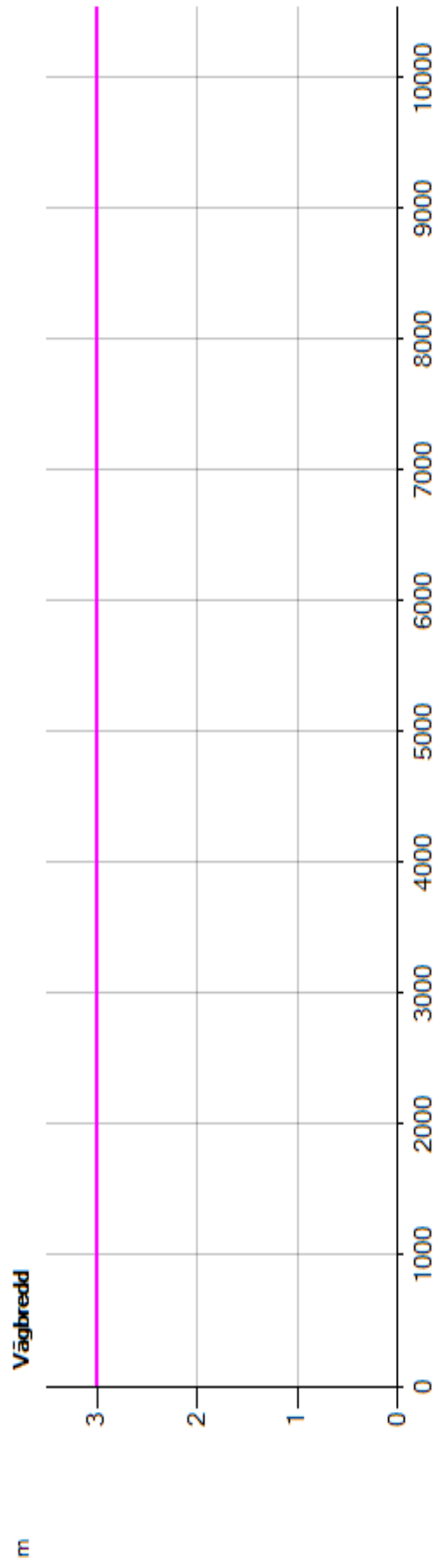
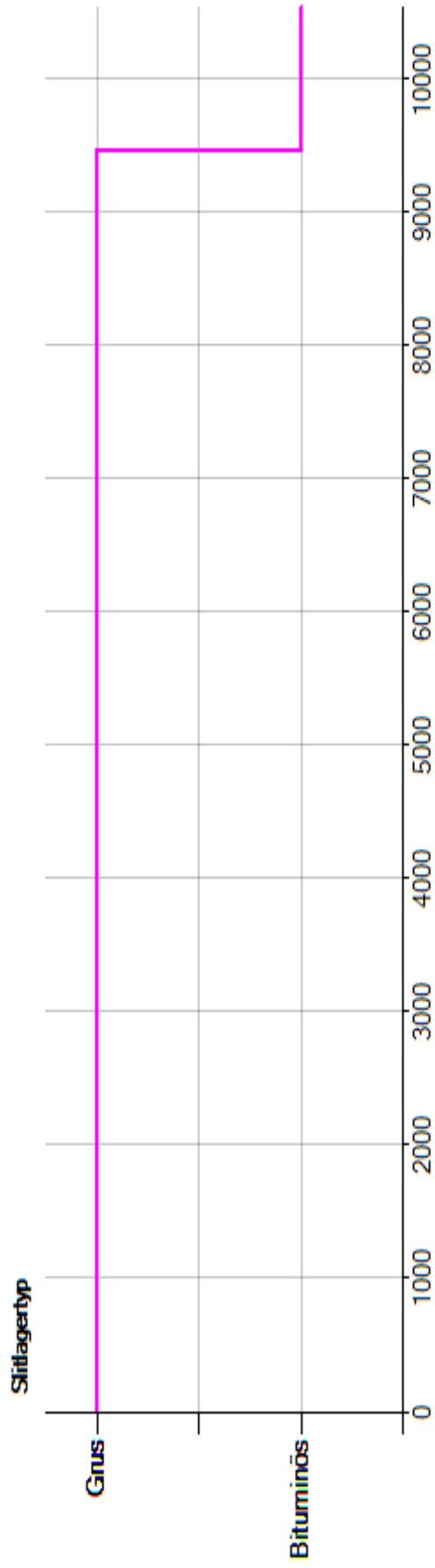
Nedanstående tabell visar övrig väginformation för v.1850, 1873, 1890 och 1891.

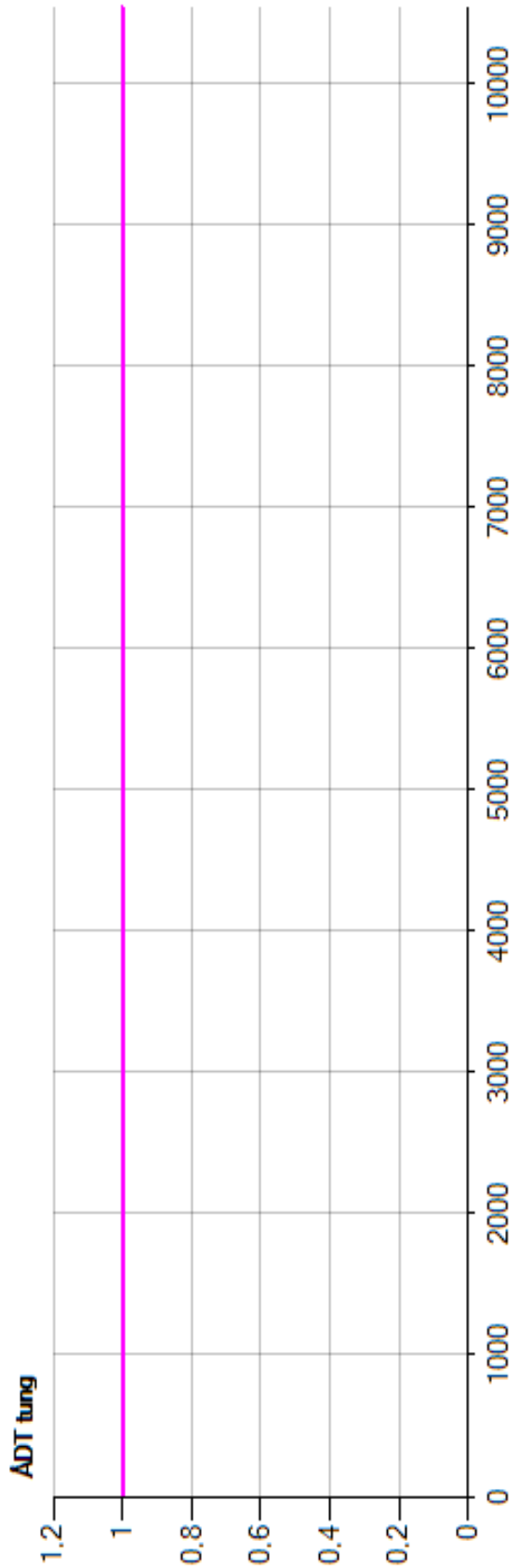
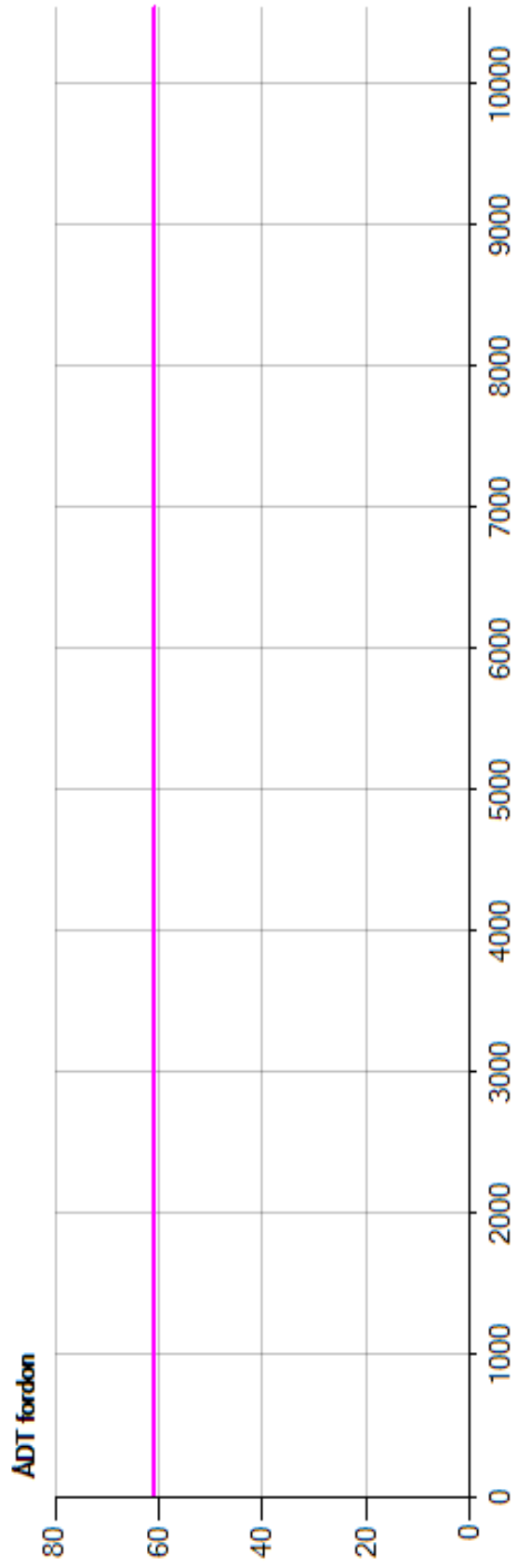
Hastighetsgräns	70 km/h
Bärighetsklass	BK 1
Leveranskvalitet DoU ¹	Övriga lågtrafikerade vägar
Väggkategori	Tertiär länsväg

För samtlig väginformation i denna bilaga har Trafikverkets verktyg PMSv3. använts (Trafikverket, 2015e).

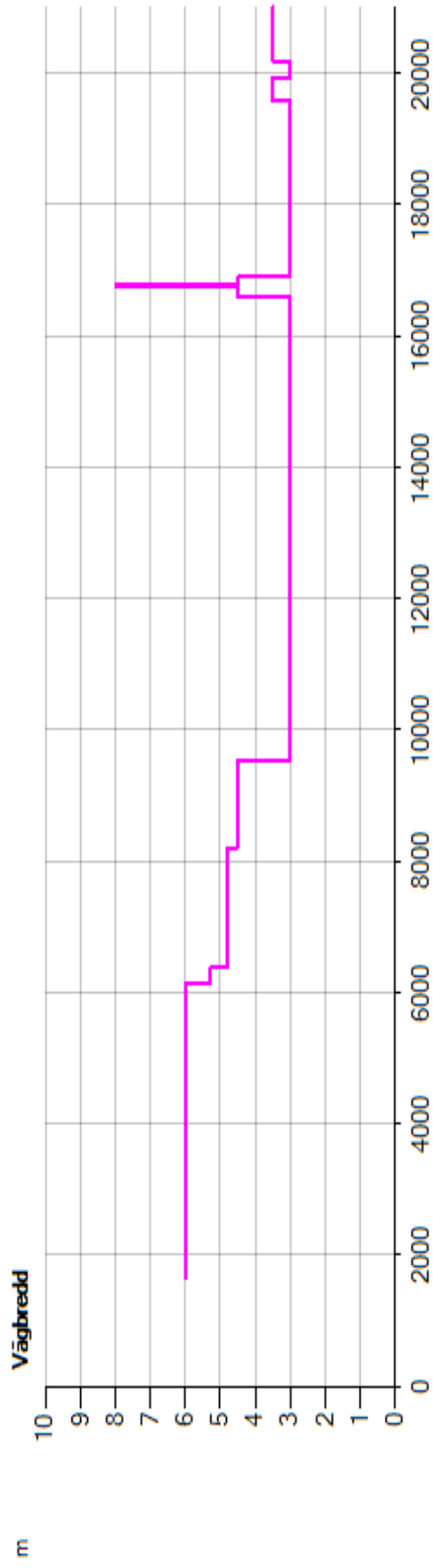
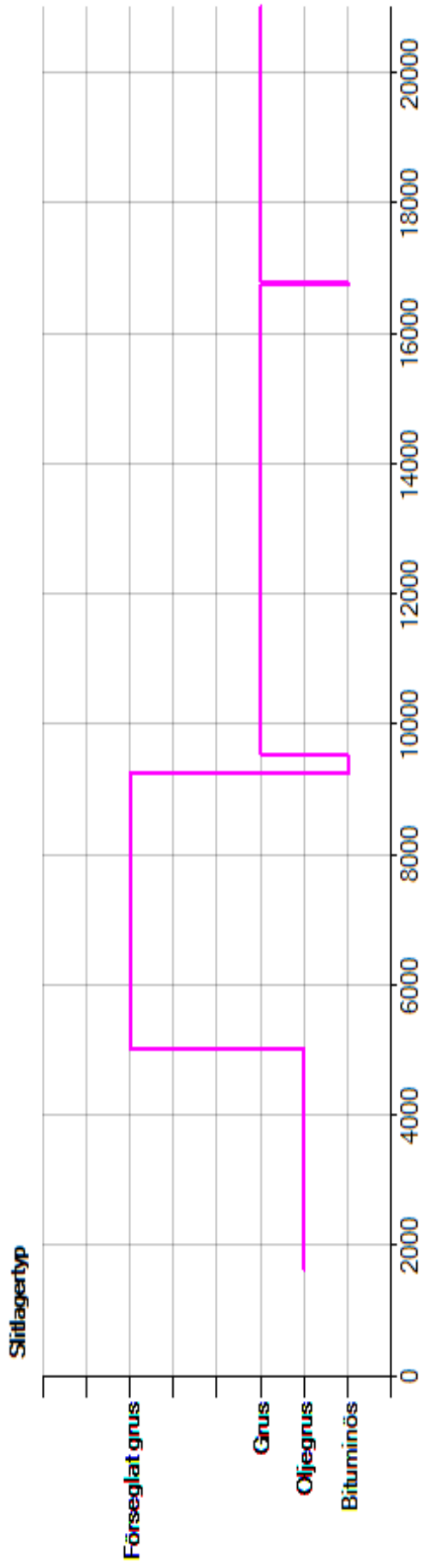
¹ Förkortning för Drift och Underhåll

