

Cykelvägar anlagda på befintlig jord

- En utredande studie om hur en cykelväg anlagd på befintlig jord står sig mot en cykelväg anlagd på nytt material
- Studien baseras på komfortmätningar, bärighetsmätningar, ekonomiska beräkningar, laborietester och intervjuer

Gustaf Holmström

Anton Nordvall

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



Copyright © Gustaf Holmström, Anton Nordvall

LTH, Institutionen för Teknik och samhälle
CODEN: LUTVDG/(TVTT-5308)/1-163/2020
ISSN 1653-1922

Tryckt i Sverige av Media-Tryck, Lunds universitet
Lund 2020

Abstract

Examensarbete

Thesis / Lunds Tekniska Högskola,
Institutionen för Teknik och samhälle,
Trafik och väg, 341

CODEN: LUTVDG/(TVTT-5308)/1-
163/2020

ISSN 1653-1922

Authors: Gustaf Holmström, Anton Nordvall
Title: Cykelvägar anlagda på befintlig jord
English title: Bike paths constructed on existing soil
Language: Svenska
Year: 2020
Keywords: Cykelväg; Organisk halt; Humusjord; Jämnhet; Bärighet
Citation: Anton Nordvall, Gustaf Holmström, *Cykelvägar anlagda på befintlig jord*. Lund, Lunds universitet, LTH, Institutionen för Teknik och samhälle. Trafik och väg 2020. Thesis. 341

This report constitutes a master thesis at Lund University. The aim of the study is to investigate a requirement in the Swedish reference book *AMA Anläggning*. The requirement says that the organic content in the earth foundation cannot exceed the level of 2 weight% of filling material. Both for bike paths as well as regular roads. In this thesis, this requirement is investigated by several entry angles. Aspects as cycling comfort, bearing capacity, production management and economy were evaluated. The aspects were investigated on the basis of several methods of measuring, amongst an own quality assessment, a laser evenness measurement, a light- and heavy drop weight measurement, several interviews and an established design. With the aspects described above, five bike paths were investigated around south Sweden. Two of the bike paths were constructed with a higher level of organic content than 2 weight% and three were constructed strictly according to AMA. All of the evaluated bike paths has been constructed in recent years, which also had an impact on their degradation level. According to the measurements, with respect to the comfort quality and a higher level of organic content, no relation could be found. The results of the light drop weight measurement indicated that the water content in the soil is of considerable importance, also that the packing of the soil is crucial. The results of the heavy drop weight measurement were evaluated in several ways. The result demonstrates that there is a slight difference between the two construction methods according to surface module, earth foundation module, load capacity classification and maximum permissible load. But most important, all of the bike paths can carry a load of at least 8 tons. The financial calculation displayed that a bike paths that exceeds the requirement in AMA can be constructed will be a lot cheaper than a bike path that follows AMA's requirement. The interviews point out that there should not be any trouble to circumvent the requirement in a construction management point of view.

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

Innehåll

Förord	I
Sammanfattning	III
Summary	VI
1. Inledning	2
1.1. Bakgrund	2
1.2. Syfte	2
1.3. Frågeställningar	3
1.4. Metodik	3
1.4.1. Litteraturstudie	3
1.4.2. Fältstudie	3
1.4.3. Jämnhetsmätning	4
1.4.4. Bärighetsmätning	4
1.4.5. Laborrietester	4
1.4.6. Intervjuer	4
1.4.7. Dimensionering och ekonomisk kalkyl	5
1.5. Avgränsningar	5
1.6. Rapportdisposition	5
2. Litteraturstudie	8
2.1. Styrande dokumentation	8
2.1.1. Garantitider och Ansvarstider	9
2.1.2. Besiktningar	9
2.2. Vägar	10
2.3. Cykelvägar	12
2.3.1. Dimensionering av cykelvägar	12
2.3.2. Sommarcykelvägar	14
2.3.3. Cykelkomfort	15
2.4. Jordar och dess egenskaper	16
2.4.1. AMA Anläggning och organiskt material	18