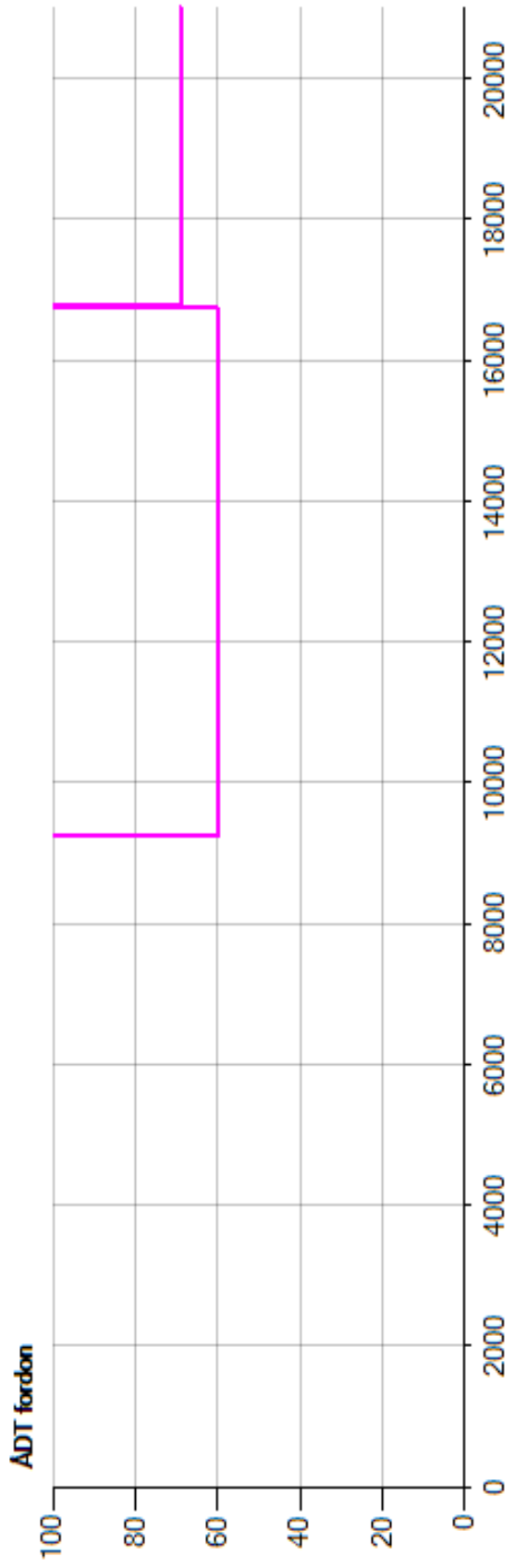
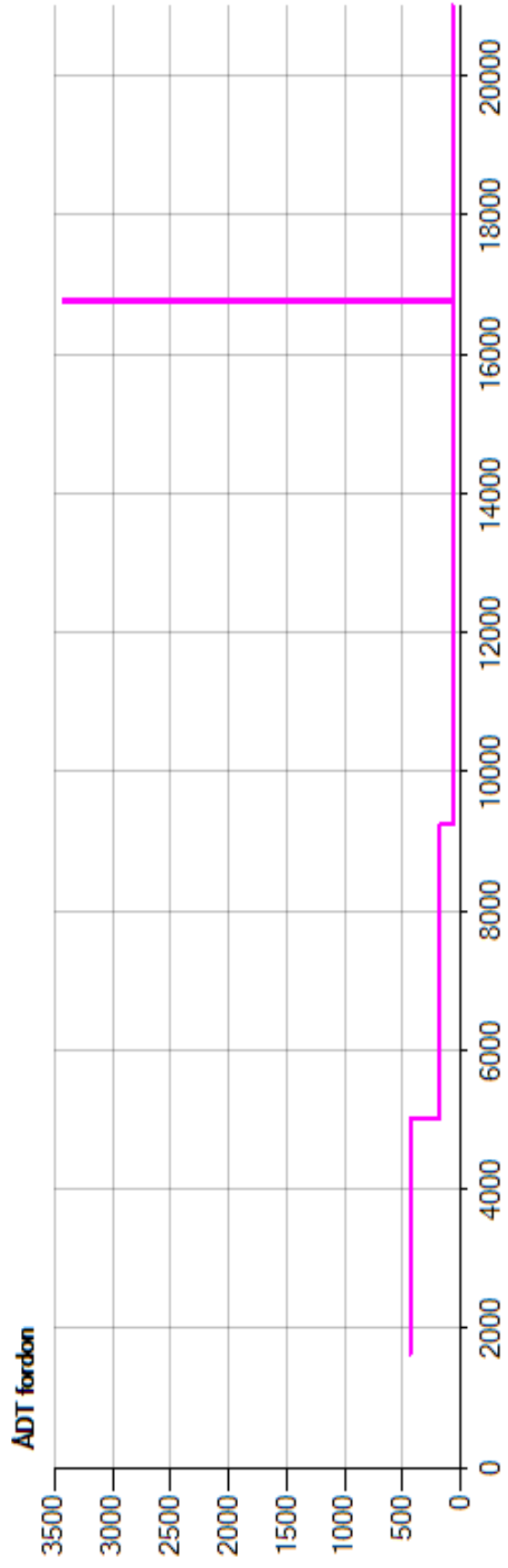
v.1850:

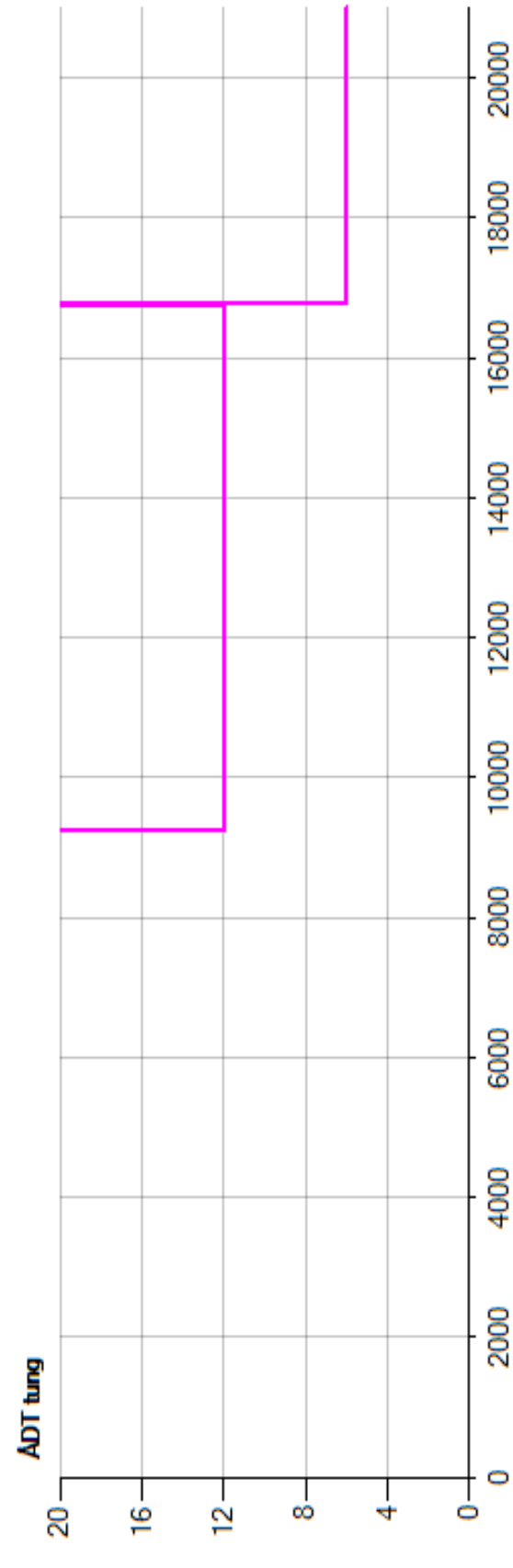
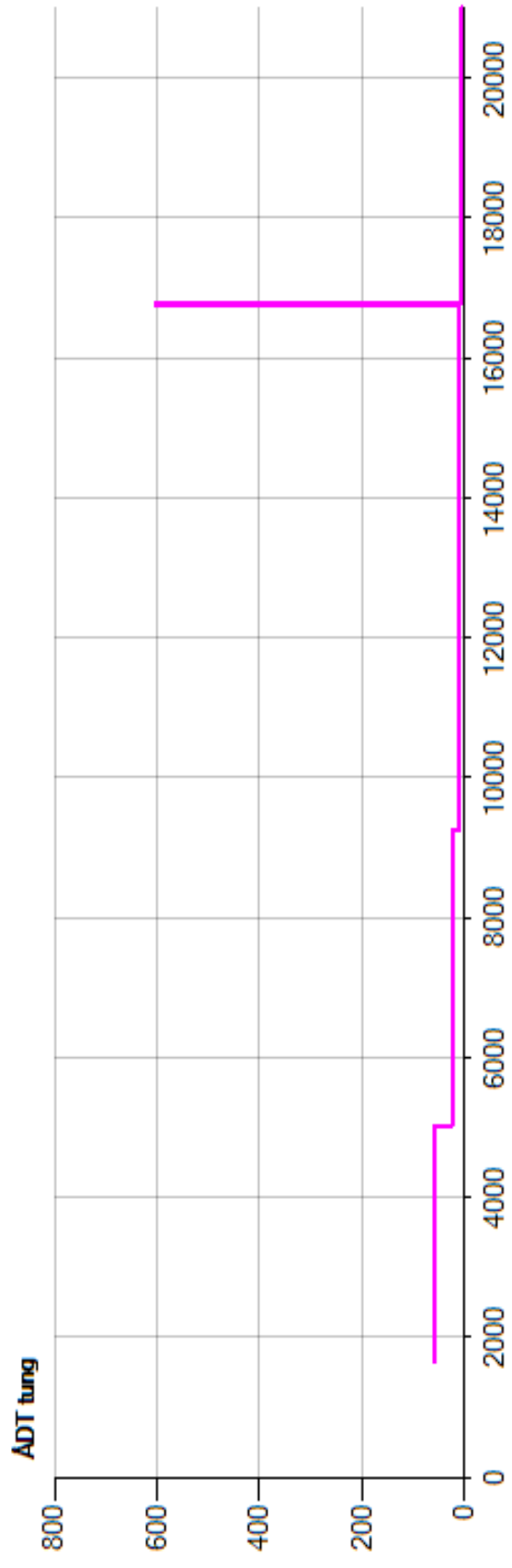




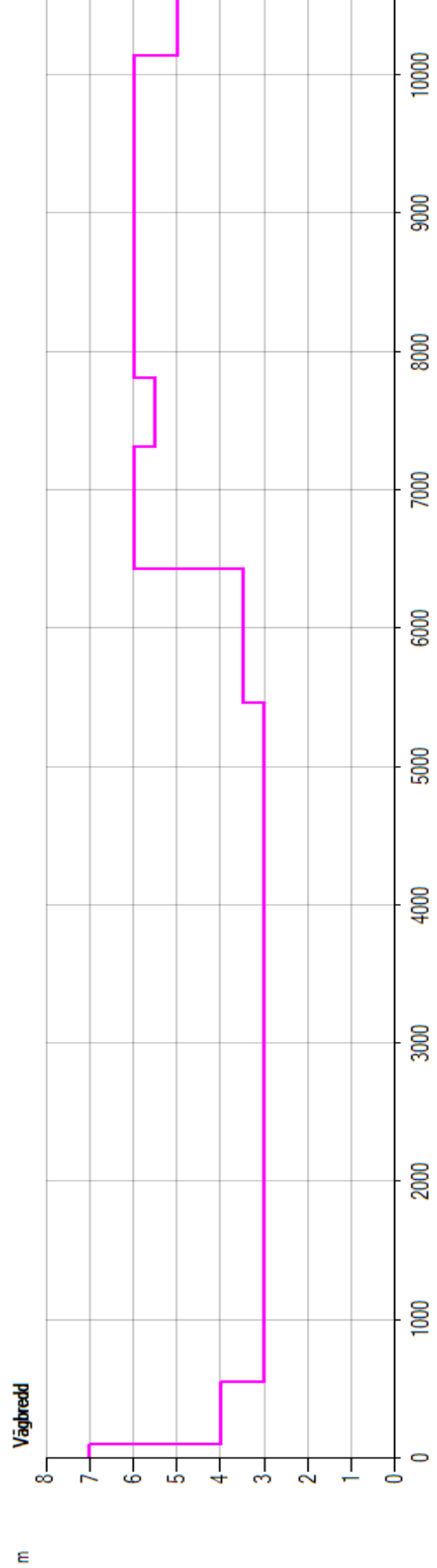
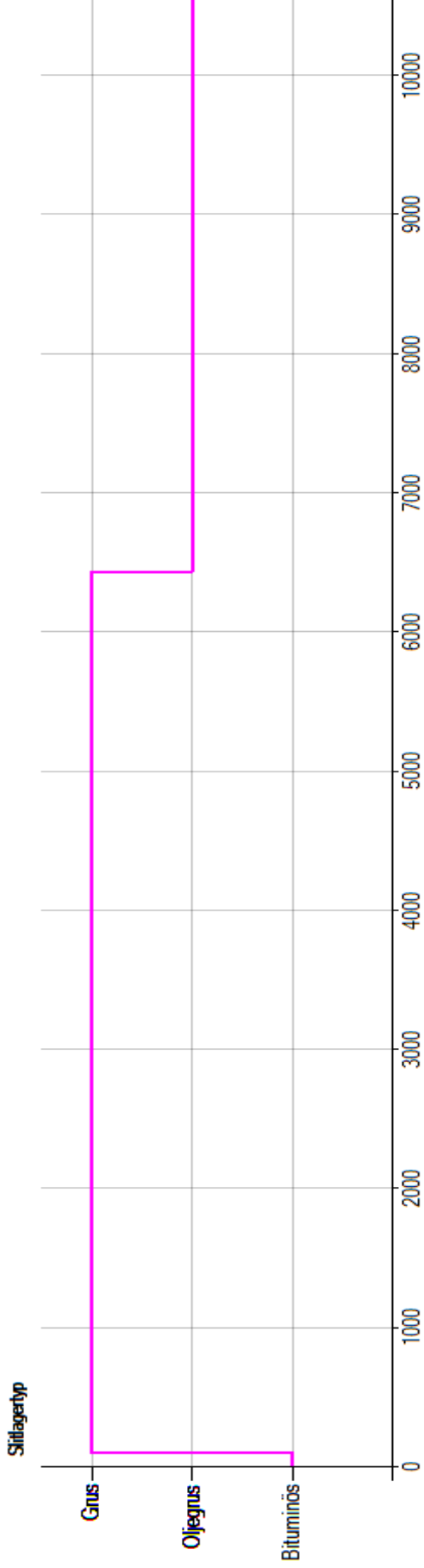
v.1873:

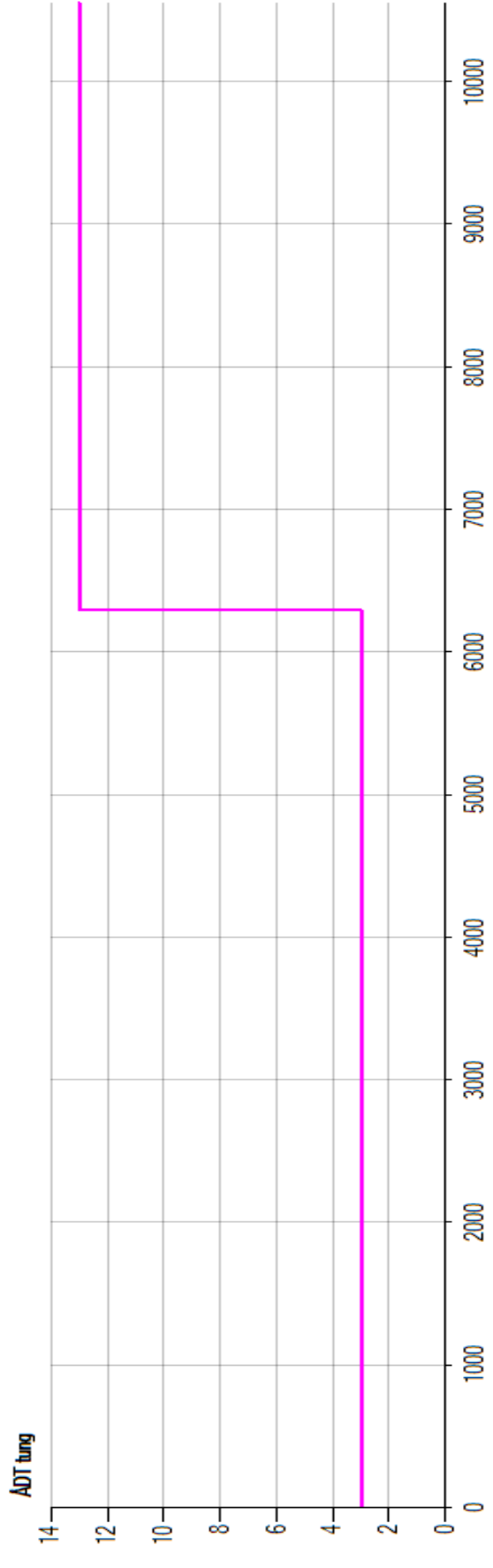
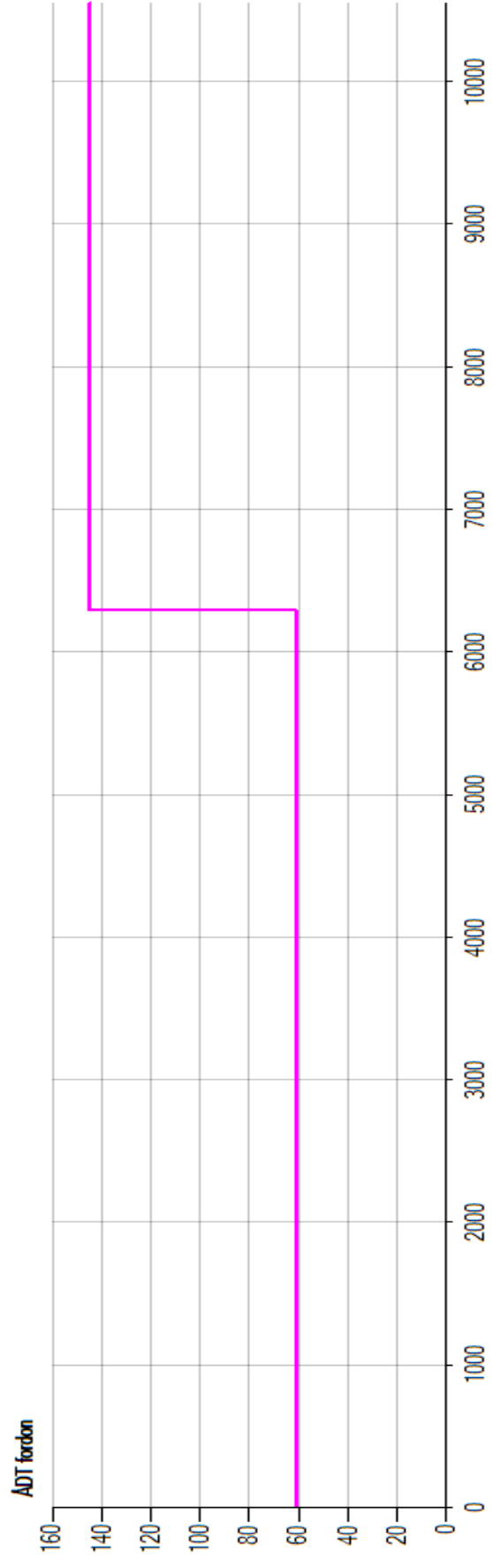




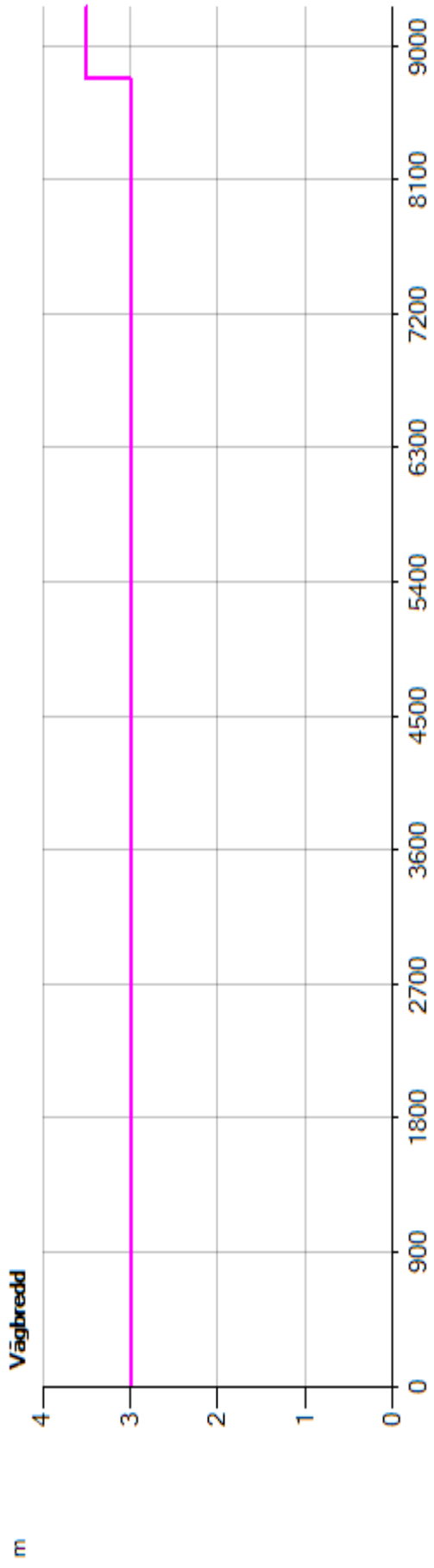
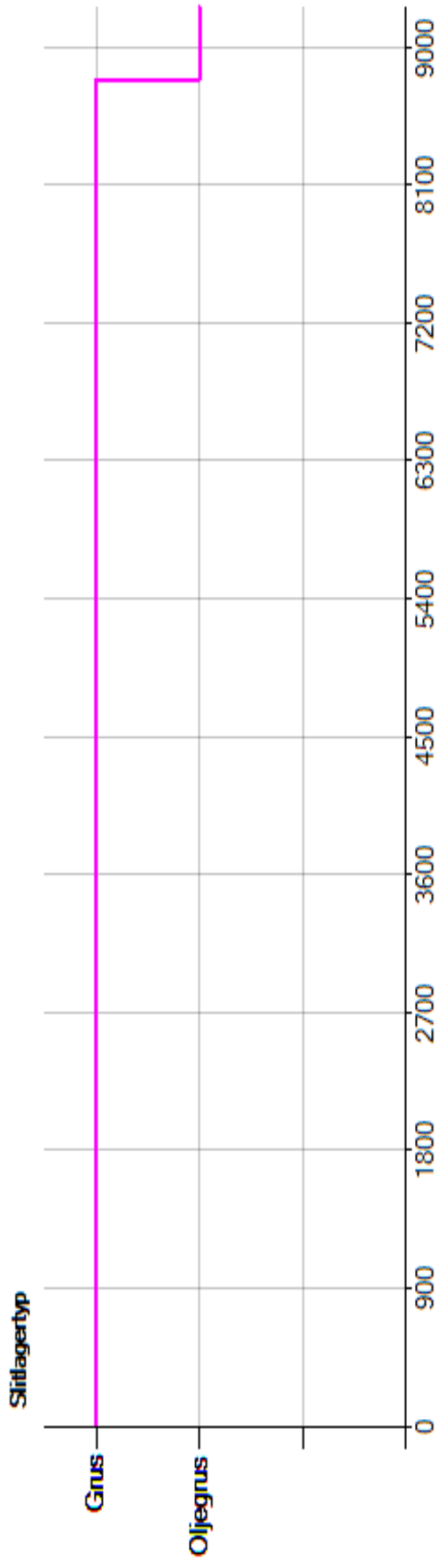


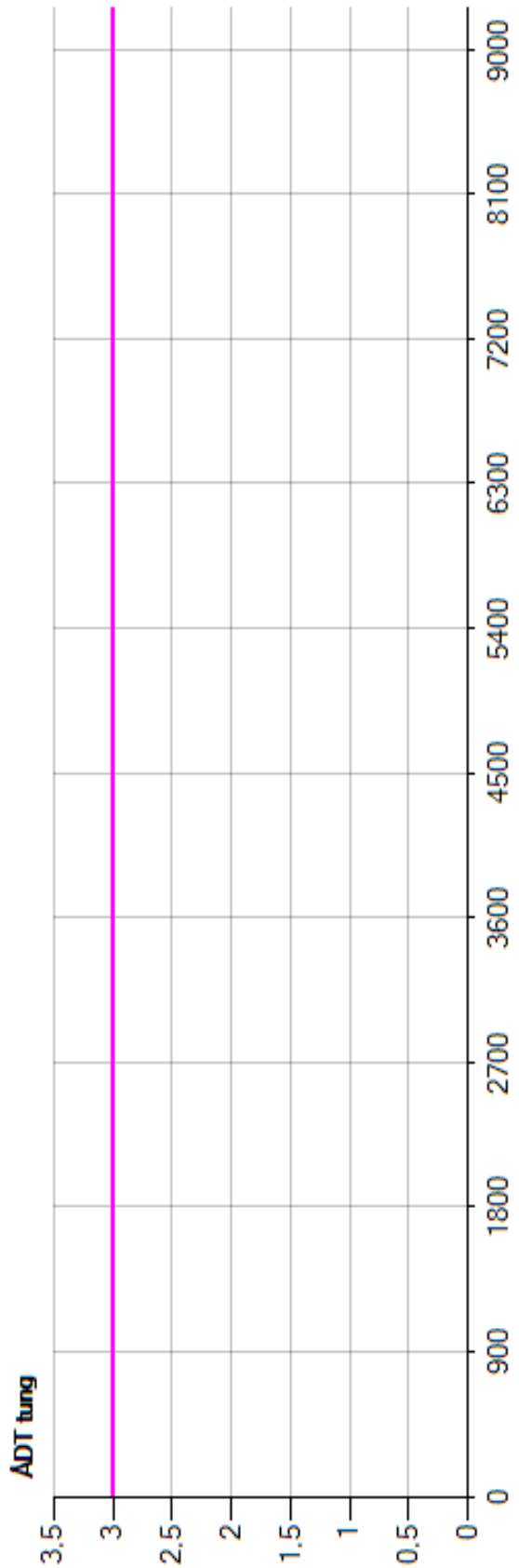
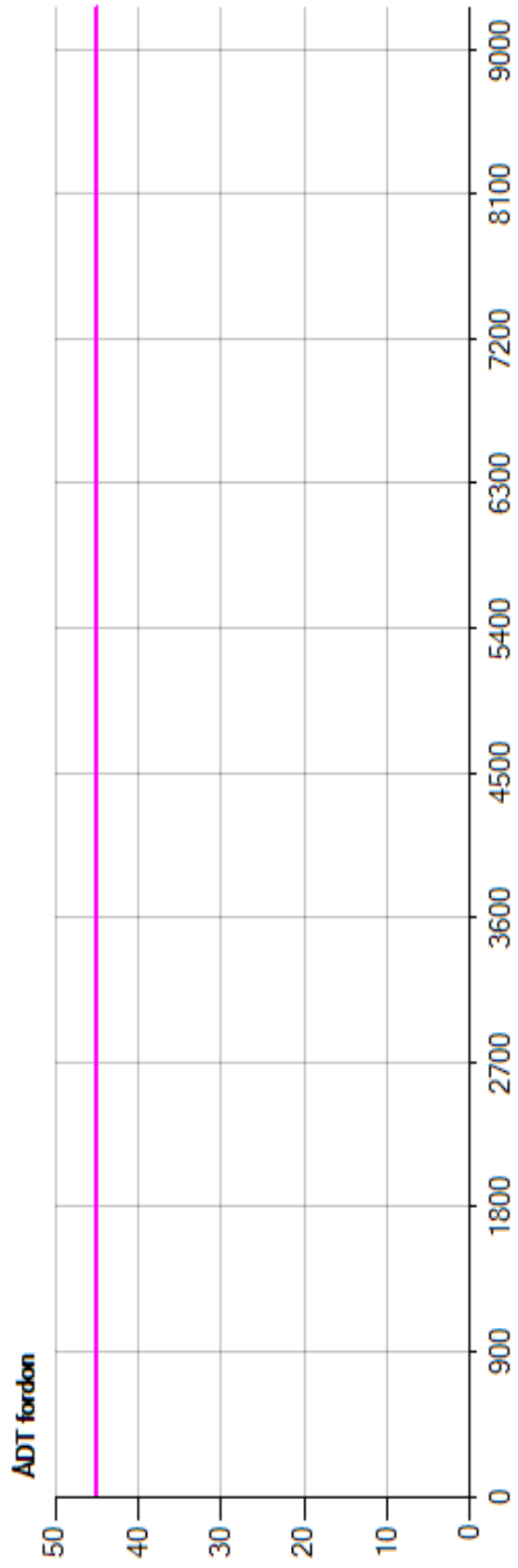
v.1890:





v.1891:





Bilaga 3- Bärighetsmätningar

För samtliga tabeller i denna bilaga gäller följande:

Teckenförklaring:

SX = Sättning vid fallviktsmätning X

Sm = Medelsättning vid mätpunkt X

Evd = Dynamisk deformationsmodul

Evd2 = Dynamisk deformationsmodul baserad på medelsättning

v.1850:

Väglängd: 9400 m

Avstånd: Mätt från v.1873, riktning norr

Mättilfälle 1:

Mätplats 1

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,20	0,18	0,21	0,197	114,40	
2	0,18	0,17	0,17	0,171	131,58	
3	0,27	0,30	0,25	0,271	83,03	
4	0,36	0,36	0,34	0,351	64,10	
5	0,25	0,26	0,26	0,257	85,55	
Medelvärde:				0,249	95,73	90,22

Mätplats 2

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,29	0,28	0,30	0,289	77,85	
2	0,30	0,30	0,29	0,296	76,01	
3	0,41	0,34	0,32	0,358	62,85	
4	0,36	0,34	0,32	0,342	65,79	
5	0,32	0,31	0,29	0,310	72,58	
Medelvärde:				0,319	71,02	70,53

Mätplats 3

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,34	0,33	0,30	0,323	69,66	
2	0,29	0,28	0,27	0,278	80,94	
3	0,30	0,30	0,29	0,295	76,27	
4	0,36	0,34	0,37	0,356	63,20	
5	0,36	0,36	0,35	0,355	63,38	
Medelvärde:				0,321	70,69	70,01

Mätplats 4

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,44	0,44	0,44	0,439	51,25	
2	0,42	0,41	0,42	0,416	54,09	
3	0,44	0,43	0,42	0,432	52,08	
4	0,49	0,49	0,50	0,492	45,73	
5	0,54	0,53	0,57	0,545	41,28	
Medelvärde:				0,465	48,89	48,41

Mätplats 5

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,29	0,34	0,32	0,317	70,98	
2	0,27	0,27	0,27	0,268	83,96	
3	0,30	0,28	0,30	0,294	76,53	
4	0,30	0,36	0,31	0,325	69,23	
5	0,35	0,33	0,31	0,331	67,98	
Medelvärde:				0,307	73,74	73,29

Mättillfälle 2:

Mätplats 1

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,26	0,20	0,26	0,239	94,14	
2	0,14	0,17	0,15	0,152	148,03	
3	0,19	0,17	0,18	0,179	125,70	
4	0,38	0,38	0,48	0,411	54,74	
5	0,39	0,38	0,37	0,376	59,84	
Medelvärde:				0,271	96,49	82,90

Mätplats 2

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,41	0,37	0,39	0,392	57,40	
2	0,21	0,28	0,31	0,266	84,59	
3	0,32	0,30	0,26	0,295	76,36	
4	0,24	0,29	0,23	0,255	88,24	
5	0,31	0,39	0,27	0,320	70,31	
Medelvärde:				0,306	75,38	73,63

Mätplats 3

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,25	0,26	0,27	0,260	86,54	
2	0,44	0,44	0,41	0,426	52,82	
3	0,44	0,41	0,35	0,403	55,83	
4	0,44	0,41	0,40	0,417	53,96	
5	0,40	0,39	0,38	0,387	58,14	
Medelvärde:				0,379	61,46	59,43

Mätplats 4

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,33	0,33	0,31	0,321	70,09	
2	0,39	0,39	0,37	0,382	58,90	
3	0,70	0,67	0,69	0,685	32,85	
4	0,57	0,54	0,53	0,546	41,21	
5	0,26	0,32	0,33	0,303	74,18	
Medelvärde:				0,447	55,45	50,29

Mätplats 5

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,22	0,16	0,16	0,180	125,00	
2	0,41	0,41	0,30	0,370	60,81	
3	0,48	0,46	0,46	0,468	48,08	
4	0,45	0,43	0,46	0,444	50,68	
5	0,36	0,32	0,39	0,358	62,79	
Medelvärde:				0,364	69,47	61,81

v. 1873 (Södra delen):

Väglängd: 7200 m

Avstånd: Mätt från v.24, riktning söder

Mättillfälle 1:

Mätplats 1

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,29	0,29	0,28	0,287	78,40	
2	0,33	0,30	0,29	0,304	74,01	
3	0,24	0,30	0,30	0,282	79,79	
4	0,24	0,24	0,25	0,246	91,46	
5	0,27	0,23	0,27	0,254	88,58	
Medelvärde:				0,275	82,45	81,94

Mätplats 2

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,25	0,23	0,25	0,243	92,47	
2	0,29	0,33	0,35	0,324	69,44	
3	0,22	0,19	0,20	0,200	112,50	
4	0,31	0,32	0,31	0,310	72,58	
5	0,27	0,29	0,28	0,281	80,07	
Medelvärde:				0,272	85,41	82,84

Mätplats 3

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,27	0,24	0,25	0,253	88,82	
2	0,27	0,26	0,25	0,260	86,54	
3	0,25	0,25	0,24	0,246	91,46	
4	0,31	0,29	0,31	0,303	74,26	
5	0,31	0,33	0,35	0,330	68,18	
Medelvärde:				0,278	81,85	80,82

Mätplats 4

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,35	0,32	0,34	0,336	66,96	
2	0,28	0,28	0,27	0,275	81,82	
3	0,29	0,29	0,28	0,286	78,67	
4	0,30	0,31	0,29	0,302	74,50	
5	0,35	0,31	0,30	0,320	70,31	
Medelvärde:				0,304	74,45	74,06