2.4.2.	Mineraljordar	19
2.4.3.	Jord med högre organiskt innehåll	21
2.4.4.	Samband mellan elasticitetsmodul och organisk halt	22
3.	Fallstudie	24
3.1.	Cykelväg Arrie – Käglinge	24
3.2.	Cykelväg Hedeskoga – Sövestad	26
3.3.	Cykelväg Kivik – Ravlunda	27
3.4.	Cykelväg Bäckaskog – Gualöv	30
3.5.	Cykelväg Förslöv – Fogdarp	30
3.6.	Sammanvägning	31
4.	Fältstudie	32
4.1.	Utförandet	32
4.2.	Resultat	32
4.3.	Analys och diskussion	35
5.	Jämnhetsmätning	38
5.1.	Utförandet	38
5.2.	Resultat	39
5.3.	Analys och diskussion	43
5.3.1.	Arrie – Käglinge	43
5.3.2.	Hedeskoga – Sövestad	43
5.3.3.	Kivik – Ravlunda	43
5.3.4.	Bäckaskog – Gualöv	44
5.3.5.	Förslöv – Fogdarp	44
5.3.6.	Felkällor	44
6.	Korrelationsberäkning	46
6.1.	Resultat	46
6.2.	Analys och diskussion	48
7.	Tung fallviktsmätning	50
7.1.	Utförandet	50
7.2.	Resultat	53
7.3.	Analys och diskussion	56
8.	Lätt fallvikt	58
8.1.	Utförandet	58

8.2.	Resultat	58
8.3.	Analys och diskussion	61
9.	Bestämning av jordens egenskaper	62
9.1.	Glödgningsförlustmetoden enligt Svensk Standard SS 02 71 05	62
9.2.	Utförandet	63
9.3.	Beräkning	63
9.4.	Resultat och analys	65
9.5.	Analys och diskussion	66
10.	Dimensionering	68
10.1.	Bakgrund och syfte till dimensioneringen	68
10.2.	Dimensionering med bra terrassmaterial	69
10.3.	Dimensionering med mullhaltigt terrassmaterial	70
10.4.	Analys och diskussion	71
11.	Ekonomi	72
11.1	Kostnadsberäkning utifrån dimensionering	72
11.2.	Kostnader för cykelvägar generellt	73
12.	Intervjustudie	74
12.1.	Intervjuer med platschefer	74
12.1.1.	Vanliga problem som kan ankomma vid anläggandet av cykelvägar	74
12.1.2.	Organiska haltens påverkan på cykelvägarnas kvalitet	74
12.1.3.	Skillnad mellan utförande- respektive totalentreprenad	75
12.1.4.	Vilken kategori byggdes din cykelväg enligt?	75
12.1.5.	Vid högre halt än 2 vikt%, påverkas då cykelkomforten?	75
12.1.6.	Går produktionen till annorlunda vid högre halter organiskt material?	75
12.1.7.	Vilka är fördelarna med att bygga på befintliga massor?	76
12.1.8.	Vilken årstid är det bäst att anlägga en cykelväg?	76
12.1.9.	Garantitider då kraven i AMA kringgås	76
12.1.10.	Besiktningar då kraven i AMA kringgås	76
12.2.	Intervju med vägspecialist	76
13.	Sammanvägd diskussion	79
13.1.	Cykelkomfort	79
13.2.	Bärighet	80

13.3. Ekonomi och produktion	81
14. Slutsatser	83
14.1. Vidare studier	83
Litteratur	85
Bilagor	I
Bilaga 1 Resultat av skruvprovtagning samt glödningsförlust	II
Bilaga 2 Resultat av fältstudien, komfortbedömning	XIX
Bilaga 3 Resultatet av lasermätningen	XXV
Bilaga 4 Metod och material för lätt fallviktsmätning	XLI
Bilaga 5 Metod och material för laboration	XLII
Bilaga 6 Intervjufrågor	XLIV
Bilaga 7 Intervjuer	XLVI

Förord

Denna rapport har utarbetats och skrivits som ett avslutande examensarbete på Civilingenjörsprogrammet i Väg- och vattenbyggnad på Lunds Tekniska Högskola. Arbetet har skrivits på avdelningen Trafik och väg, med ett tätt samarbete med Trafikverket, Peab och Ramboll. Examensarbetets författare är Anton Nordvall och Gustaf Holmström.

Tack till

Ett stort tack vill vi rikta till Per Viktorsson, Sven Agardh, Fredrik Griwell och Jim Bengtsson som varit till stor hjälp med att driva arbetet framåt, utan er hade det varit svårt att färdigställa detta examensarbete. Vi vill även tacka Ola Aurell, Christian Glantz, Martin Wiström, Darvish Fattahi och Anders Dahlberg för kloka ord och värdefull expertis. Givetvis förtjänar även våra intervjupersoner uppskattning, Nicklas Hallgren, Martin Ekdahl, Ted Marthell och Klas Hermelin, ett stort tack till er.

Lund, januari 2020

Gustaf Holmström

Anton Nordvall



Sammanfattning

Det råder en ständig strävan mot att bygga infrastruktur på ett mer effektivt och lönsamt sätt, cykelvägar inte minst. För anläggningsprojekt som cykelvägar är de befintliga massorna i marken av väsentlig vikt. Detta då de är en stor faktor till den slutgiltiga kvaliteten på produkten.