Mätplats 5

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,39	0,33	0,33	0,350	64,29	
2	0,37	0,33	0,33	0,341	65,98	
3	0,32	0,32	0,32	0,317	70,98	
4	0,30	0,32	0,31	0,310	72,58	
5	0,28	0,28	0,27	0,277	81,23	
Medelvärde:				0,319	71,01	70,53

Mättillfälle 2:

Mätplats 1

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,20	0,24	0,31	0,250	90,00	
2	0,34	0,31	0,31	0,321	70,09	
3	0,19	0,17	0,26	0,210	107,14	
4	0,28	0,31	0,31	0,298	75,50	
5	0,37	0,35	0,33	0,349	64,47	
Medelvärde:				0,286	81,44	78,78

Mätplats 2

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,43	0,41	0,40	0,411	54,74	
2	0,51	0,44	0,43	0,463	48,60	
3	0,37	0,30	0,34	0,340	66,24	
4	0,49	0,45	0,41	0,450	50,00	
5	0,31	0,33	0,35	0,330	68,18	
Medelvärde:				0,399	57,55	56,42

Mätplats 3

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,40	0,37	0,36	0,375	60,00	
2	0,39	0,37	0,39	0,381	59,06	
3	0,38	0,32	0,35	0,354	63,66	
4	0,28	0,30	0,39	0,325	69,16	
5	0,55	0,55	0,52	0,538	41,82	
Medelvärde:				0,395	58,74	57,02

Mätplats 4

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,25	0,26	0,23	0,250	90,00	
2	0,33	0,32	0,32	0,325	69,23	
3	0,44	0,46	0,45	0,451	49,89	
4	0,36	0,33	0,33	0,338	66,57	
5	0,34	0,36	0,34	0,346	65,03	
Medelvärde:				0,342	68,14	65,79

Mätplats 5

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,49	0,47	0,45	0,469	47,97	
2	0,24	0,22	0,23	0,230	97,83	
3	0,21	0,21	0,23	0,219	102,74	
4	0,44	0,42	0,41	0,425	52,94	
5	0,37	0,34	0,37	0,361	62,33	
Medelvärde:				0,341	72,76	66,02

v. 1873 (Norra delen):

Väglängd: 4200 m

Avstånd: Mätt från v.24, riktning norr

Mättillfälle 1:

Mätplats 1

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,22	0,22	0,26	0,230	97,83	
2	0,20	0,21	0,22	0,210	107,14	
3	0,21	0,22	0,22	0,214	105,14	
4	0,30	0,28	0,28	0,287	78,40	
5	0,27	0,27	0,27	0,270	83,33	
Medelvärde:				0,242	94,37	92,90

Mätplats 2

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,36	0,35	0,40	0,370	60,81	
2	0,35	0,34	0,34	0,344	65,41	
3	0,27	0,27	0,28	0,274	82,12	
4	0,32	0,31	0,30	0,311	72,35	
5	0,23	0,25	0,25	0,244	92,21	
Medelvärde:				0,309	74,58	72,91

Mättillfälle 2:

Mätplats 1

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,37	0,36	0,33	0,356	63,14	
2	0,32	0,31	0,31	0,313	71,88	
3	0,35	0,35	0,34	0,346	65,03	
4	0,32	0,42	0,41	0,381	59,06	
5	0,43	0,42	0,42	0,423	53,19	
Medelvärde:				0,364	62,46	61,85

Mätplats 2

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,46	0,45	0,44	0,445	50,56	
2	0,51	0,51	0,51	0,509	44,20	
3	0,36	0,37	0,36	0,363	61,98	
4	0,21	0,22	0,33	0,252	89,29	
5	0,26	0,30	0,27	0,274	82,12	
Medelvärde:				0,369	65,63	61,04

v.1891:

Väglängd: 8700 m

Avstånd: Mätt från väst till öst

Mättilfälle 1:

Mätplats 1

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,34	0,33	0,32	0,330	68,18	
2	0,41	0,44	0,42	0,424	53,07	
3	0,41	0,48	0,39	0,427	52,69	
4	0,29	0,27	0,27	0,274	82,12	
5	0,27	0,27	0,25	0,263	85,55	
Medelvärde:				0,344	68,32	65,48

Mätplats 2

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,23	0,22	0,22	0,220	102,27	
2	0,35	0,33	0,32	0,335	67,16	
3	0,30	0,29	0,29	0,292	77,05	
4	0,29	0,28	0,27	0,282	79,79	
5	0,24	0,25	0,25	0,246	91,46	
Medelvärde:				0,275	83,55	81,82

Mätplats 3

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,31	0,30	0,29	0,301	74,75	
2	0,31	0,31	0,31	0,311	72,35	
3	0,34	0,32	0,31	0,322	69,88	
4	0,37	0,41	0,44	0,407	55,28	
5	0,24	0,23	0,22	0,233	96,57	
Medelvärde:				0,315	73,77	71,47

Mätplats 4

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,29	0,32	0,29	0,300	75,00	
2	0,26	0,25	0,25	0,253	88,82	
3	0,25	0,24	0,23	0,240	93,75	
4	0,21	0,19	0,21	0,208	108,00	
5	0,28	0,30	0,27	0,287	78,31	
Medelvärde:				0,258	88,78	87,34

Mätplats 5

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,35	0,36	0,37	0,359	62,67	
2	0,38	0,44	0,36	0,394	57,11	
3	0,35	0,34	0,33	0,337	66,77	
4	0,35	0,34	0,35	0,345	65,22	
5	0,41	0,39	0,40	0,401	56,11	
Medelvärde:				0,367	61,58	61,27

Mättillfälle 2:

Mätplats 1

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,41	0,37	0,38	0,387	58,19	
2	0,27	0,20	0,23	0,235	95,74	
3	0,37	0,36	0,36	0,364	61,81	
4	0,23	0,25	0,26	0,248	90,73	
5	0,24	0,25	0,24	0,246	91,46	
Medelvärde:				0,296	79,59	76,01

Mätplats 2

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,25	0,28	0,22	0,253	89,05	
2	0,47	0,44	0,43	0,448	50,22	
3	0,39	0,38	0,37	0,379	59,37	
4	0,51	0,48	0,46	0,482	46,68	
5	0,36	0,42	0,41	0,399	56,44	
Medelvärde:				0,392	60,35	57,37

Mätplats 3

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,36	0,48	0,39	0,409	55,01	
2	0,33	0,33	0,30	0,321	70,09	
3	0,41	0,43	0,39	0,411	54,74	
4	0,35	0,35	0,35	0,349	64,47	
5	0,36	0,40	0,38	0,382	58,85	
Medelvärde:				0,374	60,63	60,10

Mätplats 4

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,41	0,32	0,35	0,359	62,67	
2	0,28	0,28	0,28	0,280	80,36	
3	0,40	0,38	0,38	0,386	58,29	
4	0,42	0,41	0,40	0,406	55,42	
5	0,33	0,32	0,32	0,325	69,23	
Medelvärde:				0,351	65,19	64,07

Mätplats 5

Mätpunkt	S1 (mm)	S2 (mm)	S3 (mm)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0,43	0,42	0,41	0,421	53,44	
2	0,56	0,54	0,50	0,535	42,06	
3	0,41	0,41	0,40	0,407	55,28	
4	0,45	0,44	0,42	0,436	51,61	
5	0,45	0,43	0,42	0,434	51,84	
Medelvärde:				0,447	50,85	50,38

Sammanställning- Samtliga vägar:

Mättillfälle 1:

v.1850

Mätplats	Avstånd (m)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0	0,249	95,73	90,22
2	1800	0,319	71,02	70,53
3	2800	0,321	70,69	70,01
4	5100	0,465	48,89	48,41
5	7400	0,307	73,74	73,29

v.1873 (Södra delen)

Mätplats	Avstånd (m)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	200	0,275	82,45	81,94
2	1100	0,272	85,41	82,84
3	2400	0,278	81,85	80,82
4	4500	0,304	74,45	74,06
5	5300	0,319	71,01	70,53

v.1873 (Norra delen)

Mätplats	Avstånd (m)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	1300	0,242	94,37	92,90
2	3400	0,309	74,58	72,91

v.1891

Mätplats	Avstånd (m)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	400	0,344	68,32	65,48
2	1800	0,275	83,55	81,82
3	4100	0,315	73,77	71,47
4	6400	0,258	88,78	87,34
5	8000	0,367	61,58	61,27

Mättillfälle 2:

v.1850

Mätplats	Avstånd (m)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	0	0,271	96,49	82,90
2	1800	0,306	75,38	73,63
3	2800	0,379	61,46	59,43
4	5100	0,447	55,45	50,29
5	7400	0,364	69,47	61,81

v.1873 (Södra delen)

Mätplats	Avstånd (m)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	200	0,286	81,44	78,78
2	1100	0,399	57,55	56,42
3	2400	0,395	58,74	57,02
4	4500	0,342	68,14	65,79
5	5300	0,341	72,76	66,02

v.1873 (Norra delen)

Mätplats	Avstånd (m)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	1300	0,364	62,46	61,85
2	3400	0,369	65,63	61,04

v.1891

Mätplats	Avstånd (m)	Sm (mm)	Evd (MPa)	Evd2 (MPa)
1	400	0,296	79,59	76,01
2	1800	0,392	60,35	57,37
3	4100	0,374	60,63	60,10
4	6400	0,351	65,19	64,07
5	8000	0,447	50,85	50,38

Bilaga 4- Kornstorleksfördelning

I denna bilaga redovisas data i form av tabeller och diagram för slitlagrets kornstorleksfördelning. Mätvärden härstammar från utförd siktninganalys.

Kommentar till tabeller:

Innan siktning utförs torkas och vägs analysprovet. Total vikt i tabellerna anger således provets torra totalvikt. Efter utförd siktning vägs det kvarstannade materialet på vardera siktnivå. Summan av detta material ger upphov till den totala vikten av siktat material. Eftersom finmaterial dels fastnar på gruskornen och dels dammar bort under processen ger detta upphov till en liten skillnad mellan provets torra totalvikt och den totala vikten av siktat material. Den skillnaden har i kolumnen för "Vikt efter justering" lagts på siktnivå 0 mm. Utifrån detta har sedan "Viktprocent" och "Passerande mängd, viktprocent", beräknats.

Befintlig väg

Provplats 1:

Provpunkt 1

Total vikt
(kg): 4,3364

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0768	0,0768	1,8	100,0
11,2	0,3652	0,3652	8,4	98,2
8	0,7356	0,7356	17,0	89,8
5,6	0,5535	0,5535	12,8	72,8
4	0,3868	0,3868	8,9	60,1
2	0,4808	0,4808	11,1	51,2
1	0,3329	0,3329	7,7	40,1
0,5	0,2931	0,2931	6,8	32,4
0,25	0,3198	0,3198	7,4	25,6
0,125	0,3053	0,3053	7,0	18,3
0,063	0,2338	0,2338	5,4	11,2
0	0,2383	0,2528	5,8	5,8
Summa	4,3219	4,3364	100	

Provpunkt 2

Total vikt
(kg): 4,2653

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0842	0,0842	2,0	100,0
11,2	0,4956	0,4956	11,6	98,0
8	0,8144	0,8144	19,1	86,4
5,6	0,5607	0,5607	13,1	67,3
4	0,3585	0,3585	8,4	54,2
2	0,4235	0,4235	9,9	45,8
1	0,2916	0,2916	6,8	35,8
0,5	0,2507	0,2507	5,9	29,0
0,25	0,2595	0,2595	6,1	23,1
0,125	0,2552	0,2552	6,0	17,0
0,063	0,2214	0,2214	5,2	11,1
0	0,2315	0,2500	5,9	5,9
Summa	4,2468	4,2653	100	

Provpunkt 3

**Total vikt
(kg):** 3,1924

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,03	0,0300	0,9	100,0
11,2	0,3577	0,3577	11,2	99,1
8	0,6778	0,6778	21,2	87,9
5,6	0,3721	0,3721	11,7	66,6
4	0,2519	0,2519	7,9	55,0
2	0,3021	0,3021	9,5	47,1
1	0,2187	0,2187	6,9	37,6
0,5	0,2309	0,2309	7,2	30,8
0,25	0,2336	0,2336	7,3	23,5
0,125	0,1978	0,1978	6,2	16,2
0,063	0,1644	0,1644	5,1	10,0
0	0,1474	0,1554	4,9	4,9
Summa	3,1844	3,1924	100	

Provpunkt 4

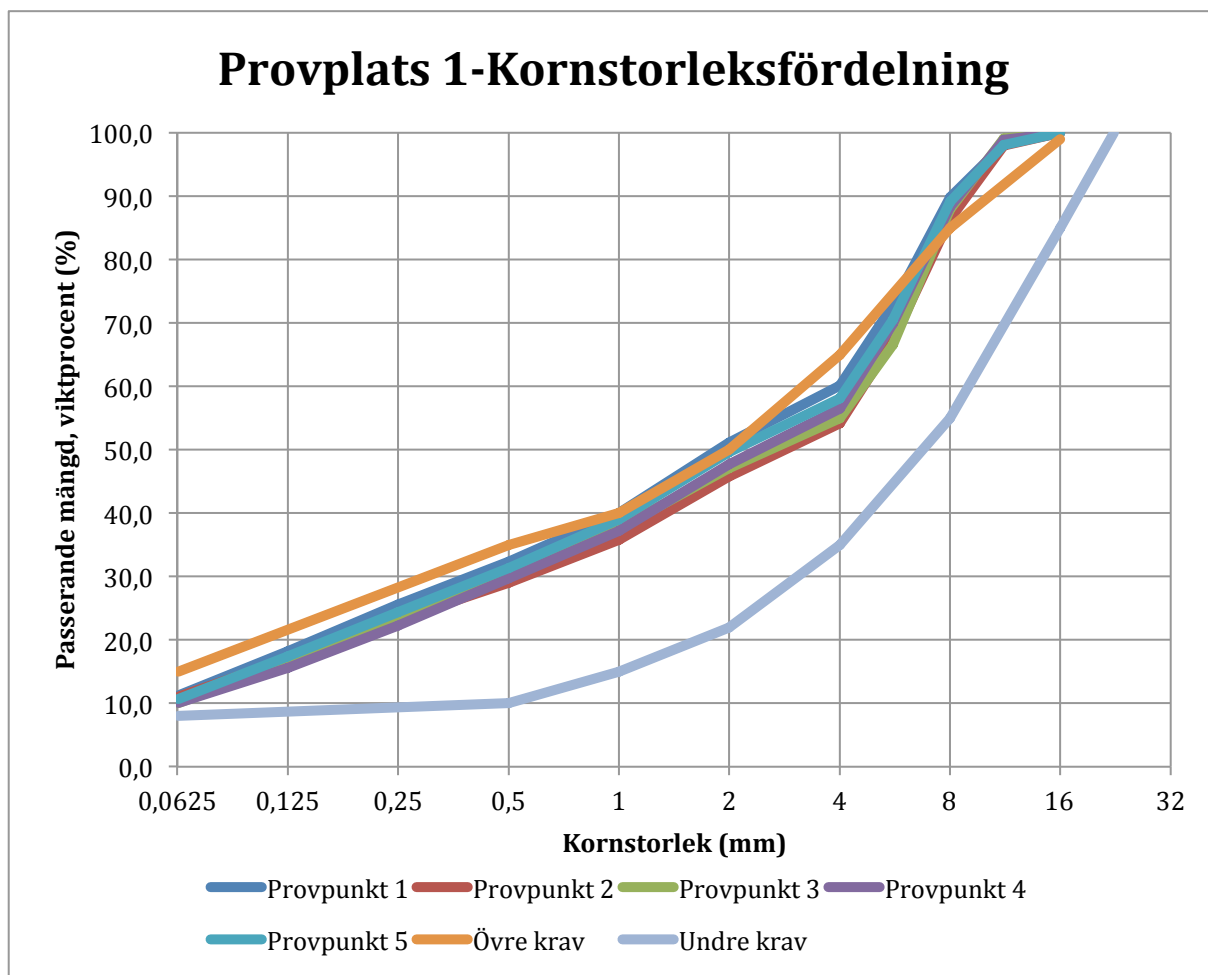
**Total vikt
(kg):** 2,1072

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0237	0,0237	1,1	100,0
11,2	0,2239	0,2239	10,6	98,9
8	0,3868	0,3868	18,4	88,2
5,6	0,2823	0,2823	13,4	69,9
4	0,1843	0,1843	8,7	56,5
2	0,2231	0,2231	10,6	47,8
1	0,1568	0,1568	7,4	37,2
0,5	0,1563	0,1563	7,4	29,7
0,25	0,1409	0,1409	6,7	22,3
0,125	0,1169	0,1169	5,5	15,6
0,063	0,1033	0,1033	4,9	10,1
0	0,1061	0,1089	5,2	5,2
Summa	2,1044	2,1072	100	