Den organiska halten i undergrunden har länge varit en inte helt utredd företeelse. I *AMA Anläggning* finns det krav gällande denna halt. Kraven säger i stort att det inte får förekomma någon organisk halt över 2 % som fyllnadsmaterial, både vad gäller vanliga vägar och cykelvägar. För jord som används som inte är fyllnadsmaterial finns det i AMA inte några tydliga restriktioner angående den organiska halten. Syftet med detta examensarbete är att utreda om det på något tydligt sätt går att utforma tydligare krav när cykelvägar byggs med befintliga massor i terrassen. Aspekterna som utreddes är cykelkomfort, bärighet, produktion och ekonomi. Flertalet undersökningar utfördes för att utreda ovanstående aspekter.

Examensarbetet är knutet kring fem nyligen anlagda cykelvägar runt om i Skåne. Två av dessa (Kivik – Ravlunda och Hedeskoga – Sövestad) har anlagts med befintliga massor som undergrund oavsett organisk halt. De övriga (Bäckaskog – Gualöv, Förslöv – Fogdarp och Arrie – Käglinge) är byggda på nya bättre massor.

För att utreda och jämföra cykelvägarna utifrån komfort har två metoder använts. Den första var att författarna själva genomförde en bedömning genom att gradera cykelvägarna på en skala 1-9 i intervall om 100 meter utifrån den upplevda cykelkomforten. Denna bedömning jämfördes sedan med en jämnhetsmätning med laser utförd i samarbete med Ramböll RST. Jämnhetsmätningen utgick från en rätskenemetod, där resultatet från en rätskena om 3 meter och en om 0,5 meter klassade en 100 meter delsträcka beroende på de maximalt uppmätta ojämnheter i ett 10 metersintervall. Vid framtagning av denna data användes datorprogrammet *ProVal*.

En korrelationsräkning mellan rätskenemetoden och den bedömda komforten visade sedan att en 0,5 meters rätskena visar det största sambandet. Det visade sig också att samtliga utredda cykelvägar håller en mycket god kvalitet utifrån den bedömda komforten samt jämnhetsmätningen. Det påvisades inte något samband mellan cykelvägar som byggs på befintliga massor och en sämre cykelkomfort.

Bärigheten utreddes utifrån en lätt- och en tung fallviktsmätning. Den lätta fallvikten utfördes på ett av Trafikverkets projekt i närheten av Kristianstad. Mätningarna gjordes i fyra punkter med ett cirka 30 cm humushaltigt jordtäckte. Den tunga fallviktsmätningen genomfördes på de fem i examensarbetet studerade cykelvägarna, med en mät punkt i ett intervall om 50 m.

Den lätta fallviktsmätningen genomfördes i tre steg, en mätning på en vegetationsavskalad yta av mulljord, en mätning på den fastare jorden under mulljorden och en mätning när ytan åter fyllts upp med fastare jord. Varje mätningsslag genomfördes i såväl opackat- som i packat tillstånd. Resultatet visade att den fastare jorden har en större styvhet, samt att packningen inledningsvis inte påvisar en större styvhet. En laboration som utredde den organiska halten utifrån glödgningsförlust genomfördes och visade att den övre jordens organiska halt uppgick till cirka 3 vikt% och den fastare jordens till cirka 1 vikt%.

Vattenkvoten mättes också upp för den övre jorden till omkring 19 % och för den fastare jorden till omkring 12 %.

Resultatet från den tunga fallviktsmätningen utvärderades utifrån faktorerna ytmodul, undergrundsmodul, bärförmågeklass och maximalt tillåten last. Det kan inte påvisas något samband mellan de beräknade modulerna och förhöjda värden på organisk halt i jorden. Det kan däremot konstateras att bärförmågeklass och maximalt tillåten last visar sämre värden för cykelvägar byggda på befintliga massor.

För att utreda de ekonomiska aspekterna krävdes en analys av vilka dimensioner som krävs i överbyggnaden utifrån förutsättningarna att ett dåligt material- respektive ett bra material återfinns i undergrunden. Därför utfördes en dimensionering i datorprogrammet *PMS Objekt* med valda antaganden och krav för cykelvägar. Det visade sig att dimensionerna med ett dåligt material i undergrunden blev 45 mm slitlager, 80 mm obundet bärlager och 260 mm förstärkningslager, en total tjocklek på överbyggnaden på 385 mm. Med ett bra material i undergrunden blev dimensionerna 45 mm slitlager, 80 mm obundet bärlager och 210 mm förstärkningslager, en total tjocklek på överbyggnaden på 335 mm. För att uppnå samma krav på en cykelväg byggd på en undergrund med massor innehållande en högre organisk halt krävdes alltså ett 50 mm tjockare förstärkningslager.