Provpunkt 5

Total vikt (kg) 3,8686

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0734	0,0734	1,9	100,0
11,2	0,3473	0,3473	9,0	98,1
8	0,7198	0,7198	18,6	89,1
5,6	0,4788	0,4788	12,4	70,5
4	0,3305	0,3305	8,5	58,1
2	0,4105	0,4105	10,6	49,6
1	0,2959	0,2959	7,6	39,0
0,5	0,2682	0,2682	6,9	31,3
0,25	0,2703	0,2703	7,0	24,4
0,125	0,2607	0,2607	6,7	17,4
0,063	0,2025	0,2025	5,2	10,7
0	0,207	0,2107	5,4	5,4
Summa	3,8649	3,8686	100	



Provplats 2:

Provpunkt 1

**Total vikt
(kg):** 2,4245

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0154	0,0154	0,6	100,0
11,2	0,0835	0,0835	3,4	99,4
8	0,2703	0,2703	11,1	95,9
5,6	0,2804	0,2804	11,6	84,8
4	0,2606	0,2606	10,7	73,2
2	0,3813	0,3813	15,7	62,5
1	0,2603	0,2603	10,7	46,7
0,5	0,2105	0,2105	8,7	36,0
0,25	0,1962	0,1962	8,1	27,3
0,125	0,1709	0,1709	7,0	19,2
0,063	0,1432	0,1432	5,9	12,2
0	0,1466	0,1519	6,3	6,3
Summa	2,4192	2,4245	100	

Provpunkt 2

**Total vikt
(kg):** 2,4593

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0	0	0,0	100,0
11,2	0,1075	0,1075	4,4	100,0
8	0,2093	0,2093	8,5	95,6
5,6	0,2281	0,2281	9,3	87,1
4	0,2406	0,2406	9,8	77,8
2	0,3935	0,3935	16,0	68,1
1	0,29	0,2900	11,8	52,1
0,5	0,2255	0,2255	9,2	40,3
0,25	0,2203	0,2203	9,0	31,1
0,125	0,1928	0,1928	7,8	22,1
0,063	0,1737	0,1737	7,1	14,3
0	0,1741	0,1780	7,2	7,2
Summa	2,4554	2,4593	100	

Provpunkt 3

**Total vikt
(kg):** 2,8031

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0453	0,0453	1,6	100,0
11,2	0,3049	0,3049	10,9	98,4
8	0,5346	0,5346	19,1	87,5
5,6	0,3298	0,3298	11,8	68,4
4	0,2263	0,2263	8,1	56,7
2	0,2933	0,2933	10,5	48,6
1	0,2157	0,2157	7,7	38,1
0,5	0,2106	0,2106	7,5	30,4
0,25	0,1885	0,1885	6,7	22,9
0,125	0,1649	0,1649	5,9	16,2
0,063	0,1422	0,1422	5,1	10,3
0	0,1432	0,1470	5,2	5,2
Summa	2,7993	2,8031	100	

Provpunkt 4

**Total vikt
(kg):** 3,9191

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0499	0,0499	1,3	100,0
11,2	0,2741	0,2741	7,0	98,7
8	0,5537	0,5537	14,1	91,7
5,6	0,4588	0,4588	11,7	77,6
4	0,3588	0,3588	9,2	65,9
2	0,4986	0,4986	12,7	56,7
1	0,3751	0,3751	9,6	44,0
0,5	0,3324	0,3324	8,5	34,4
0,25	0,3043	0,3043	7,8	26,0
0,125	0,2785	0,2785	7,1	18,2
0,063	0,2114	0,2114	5,4	11,1
0	0,1998	0,2235	5,7	5,7
Summa	3,8954	3,9191	100	

Provplats 3:

Provpunkt 1

**Total vikt
(kg):** 3,2801

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0339	0,0339	1,0	100,0
11,2	0,4000	0,4000	12,2	99,0
8	0,5951	0,5951	18,1	86,8
5,6	0,2950	0,2950	9,0	68,6
4	0,1960	0,1960	6,0	59,6
2	0,2883	0,2883	8,8	53,7
1	0,2582	0,2582	7,9	44,9
0,5	0,3006	0,3006	9,2	37,0
0,25	0,3027	0,3027	9,2	27,8
0,125	0,2619	0,2619	8,0	18,6
0,063	0,1792	0,1792	5,5	10,6
0	0,1651	0,1692	5,2	5,2
Summa	3,2760	3,2801	100	

Provpunkt 2

**Total vikt
(kg):** 3,1673

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0985	0,0985	3,1	100,0
11,2	0,3424	0,3424	10,8	96,9
8	0,5148	0,5148	16,3	86,1
5,6	0,3219	0,3219	10,2	69,8
4	0,2533	0,2533	8,0	59,7
2	0,3343	0,3343	10,6	51,7
1	0,2615	0,2615	8,3	41,1
0,5	0,2594	0,2594	8,2	32,9
0,25	0,2578	0,2578	8,1	24,7
0,125	0,2078	0,2078	6,6	16,5
0,063	0,1651	0,1651	5,2	10,0
0	0,1444	0,1505	4,8	4,8
Summa	3,1612	3,1673	100	

Provpunkt 3

**Total vikt
(kg):** 3,4268

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0969	0,0969	2,8	100,0
11,2	0,4096	0,4096	12,0	97,2
8	0,5177	0,5177	15,1	85,2
5,6	0,3167	0,3167	9,2	70,1
4	0,2262	0,2262	6,6	60,9
2	0,3246	0,3246	9,5	54,3
1	0,2976	0,2976	8,7	44,8
0,5	0,3321	0,3321	9,7	36,1
0,25	0,3229	0,3229	9,4	26,4
0,125	0,2479	0,2479	7,2	17,0
0,063	0,1723	0,1723	5,0	9,8
0	0,1578	0,1623	4,7	4,7
Summa	3,4223	3,4268	100	

Provpunkt 4

**Total vikt
(kg):** 3,3892

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0739	0,0739	2,2	100,0
11,2	0,4020	0,4020	11,9	97,8
8	0,5084	0,5084	15,0	86,0
5,6	0,3373	0,3373	10,0	71,0
4	0,2317	0,2317	6,8	61,0
2	0,3135	0,3135	9,2	54,2
1	0,2826	0,2826	8,3	44,9
0,5	0,3154	0,3154	9,3	36,6
0,25	0,3201	0,3201	9,4	27,3
0,125	0,2512	0,2512	7,4	17,8
0,063	0,1809	0,1809	5,3	10,4
0	0,1605	0,1722	5,1	5,1
Summa	3,3775	3,3892	100	

Provplats 4:

Provpunkt 1

**Total vikt
(kg):** 3,2885

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0346	0,0346	1,1	100,0
11,2	0,2009	0,2009	6,1	98,9
8	0,4523	0,4523	13,8	92,8
5,6	0,3883	0,3883	11,8	79,1
4	0,3088	0,3088	9,4	67,3
2	0,4144	0,4144	12,6	57,9
1	0,3065	0,3065	9,3	45,3
0,5	0,2738	0,2738	8,3	36,0
0,25	0,2791	0,2791	8,5	27,6
0,125	0,2548	0,2548	7,7	19,2
0,063	0,1779	0,1779	5,4	11,4
0	0,1923	0,1971	6,0	6,0
Summa	3,2837	3,2885	100	

Provpunkt 2

**Total vikt
(kg):** 3,3028

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0587	0,0587	1,8	100,0
11,2	0,2438	0,2438	7,4	98,2
8	0,4577	0,4577	13,9	90,8
5,6	0,3839	0,3839	11,6	77,0
4	0,2856	0,2856	8,6	65,4
2	0,4048	0,4048	12,3	56,7
1	0,3147	0,3147	9,5	44,5
0,5	0,3011	0,3011	9,1	34,9
0,25	0,3085	0,3085	9,3	25,8
0,125	0,2224	0,2224	6,7	16,5
0,063	0,1753	0,1753	5,3	9,7
0	0,1400	0,1463	4,4	4,4
Summa	3,2965	3,3028	100	

Provpunkt 3

**Total vikt
(kg):** 3,5407

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0125	0,0125	0,4	100,0
11,2	0,1848	0,1848	5,2	99,6
8	0,4264	0,4264	12,0	94,4
5,6	0,4621	0,4621	13,1	82,4
4	0,3071	0,3071	8,7	69,3
2	0,4257	0,4257	12,0	60,7
1	0,3444	0,3444	9,7	48,6
0,5	0,3327	0,3327	9,4	38,9
0,25	0,3280	0,3280	9,3	29,5
0,125	0,2747	0,2747	7,8	20,3
0,063	0,2202	0,2202	6,2	12,5
0	0,2091	0,2221	6,3	6,3
Summa	3,5277	3,5407	100	

Provpunkt 4

**Total vikt
(kg):** 3,8441

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0231	0,0231	0,6	100,0
11,2	0,2605	0,2605	6,8	99,4
8	0,5259	0,5259	13,7	92,6
5,6	0,4692	0,4692	12,2	78,9
4	0,3540	0,3540	9,2	66,7
2	0,4792	0,4792	12,5	57,5
1	0,3556	0,3556	9,3	45,1
0,5	0,3175	0,3175	8,3	35,8
0,25	0,3022	0,3022	7,9	27,6
0,125	0,2817	0,2817	7,3	19,7
0,063	0,2207	0,2207	5,7	12,4
0	0,2420	0,2545	6,6	6,6
Summa	3,8316	3,8441	100	

Efter grusåtervinning

Provplats 1:

Provpunkt 1

Total vikt
(kg): 3,0752

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0640	0,0640	2,1	100,0
11,2	0,3296	0,3296	10,7	97,9
8	0,3897	0,3897	12,7	87,2
5,6	0,2955	0,2955	9,6	74,5
4	0,2080	0,2080	6,8	64,9
2	0,2529	0,2529	8,2	58,2
1	0,2435	0,2435	7,9	49,9
0,5	0,3660	0,3660	11,9	42,0
0,25	0,3588	0,3588	11,7	30,1
0,125	0,2650	0,2650	8,6	18,4
0,063	0,1648	0,1648	5,4	9,8
0	0,1259	0,1374	4,5	4,5
Summa	3,0637	3,0752	100	

Provpunkt 2

Total vikt
(kg): 2,6395

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0266	0,0266	1,0	100,0
11,2	0,2934	0,2934	11,1	99,0
8	0,3264	0,3264	12,4	87,9
5,6	0,2400	0,2400	9,1	75,5
4	0,1450	0,1450	5,5	66,4
2	0,1816	0,1816	6,9	60,9
1	0,2170	0,2170	8,2	54,0
0,5	0,3624	0,3624	13,7	45,8
0,25	0,3532	0,3532	13,4	32,1
0,125	0,2393	0,2393	9,1	18,7
0,063	0,1448	0,1448	5,5	9,6
0	0,1041	0,1098	4,2	4,2
Summa	2,6338	2,6395	100	

Provpunkt 3

**Total vikt
(kg):** 2,5861

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0186	0,0186	0,7	100,0
11,2	0,2855	0,2855	11,0	99,3
8	0,3695	0,3695	14,3	88,2
5,6	0,2350	0,2350	9,1	74,0
4	0,1622	0,1622	6,3	64,9
2	0,1905	0,1905	7,4	58,6
1	0,2002	0,2002	7,7	51,2
0,5	0,3251	0,3251	12,6	43,5
0,25	0,3173	0,3173	12,3	30,9
0,125	0,2235	0,2235	8,6	18,6
0,063	0,1433	0,1433	5,5	10,0
0	0,1083	0,1154	4,5	4,5
Summa	2,579	2,5861	100	

Provpunkt 4

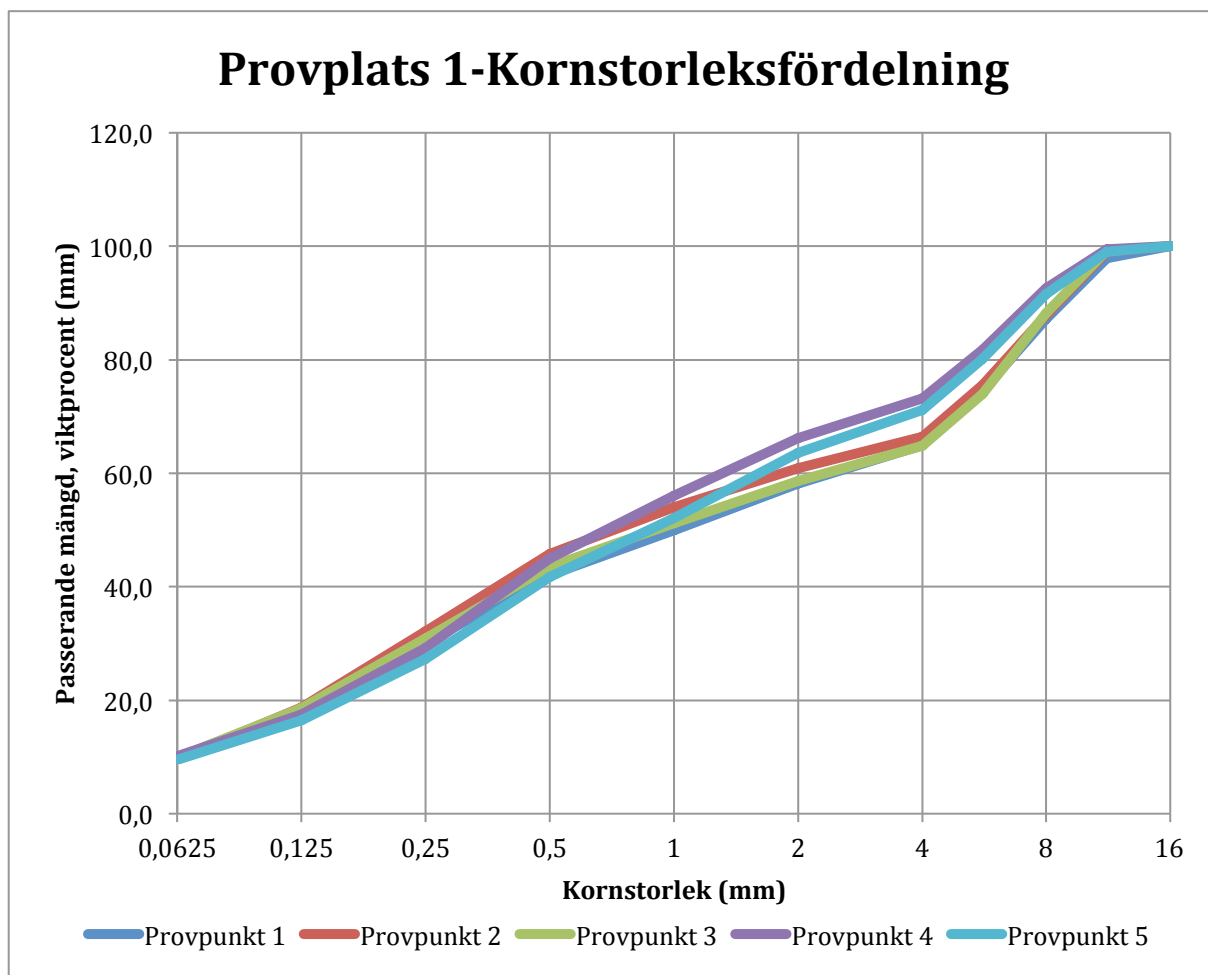
**Total vikt
(kg):** 2,3063

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0125	0,0125	0,5	100,0
11,2	0,1577	0,1577	6,8	99,5
8	0,2505	0,2505	10,9	92,6
5,6	0,1965	0,1965	8,5	81,8
4	0,1622	0,1622	7,0	73,2
2	0,2354	0,2354	10,2	66,2
1	0,2549	0,2549	11,1	56,0
0,5	0,3637	0,3637	15,8	44,9
0,25	0,2696	0,2696	11,7	29,2
0,125	0,1683	0,1683	7,3	17,5
0,063	0,1259	0,1259	5,5	10,2
0	0,1002	0,1091	4,7	4,7
Summa	2,2974	2,3063	100	

Provpunkt 5

Total vikt
(kg) 2,4624

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0233	0,0233	0,9	100,0
11,2	0,1834	0,1834	7,4	99,1
8	0,2806	0,2806	11,4	91,6
5,6	0,2242	0,2242	9,1	80,2
4	0,1859	0,1859	7,5	71,1
2	0,2816	0,2816	11,4	63,6
1	0,2571	0,2571	10,4	52,1
0,5	0,3544	0,3544	14,4	41,7
0,25	0,2680	0,2680	10,9	27,3
0,125	0,1677	0,1677	6,8	16,4
0,063	0,1269	0,1269	5,2	9,6
0	0,1040	0,1093	4,4	4,4
Summa	2,4571	2,4624	100	



Provplats 2:

Provpunkt 1

**Total vikt
(kg):** 2,6129

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0825	0,0825	3,2	100,0
11,2	0,2463	0,2463	9,4	96,8
8	0,2844	0,2844	10,9	87,4
5,6	0,2204	0,2204	8,4	76,5
4	0,1606	0,1606	6,1	68,1
2	0,2087	0,2087	8,0	62,0
1	0,2296	0,2296	8,8	54,0
0,5	0,3611	0,3611	13,8	45,2
0,25	0,3396	0,3396	13,0	31,4
0,125	0,2281	0,2281	8,7	18,4
0,063	0,1405	0,1405	5,4	9,6
0	0,1006	0,1111	4,3	4,3
Summa	2,6024	2,6129	100	

Provpunkt 2

**Total vikt
(kg):** 2,5477

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0409	0,0409	1,6	100,0
11,2	0,2304	0,2304	9,0	98,4
8	0,3138	0,3138	12,3	89,4
5,6	0,2247	0,2247	8,8	77,0
4	0,1664	0,1664	6,5	68,2
2	0,1948	0,1948	7,6	61,7
1	0,2304	0,2304	9,0	54,0
0,5	0,3737	0,3737	14,7	45,0
0,25	0,3152	0,3152	12,4	30,3
0,125	0,2054	0,2054	8,1	18,0
0,063	0,1391	0,1391	5,5	9,9
0	0,1100	0,1129	4,4	4,4
Summa	2,5448	2,5477	100	

Provpunkt 3

**Total vikt
(kg):** 2,3902

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0632	0,0632	2,6	100,0
11,2	0,1813	0,1813	7,6	97,4
8	0,3097	0,3097	13,0	89,8
5,6	0,2250	0,2250	9,4	76,8
4	0,1513	0,1513	6,3	67,4
2	0,1920	0,1920	8,0	61,1
1	0,2066	0,2066	8,6	53,0
0,5	0,3093	0,3093	12,9	44,4
0,25	0,2859	0,2859	12,0	31,5
0,125	0,2009	0,2009	8,4	19,5
0,063	0,1396	0,1396	5,8	11,1
0	0,1168	0,1254	5,2	5,2
Summa	2,3816	2,3902	100	

Provpunkt 4

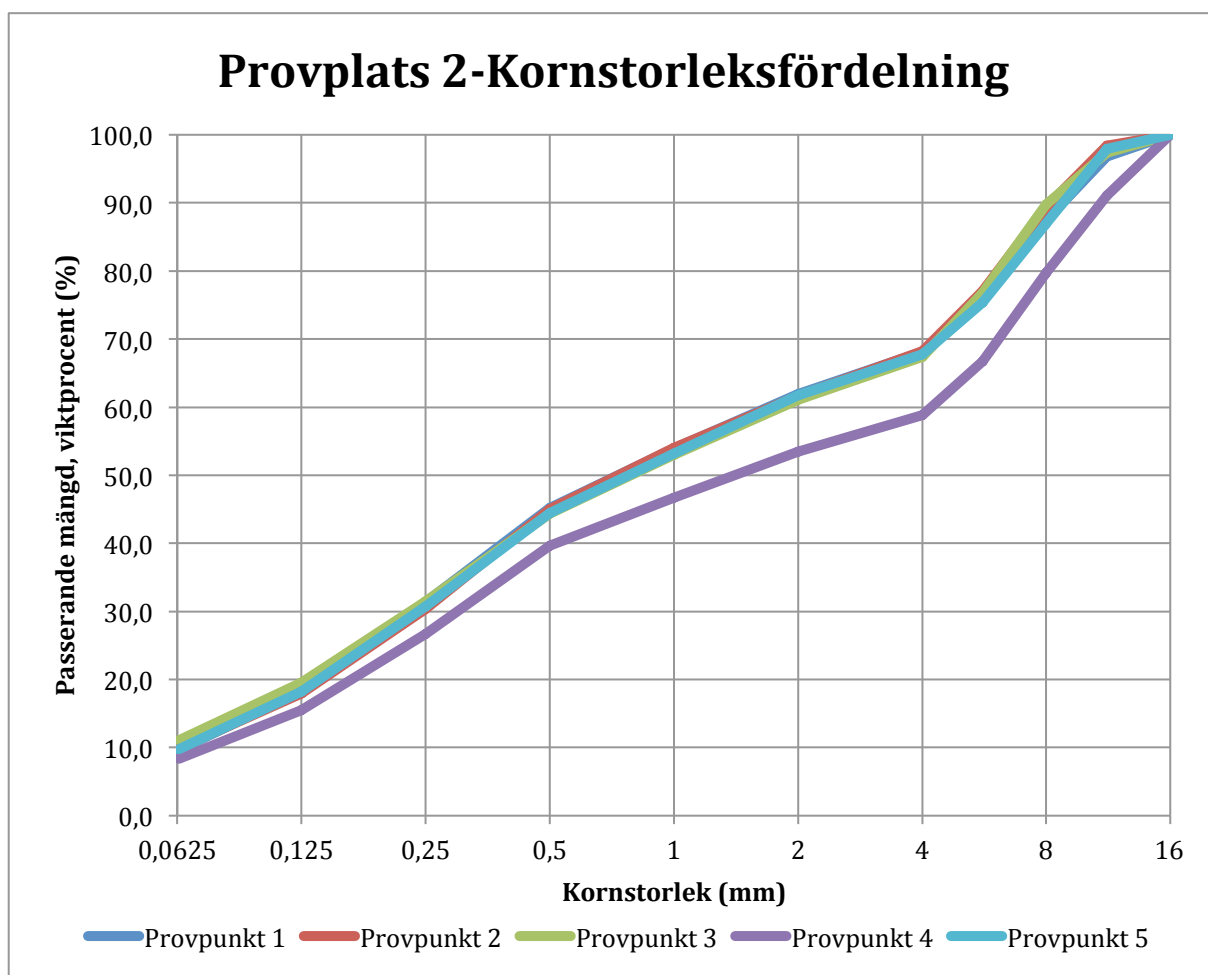
**Total vikt
(kg):** 2,0116

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,1788	0,1788	8,9	100,0
11,2	0,2298	0,2298	11,4	91,1
8	0,2600	0,2600	12,9	79,7
5,6	0,1600	0,1600	8,0	66,8
4	0,1066	0,1066	5,3	58,8
2	0,1369	0,1369	6,8	53,5
1	0,1411	0,1411	7,0	46,7
0,5	0,2609	0,2609	13,0	39,7
0,25	0,2268	0,2268	11,3	26,7
0,125	0,1425	0,1425	7,1	15,4
0,063	0,0904	0,0904	4,5	8,4
0	0,0778	0,0778	3,9	3,9
Summa	2,0116	2,0116	100	

Provpunkt 5

Total vikt (kg) 2,4579

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0500	0,0500	2,0	100,0
11,2	0,2722	0,2722	11,1	98,0
8	0,2839	0,2839	11,6	86,9
5,6	0,1871	0,1871	7,6	75,3
4	0,1475	0,1475	6,0	67,7
2	0,2089	0,2089	8,5	61,7
1	0,2149	0,2149	8,7	53,2
0,5	0,3381	0,3381	13,8	44,5
0,25	0,3077	0,3077	12,5	30,7
0,125	0,2074	0,2074	8,4	18,2
0,063	0,1334	0,1334	5,4	9,8
0	0,1001	0,1068	4,3	4,3
Summa	2,4512	2,4579	100	



Provplats 3:

Provpunkt 1

**Total vikt
(kg):** 2,5950

Siktnivå (mm)	Vikt (g) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0726	0,0726	2,8	100,0
11,2	0,1856	0,1856	7,2	97,2
8	0,2445	0,2445	9,4	90,1
5,6	0,2080	0,2080	8,0	80,6
4	0,1378	0,1378	5,3	72,6
2	0,2152	0,2152	8,3	67,3
1	0,2702	0,2702	10,4	59,0
0,5	0,4045	0,4045	15,6	48,6
0,25	0,3778	0,3778	14,6	33,0
0,125	0,2389	0,2389	9,2	18,5
0,063	0,1326	0,1326	5,1	9,2
0	0,0992	0,1073	4,1	4,1
Summa	2,5869	2,5950	100	

Provpunkt 2

**Total vikt
(kg):** 2,5335

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0384	0,0384	1,5	100,0
11,2	0,2189	0,2189	8,6	98,5
8	0,2409	0,2409	9,5	89,8
5,6	0,1837	0,1837	7,3	80,3
4	0,1387	0,1387	5,5	73,1
2	0,1873	0,1873	7,4	67,6
1	0,2346	0,2346	9,3	60,2
0,5	0,4089	0,4089	16,1	51,0
0,25	0,3874	0,3874	15,3	34,8
0,125	0,2443	0,2443	9,6	19,5
0,063	0,1431	0,1431	5,6	9,9
0	0,0976	0,1073	4,2	4,2
Summa	2,5238	2,5335	100	

Provpunkt 3

**Total vikt
(kg):** 2,8468

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0986	0,0986	3,5	100,0
11,2	0,1993	0,1993	7,0	96,5
8	0,2571	0,2571	9,0	89,5
5,6	0,1940	0,1940	6,8	80,5
4	0,1535	0,1535	5,4	73,7
2	0,2117	0,2117	7,4	68,3
1	0,2529	0,2529	8,9	60,9
0,5	0,4475	0,4475	15,7	52,0
0,25	0,4489	0,4489	15,8	36,3
0,125	0,2982	0,2982	10,5	20,5
0,063	0,1598	0,1598	5,6	10,0
0	0,1179	0,1253	4,4	4,4
Summa	2,8394	2,8468	100	

Provpunkt 4

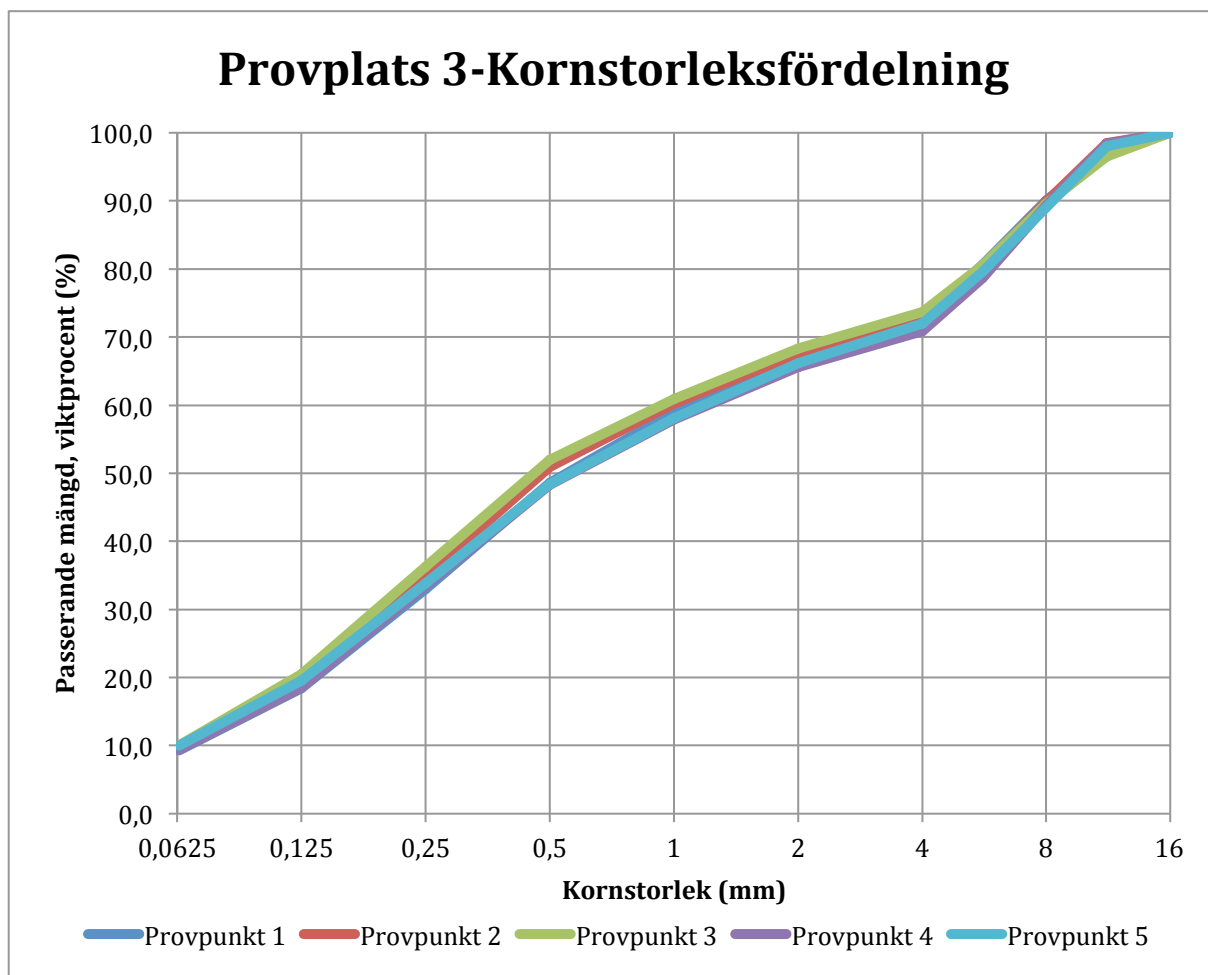
**Total vikt
(kg):** 3,1031

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0510	0,0510	1,6	100,0
11,2	0,2811	0,2811	9,1	98,4
8	0,3289	0,3289	10,6	89,3
5,6	0,2419	0,2419	7,8	78,7
4	0,1655	0,1655	5,3	70,9
2	0,2384	0,2384	7,7	65,6
1	0,2964	0,2964	9,6	57,9
0,5	0,4627	0,4627	14,9	48,3
0,25	0,4617	0,4617	14,9	33,4
0,125	0,2836	0,2836	9,1	18,5
0,063	0,1566	0,1566	5,0	9,4
0	0,1251	0,1353	4,4	4,4
Summa	3,0929	3,1031	100	

Provpunkt 5

Total vikt
(kg) 2,8208

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0569	0,0569	2,0	100,0
11,2	0,2537	0,2537	9,0	98,0
8	0,2657	0,2657	9,4	89,0
5,6	0,2140	0,2140	7,6	79,6
4	0,1631	0,1631	5,8	72,0
2	0,2288	0,2288	8,1	66,2
1	0,2724	0,2724	9,7	58,1
0,5	0,4124	0,4124	14,6	48,4
0,25	0,4038	0,4038	14,3	33,8
0,125	0,2683	0,2683	9,5	19,5
0,063	0,1553	0,1553	5,5	10,0
0	0,1212	0,1264	4,5	4,5
Summa	2,8156	2,8208	100	



Provplats 4:

Provpunkt 1

**Total vikt
(kg):** 2,6006

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0719	0,0719	2,8	100,0
11,2	0,2180	0,2180	8,4	97,2
8	0,2550	0,2550	9,8	88,9
5,6	0,2244	0,2244	8,6	79,0
4	0,1650	0,1650	6,3	70,4
2	0,2278	0,2278	8,8	64,1
1	0,2863	0,2863	11,0	55,3
0,5	0,3476	0,3476	13,4	44,3
0,25	0,3051	0,3051	11,7	30,9
0,125	0,2192	0,2192	8,4	19,2
0,063	0,1518	0,1518	5,8	10,8
0	0,1128	0,1285	4,9	4,9
Summa	2,5849	2,6006	100	

Provpunkt 2

**Total vikt
(kg):** 2,2697

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0543	0,0543	2,4	100,0
11,2	0,2572	0,2572	11,3	97,6
8	0,2764	0,2764	12,2	86,3
5,6	0,1908	0,1908	8,4	74,1
4	0,1436	0,1436	6,3	65,7
2	0,2080	0,2080	9,2	59,4
1	0,2268	0,2268	10,0	50,2
0,5	0,2800	0,2800	12,3	40,2
0,25	0,2613	0,2613	11,5	27,9
0,125	0,1653	0,1653	7,3	16,4
0,063	0,1167	0,1167	5,1	9,1
0	0,0834	0,0893	3,9	3,9
Summa	2,2638	2,2697	100	

Provpunkt 3

**Total vikt
(kg):** 2,2591

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0379	0,0379	1,7	100,0
11,2	0,2869	0,2869	12,7	98,3
8	0,2795	0,2795	12,4	85,6
5,6	0,1985	0,1985	8,8	73,3
4	0,1340	0,1340	5,9	64,5
2	0,1783	0,1783	7,9	58,5
1	0,2403	0,2403	10,6	50,6
0,5	0,3096	0,3096	13,7	40,0
0,25	0,2641	0,2641	11,7	26,3
0,125	0,1531	0,1531	6,8	14,6
0,063	0,0989	0,0989	4,4	7,8
0	0,0730	0,0780	3,5	3,5
Summa	2,2541	2,2591	100	

Provpunkt 4

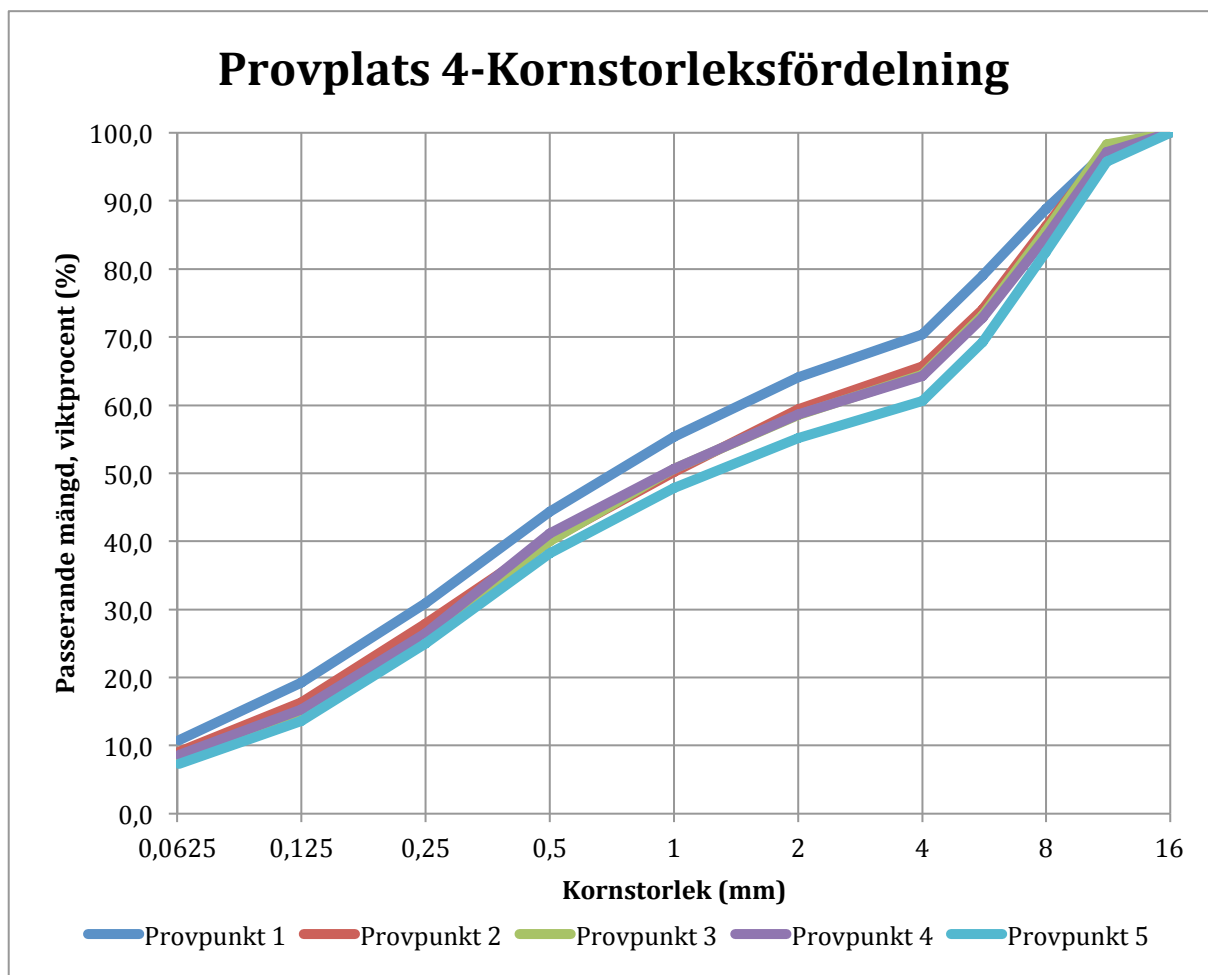
**Total vikt
(kg):** 2,2132

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0632	0,0632	2,9	100,0
11,2	0,2762	0,2762	12,5	97,1
8	0,2625	0,2625	11,9	84,7
5,6	0,1893	0,1893	8,6	72,8
4	0,1237	0,1237	5,6	64,3
2	0,1774	0,1774	8,0	58,7
1	0,2094	0,2094	9,5	50,6
0,5	0,3247	0,3247	14,7	41,2
0,25	0,2482	0,2482	11,2	26,5
0,125	0,1479	0,1479	6,7	15,3
0,063	0,1007	0,1007	4,5	8,6
0	0,0826	0,0900	4,1	4,1
Summa	2,2058	2,2132	100	

Provpunkt 5

Total vikt
(kg) 2,2504

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0951	0,0951	4,2	100,0
11,2	0,2983	0,2983	13,3	95,8
8	0,2974	0,2974	13,2	82,5
5,6	0,1958	0,1958	8,7	69,3
4	0,1235	0,1235	5,5	60,6
2	0,1638	0,1638	7,3	55,1
1	0,2151	0,2151	9,6	47,8
0,5	0,2999	0,2999	13,3	38,3
0,25	0,2554	0,2554	11,3	25,0
0,125	0,1420	0,1420	6,3	13,6
0,063	0,0932	0,0932	4,1	7,3
0	0,0673	0,0709	3,2	3,2
Summa	2,2468	2,2504	100	



Färdigätgärdad väg:

Provplats 1:

Provpunkt 1

Total vikt
(kg): 2,3551

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0535	0,0535	2,3	100,0
11,2	0,3548	0,3548	15,1	97,7
8	0,4072	0,4072	17,3	82,7
5,6	0,2177	0,2177	9,2	65,4
4	0,1372	0,1372	5,8	56,1
2	0,1860	0,1860	7,9	50,3
1	0,1679	0,1679	7,1	42,4
0,5	0,1982	0,1982	8,4	35,3
0,25	0,1982	0,1982	8,4	26,9
0,125	0,1787	0,1787	7,6	18,4
0,063	0,1369	0,1369	5,8	10,9
0	0,1164	0,1188	5,0	5,0
Summa	2,3527	2,3551	100	

Provpunkt 2

Total vikt
(kg): 2,0405

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,1354	0,1354	6,6	100,0
11,2	0,3909	0,3909	19,2	93,4
8	0,3195	0,3195	15,7	74,2
5,6	0,1574	0,1574	7,7	58,5
4	0,1014	0,1014	5,0	50,8
2	0,1339	0,1339	6,6	45,9
1	0,1187	0,1187	5,8	39,3
0,5	0,1481	0,1481	7,3	33,5
0,25	0,1652	0,1652	8,1	26,2
0,125	0,1491	0,1491	7,3	18,1
0,063	0,1203	0,1203	5,9	10,8
0	0,0964	0,1006	4,9	4,9
Summa	2,0363	2,0405	100	

Provpunkt 3

**Total vikt
(kg):** 1,7150

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,1053	0,1053	6,1	100,0
11,2	0,3272	0,3272	19,1	93,9
8	0,2558	0,2558	14,9	74,8
5,6	0,1547	0,1547	9,0	59,9
4	0,0862	0,0862	5,0	50,8
2	0,1113	0,1113	6,5	45,8
1	0,0991	0,0991	5,8	39,3
0,5	0,1245	0,1245	7,3	33,6
0,25	0,1441	0,1441	8,4	26,3
0,125	0,1254	0,1254	7,3	17,9
0,063	0,1011	0,1011	5,9	10,6
0	0,0796	0,0803	4,7	4,7
Summa	1,7143	1,7150	100	

Provpunkt 4

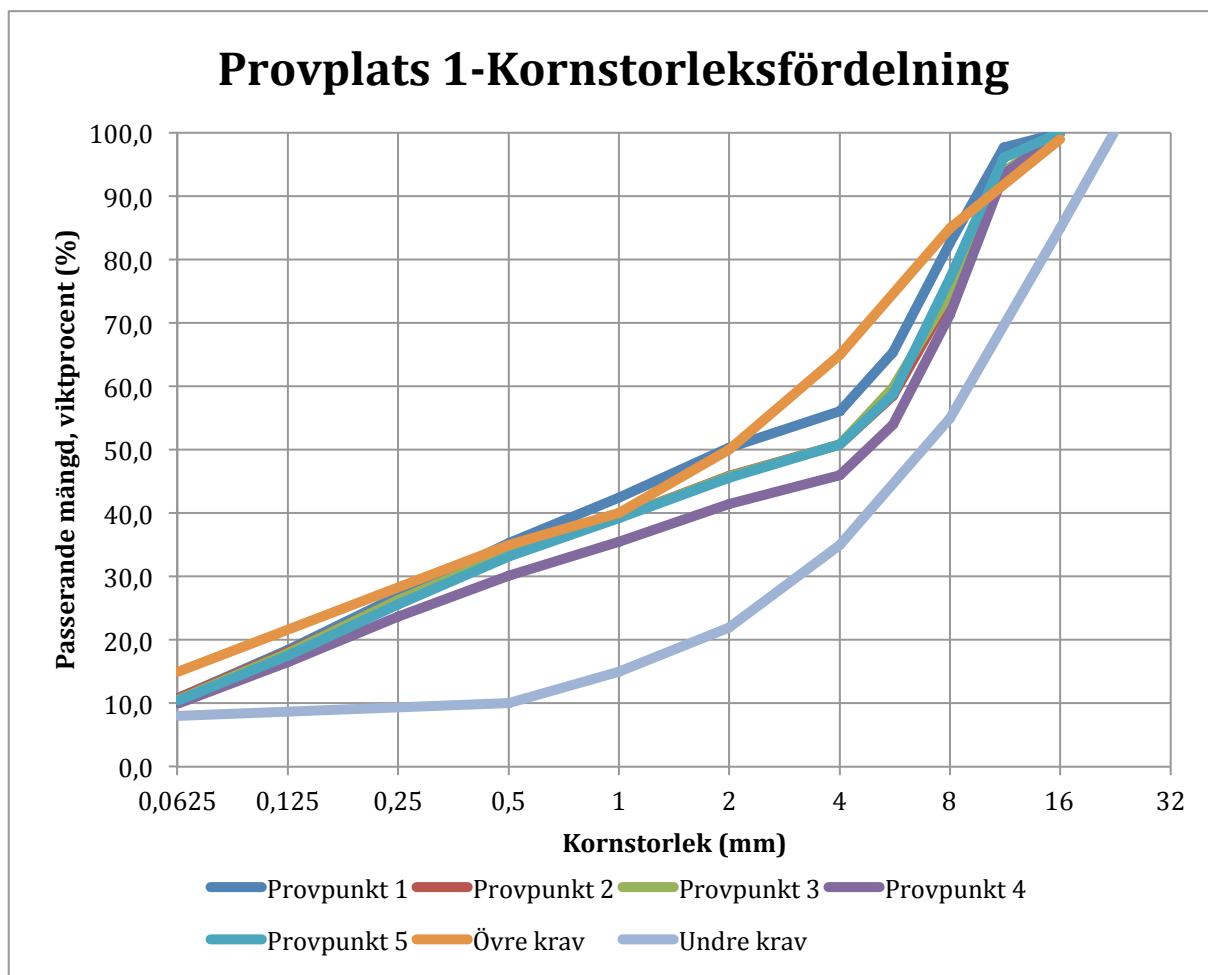
**Total vikt
(kg):** 2,3309

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,1533	0,1533	6,6	100,0
11,2	0,5155	0,5155	22,1	93,4
8	0,4050	0,4050	17,4	71,3
5,6	0,1850	0,1850	7,9	53,9
4	0,1069	0,1069	4,6	46,0
2	0,1392	0,1392	6,0	41,4
1	0,1247	0,1247	5,3	35,4
0,5	0,1507	0,1507	6,5	30,1
0,25	0,1670	0,1670	7,2	23,6
0,125	0,1510	0,1510	6,5	16,5
0,063	0,1233	0,1233	5,3	10,0
0	0,1035	0,1093	4,7	4,7
Summa	2,3251	2,3309	100	

Provpunkt 5

Total vikt (kg) 2,1891

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0867	0,0867	4,0	100,0
11,2	0,4148	0,4148	18,9	96,0
8	0,4019	0,4019	18,4	77,1
5,6	0,1736	0,1736	7,9	58,7
4	0,1135	0,1135	5,2	50,8
2	0,1401	0,1401	6,4	45,6
1	0,1319	0,1319	6,0	39,2
0,5	0,1653	0,1653	7,6	33,2
0,25	0,1783	0,1783	8,1	25,6
0,125	0,1553	0,1553	7,1	17,5
0,063	0,1242	0,1242	5,7	10,4
0	0,0983	0,1035	4,7	4,7
Summa	2,1839	2,1891	100	



Provplats 2:

Provpunkt 1

**Total vikt
(kg):** 2,0791

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,2361	0,2361	11,4	100,0
11,2	0,6034	0,6034	29,0	88,6
8	0,4293	0,4293	20,6	59,6
5,6	0,1207	0,1207	5,8	39,0
4	0,0661	0,0661	3,2	33,2
2	0,0837	0,0837	4,0	30,0
1	0,0761	0,0761	3,7	26,0
0,5	0,0893	0,0893	4,3	22,3
0,25	0,1139	0,1139	5,5	18,0
0,125	0,0987	0,0987	4,7	12,5
0,063	0,0866	0,0866	4,2	7,8
0	0,0747	0,0752	3,6	3,6
Summa	2,0786	2,0791	100	

Provpunkt 2

**Total vikt
(kg):** 1,8138

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0792	0,0792	4,4	100,0
11,2	0,4243	0,4243	23,4	95,6
8	0,3376	0,3376	18,6	72,2
5,6	0,1447	0,1447	8,0	53,6
4	0,0993	0,0993	5,5	45,7
2	0,1174	0,1174	6,5	40,2
1	0,0976	0,0976	5,4	33,7
0,5	0,1083	0,1083	6,0	28,3
0,25	0,1266	0,1266	7,0	22,4
0,125	0,1086	0,1086	6,0	15,4
0,063	0,0941	0,0941	5,2	9,4
0	0,0745	0,0761	4,2	4,2
Summa	1,8122	1,8138	100	

Provpunkt 3

**Total vikt
(kg):** 1,8865

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,1486	0,1486	7,9	100,0
11,2	0,5079	0,5079	26,9	92,1
8	0,3692	0,3692	19,6	65,2
5,6	0,1320	0,1320	7,0	45,6
4	0,0784	0,0784	4,2	38,6
2	0,0949	0,0949	5,0	34,5
1	0,0796	0,0796	4,2	29,4
0,5	0,0930	0,0930	4,9	25,2
0,25	0,1174	0,1174	6,2	20,3
0,125	0,1019	0,1019	5,4	14,1
0,063	0,0893	0,0893	4,7	8,7
0	0,0734	0,0743	3,9	3,9
Summa	1,8856	1,8865	100	

Provpunkt 4

**Total vikt
(kg):** 1,8032

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,1031	0,1031	5,7	100,0
11,2	0,4124	0,4124	22,9	94,3
8	0,3630	0,3630	20,1	71,4
5,6	0,1514	0,1514	8,4	51,3
4	0,0926	0,0926	5,1	42,9
2	0,1089	0,1089	6,0	37,7
1	0,0938	0,0938	5,2	31,7
0,5	0,1001	0,1001	5,6	26,5
0,25	0,1164	0,1164	6,5	21,0
0,125	0,0989	0,0989	5,5	14,5
0,063	0,0873	0,0873	4,8	9,0
0	0,0736	0,0753	4,2	4,2
Summa	1,8015	1,8032	100	

Provplats 3:

Provpunkt 1

**Total vikt
(kg):** 2,2834

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0569	0,0569	2,5	100,0
11,2	0,2006	0,2006	8,8	97,5
8	0,2716	0,2716	11,9	88,7
5,6	0,2306	0,2306	10,1	76,8
4	0,1576	0,1576	6,9	66,7
2	0,2165	0,2165	9,5	59,8
1	0,1988	0,1988	8,7	50,3
0,5	0,2248	0,2248	9,8	41,6
0,25	0,2467	0,2467	10,8	31,8
0,125	0,2080	0,2080	9,1	21,0
0,063	0,1530	0,1530	6,7	11,9
0	0,1157	0,1183	5,2	5,2
Summa	2,2808	2,2834	100	

Provpunkt 2

**Total vikt
(kg):** 2,6440

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0573	0,0573	2,2	100,0
11,2	0,2656	0,2656	10,0	97,8
8	0,3293	0,3293	12,5	87,8
5,6	0,2448	0,2448	9,3	75,3
4	0,1717	0,1717	6,5	66,1
2	0,2622	0,2622	9,9	59,6
1	0,2438	0,2438	9,2	49,7
0,5	0,2631	0,2631	10,0	40,4
0,25	0,2768	0,2768	10,5	30,5
0,125	0,2350	0,2350	8,9	20,0
0,063	0,1638	0,1638	6,2	11,1
0	0,1254	0,1306	4,9	4,9
Summa	2,6388	2,6440	100	

Provpunkt 3

**Total vikt
(kg):** 2,5725

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0208	0,0208	0,8	100,0
11,2	0,2589	0,2589	10,1	99,2
8	0,3289	0,3289	12,8	89,1
5,6	0,2306	0,2306	9,0	76,3
4	0,1808	0,1808	7,0	67,4
2	0,2484	0,2484	9,7	60,3
1	0,2252	0,2252	8,8	50,7
0,5	0,2539	0,2539	9,9	41,9
0,25	0,2788	0,2788	10,8	32,1
0,125	0,2378	0,2378	9,2	21,2
0,063	0,1683	0,1683	6,5	12,0
0	0,1362	0,1401	5,4	5,4
Summa	2,5686	2,5725	100	

Provpunkt 4

**Total vikt
(kg):** 2,2257

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0500	0,0500	2,2	100,0
11,2	0,2135	0,2135	9,6	97,8
8	0,3434	0,3434	15,4	88,2
5,6	0,2260	0,2260	10,2	72,7
4	0,1856	0,1856	8,3	62,6
2	0,2369	0,2369	10,6	54,2
1	0,1890	0,1890	8,5	43,6
0,5	0,1803	0,1803	8,1	35,1
0,25	0,1955	0,1955	8,8	27,0
0,125	0,1657	0,1657	7,4	18,2
0,063	0,1325	0,1325	6,0	10,8
0	0,1058	0,1073	4,8	4,8
Summa	2,2242	2,2257	100	

Provplats 4:

Provpunkt 1

**Total vikt
(kg):** 1,8108

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0146	0,0146	0,8	100,0
11,2	0,2152	0,2152	11,9	99,2
8	0,2726	0,2726	15,1	87,3
5,6	0,2194	0,2194	12,1	72,3
4	0,1761	0,1761	9,7	60,1
2	0,2192	0,2192	12,1	50,4
1	0,1627	0,1627	9,0	38,3
0,5	0,1312	0,1312	7,2	29,3
0,25	0,1325	0,1325	7,3	22,1
0,125	0,0979	0,0979	5,4	14,8
0,063	0,0878	0,0878	4,8	9,4
0	0,0770	0,0816	4,5	4,5
Summa	1,8062	1,8108	100	

Provpunkt 2

**Total vikt
(kg):** 2,3060

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0389	0,0389	1,7	100,0
11,2	0,2456	0,2456	10,7	98,3
8	0,3272	0,3272	14,2	87,7
5,6	0,2492	0,2492	10,8	73,5
4	0,1776	0,1776	7,7	62,7
2	0,2410	0,2410	10,5	55,0
1	0,2239	0,2239	9,7	44,5
0,5	0,2133	0,2133	9,2	34,8
0,25	0,2100	0,2100	9,1	25,6
0,125	0,1516	0,1516	6,6	16,4
0,063	0,1209	0,1209	5,2	9,9
0	0,1005	0,1068	4,6	4,6
Summa	2,2997	2,3060	100	

Provpunkt 3

**Total vikt
(kg):** 2,2973

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0257	0,0257	1,1	100,0
11,2	0,2760	0,2760	12,0	98,9
8	0,2972	0,2972	12,9	86,9
5,6	0,2401	0,2401	10,5	73,9
4	0,2023	0,2023	8,8	63,5
2	0,3020	0,3020	13,1	54,7
1	0,2422	0,2422	10,5	41,5
0,5	0,1898	0,1898	8,3	31,0
0,25	0,1804	0,1804	7,9	22,7
0,125	0,1331	0,1331	5,8	14,9
0,063	0,1129	0,1129	4,9	9,1
0	0,0926	0,0956	4,2	4,2
Summa	2,2943	2,2973	100	

Provpunkt 4

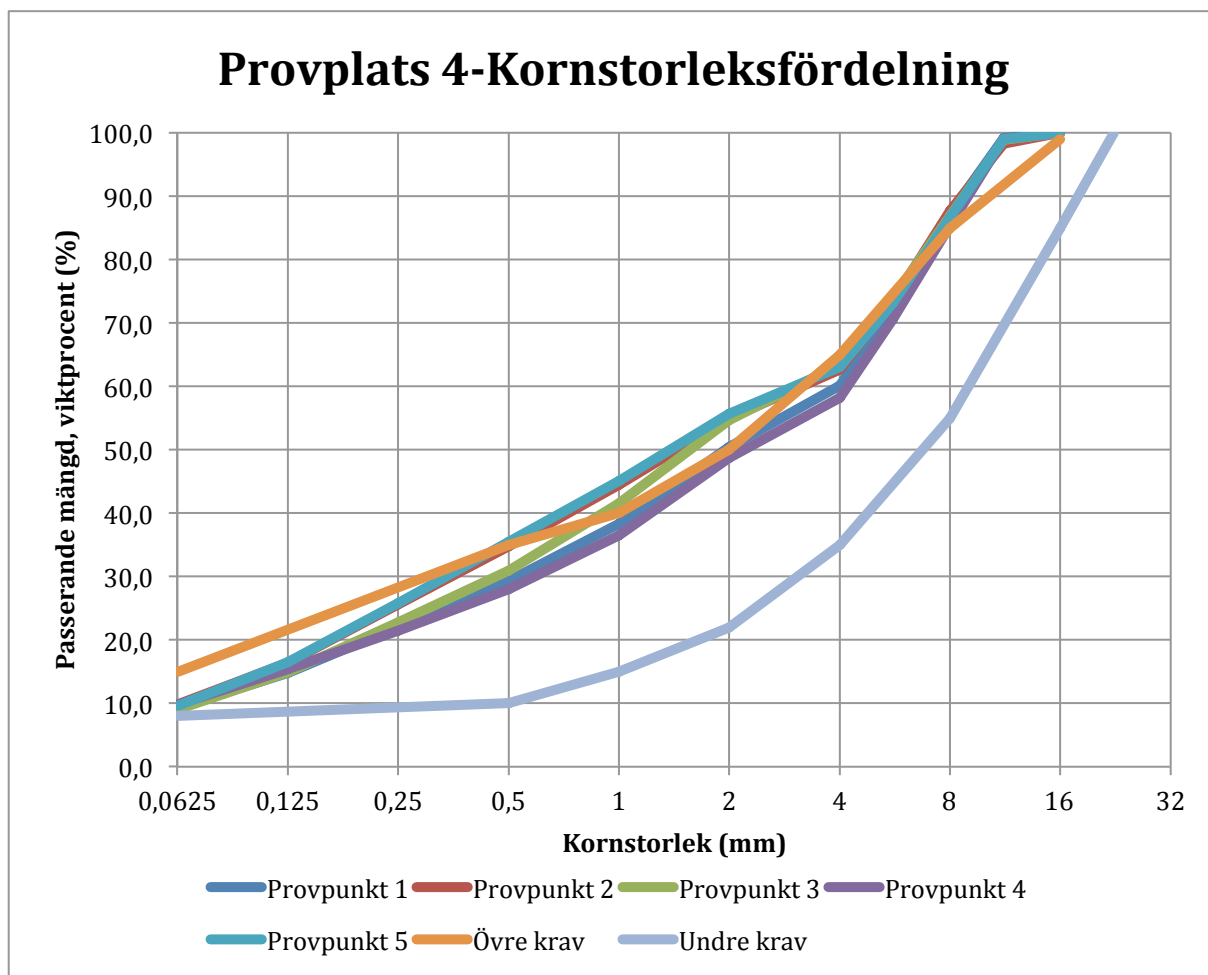
**Total vikt
(kg):** 2,5484

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0230	0,0230	0,9	100,0
11,2	0,3494	0,3494	13,7	99,1
8	0,3751	0,3751	14,7	85,4
5,6	0,3170	0,3170	12,4	70,7
4	0,2425	0,2425	9,5	58,2
2	0,3114	0,3114	12,2	48,7
1	0,2154	0,2154	8,5	36,5
0,5	0,1669	0,1669	6,5	28,0
0,25	0,1546	0,1546	6,1	21,5
0,125	0,1435	0,1435	5,6	15,4
0,063	0,1200	0,1200	4,7	9,8
0	0,1279	0,1296	5,1	5,1
Summa	2,5467	2,5484	100	

Provpunkt 5

Total vikt (kg) 2,3334

Siktnivå (mm)	Vikt (kg) (Siktat material)	Vikt efter justering (kg)	Viktprocent (%)	Passerande mängd, viktprocent (%)
16	0,0231	0,0231	1,0	100,0
11,2	0,2887	0,2887	12,4	99,0
8	0,3160	0,3160	13,5	86,6
5,6	0,2336	0,2336	10,0	73,1
4	0,1736	0,1736	7,4	63,1
2	0,2455	0,2455	10,5	55,6
1	0,2249	0,2249	9,6	45,1
0,5	0,2263	0,2263	9,7	35,5
0,25	0,2163	0,2163	9,3	25,8
0,125	0,1607	0,1607	6,9	16,5
0,063	0,1214	0,1214	5,2	9,6
0	0,0988	0,1033	4,4	4,4
Summa	2,3289	2,3334	100	



Medelvärden:

Nedan redovisas de medelvärden av passerad mängd, viktprocent, som ligger till grund för de diagram som redovisas i rapporten. Medelvärdena är beräknade utifrån de fem mätpunkterna för varje provplats och för varje provtillfälle.

Provplats 1

Siktnivå (mm)	Befintlig väg	Efter grusåtervinning	Färdigåtgärdad väg
16	100,0	100,0	100,0
11,2	98,5	99,0	94,9
8	88,3	89,5	76,0
5,6	69,4	77,2	59,3
4	56,8	68,1	50,9
2	48,3	61,5	45,8
1	37,9	52,6	39,1
0,5	30,6	43,6	33,1
0,25	23,8	29,9	25,7
0,125	16,9	17,9	17,7
0,063	10,6	9,8	10,5
0	5,4	4,5	4,8

Provplats 2

Siktnivå (mm)	Befintlig väg	Efter grusåtervinning	Färdigåtgärdad väg
16	100,0	100,0	100,0
11,2	99,0	96,3	92,4
8	91,8	86,6	65,8
5,6	78,2	74,5	45,8
4	67,2	66,0	38,7
2	57,9	60,0	34,4
1	44,5	52,2	29,3
0,5	34,6	43,8	24,9
0,25	26,2	30,1	19,9
0,125	18,5	17,9	13,8
0,063	11,7	9,8	8,5
0	5,9	4,4	3,9

Provplats 3

Siktnivå (mm)	Befintlig väg	Efter grusåtervinning	Färdigåtgärdad väg
16	100,0	100,0	100,0
11,2	97,8	97,7	98,2
8	86,3	89,5	88,6
5,6	70,4	79,9	75,5
4	60,8	72,5	65,5
2	53,7	67,0	58,0
1	43,8	59,2	47,9
0,5	35,0	49,7	39,1
0,25	25,6	34,3	29,8
0,125	16,4	19,3	19,7
0,063	9,1	9,7	11,3
0	4,4	4,3	5,0

Provplats 4

Siktnivå (mm)	Befintlig väg	Efter grusåtervinning	Färdigåtgärdad väg
16	100,0	100,0	100,0
11,2	98,9	97,2	98,9
8	92,5	85,6	86,8
5,6	79,2	73,7	72,7
4	67,0	65,1	61,5
2	58,1	59,2	52,9
1	45,9	50,9	41,2
0,5	36,5	40,8	31,7
0,25	27,7	27,3	23,5
0,125	19,2	15,8	15,6
0,063	11,8	8,7	9,6
0	6,1	3,9	4,6

Bilaga 5- Organisk halt

Av tabellerna på kommande sidor framgår slitlagrets organiska halt i form av glödgningsförlust vid de olika provplatserna. Den organiska halten har bestämts på befintlig väg, efter grusåtervinning och på färdigåtgärdad väg.

Förklaring till tabeller:

Lerhalten har kontrollerats på utvalda prover. Eftersom skillnaden i lerhalt är marginell mellan de olika proverna har inte alla prover kontrollerats.

Övrigt:

Mätorsäkerhet:

- Glödgningsförlust: $\pm 10 \%$
- Lerhalt: $\pm 20 \%$

Befintlig väg:

Provplats 1

Provpunkt	Lerhalt (%)	Glödgningsförlust (%)
1	2	1,30
2		1,20
3		1,80
4		1,60
5		1,50
Medelvärde		1,48

Provplats 2

Provpunkt	Lerhalt (%)	Glödgningsförlust (%)
1		1,60
2		1,30
3		1,40
4		0,92
5		0,69
Medelvärde		1,18

Provplats 3

Provpunkt	Lerhalt (%)	Glödgningsförlust (%)
1	3	1,30
2	3	1,40
3	3	1,30
4	2	1,30
5	2	1,40
Medelvärde		1,34

Provplats 4

Provpunkt	Lerhalt (%)	Glödgningsförlust (%)
1	2	0,800
2	2	0,800
3	2	0,620
4	2	0,760
5	2	0,730
Medelvärde		0,742

Efter grusåtervinning:

Provplats 1

Provpunkt	Lerhalt (%)	Glödgningsförlust (%)
1	< 2	1,60
2		2,00
3		1,90
4		1,10
5		1,30
Medelvärde		1,58

Provplats 2

Provpunkt	Lerhalt (%)	Glödgningsförlust (%)
1		1,80
2		1,70
3		1,60
4		1,40
5		1,70
Medelvärde		1,64

Provplats 3

Provpunkt	Lerhalt (%)	Glödgningsförlust (%)
1		1,20
2		1,30
3		1,30
4		1,10
5		1,30
Medelvärde		1,24

Provplats 4

Provpunkt	Lerhalt (%)	Glödgningsförlust (%)
1	3	1,20
2	3	1,30
3	3	1,30
4	3	1,20
5	3	1,40
Medelvärde		1,28

Färdigåtgärdad väg:

Provplats 1

Provpunkt	Lerhalt (%)	Glödgningsförlust (%)
1	3	1,90
2		1,80
3		1,90
4		2,20
5		1,90
Medelvärde		1,94

Provplats 2

Provpunkt	Lerhalt (%)	Glödgningsförlust (%)
1		1,60
2		1,50
3		1,70
4		1,40
5		1,60
Medelvärde		1,56

Provplats 3

Provpunkt	Lerhalt (%)	Glödgningsförlust (%)
1	3	1,50
2	3	1,30
3	3	1,00
4	3	1,10
5	3	1,30
Medelvärde		1,24

Provplats 4

Provpunkt	Lerhalt (%)	Glödgningsförlust (%)
1	3	1,00
2	3	1,20
3	3	0,94
4	3	1,10
5	3	1,30
Medelvärde		1,11