Utifrån dimensionerna ovan beräknades sedan kostnaderna för de två cykelvägarna utifrån mängdförteckningar tillhandahållna av Trafikverket, dessa kostnader är baserade på 2019 års kostnadsläge. Det som ingick i kostnadskalkylen var enbart kostnader för överbyggnaden inklusive schakt- och fyllnadsmassor. Det visade sig att den cykelväg som dimensionerades efter massor innehållande en högre organisk halt i undergrunden kostade omkring 364 kr/m² medan cykelvägen dimensionerad med bättre material i undergrunden kostade omkring 512 kr/m². Sedan tillkommer även kostnader för transporter och arbete. Vid jämförelse av befintliga cykelvägar byggda på befintliga massor och cykelvägar som anlagts med nya massor i undergrunden kunde en markant prisskillnad ses. Omkring halva kostnaden för cykelvägar som byggts på befintliga massor var resultatet.

I examensarbetet genomfördes även en intervjustudie. Tre platschefer för de studerade cykelvägarna intervjuades samt en specialist inom vägteknik. Utifrån intervjuerna med platscheferna kunde det konstateras att deras uppfattning om att bygga cykelvägar med ett förfarande där AMAs restriktioner kringgås inte bör vara ett problem rent produktionsmässigt. Det ständiga och största problemet anser de istället beror på vatteninnehållet i jorden. De anser också att en stor ekonomisk-, tidsmässig- och miljömässig vinning finns att hämta om cykelvägar anläggs på befintliga massor. I intervjun med specialisten på vägteknik kunde det konstateras att *AMA Anläggnings* restriktioner inte är tillräckligt tydliga och bör ses över.

Sammanfattningsvis kan följande slutsatser fastslås:

- Cykelvägar byggda på befintliga massor påverkas inte av sättningar och ojämnheter i ett tidigt skede av brukstiden.
- Cykelvägar byggda på befintliga massor påverkas till viss grad bärighetsmässigt i ett tidigt skede av brukstiden. De bör oavsett klara en belastning på minst 8 ton.
- Förfrågningsunderlaget bör anpassas till de på platsen fastställda förutsättningarna.
- När en cykelväg byggs på befintliga massor behöver detta kompenseras med ett tjockare förstärkningslager än då nya massor ersätter de ursprungliga. I detta fall visade resultatet en skillnad på 50 mm.
- Cykelvägar byggda på befintliga massor blir väsentligt mycket billigare och mer miljömässigt effektiva jämfört med cykelvägar som är byggda med ett nytt terrassmaterial.

- Det bör inte uppkomma större produktionsmässiga problem med cykelvägar byggda på befintliga massor.
- Ambitionsnivån för cykelvägar bör anpassas till vad de är avsedda för. Är det enbart cykeltrafik och enstaka sköselfordon som ska trafikera dem så kan det definitivt anses rimligt att låta de befintliga massorna i undergrunden ligga kvar.

Summary

There is a constant ambition to build infrastructure in a more efficient and profitable way. For construction projects like bicycle paths for example, the existing masses in the ground are of great importance, since they are an important factor in the final quality of the product.

There is a lack of knowledge regarding the organic content of the earth foundation. In *AMA Anläggning* there are requirements regarding this content which broadly states that there is an upper limit of 2 % of organic content as filling material when constructing car lanes, as well as bicycle lanes.

The purpose of this master thesis is to investigate whether this requirement is reasonable to relate to when new bicycle paths are constructed. The investigated aspects consists of cycling comfort, bearing capacity, production management and economy. Several studies were conducted to investigate the above aspects.

The thesis is linked to five recently constructed bicycle paths in south Sweden. Two of these (Kivik - Ravlunda and Hedeskoga - Sövestad) have been constructed with existing masses as earth foundation, while the others (Bäckaskog - Gualöv, Förslöv - Fogdarp and Arrie - Käglinge) has been constructed on new masses.

Two methods have been used to investigate and compare bicycling paths based on comfort. The first method consists of grading the bicycle paths every 100 meter based on the perceived cycling comfort. The perceived comfort in method one was then compared with a laser evenness measurement performed in collaboration with Ramböll RST. The uniformity measurement was based on a straight line method. Where the result of a 3 meter and a 0,5 meter straight rail classed a 100 meter subdivision, depending on the maximum measured irregularities in a 10 meter interval. When compiling this data, the computer program *ProVal* was used.

A correlation count between the trial method and the assessed comfort showed that a 0,5 meter trial shows the most significant relationship. It was found that all investigated bicycle paths maintain a very good quality based on the results from method one and method two.

No correlation was found between bicycle paths built on existing masses and poorer bicycle comfort. The load capacity was investigated on the basis of a light and a heavy falling weight measurement. The light falling weight was carried out on one of the Trafikverkets projects near Kristianstad in four points with an approximately 30 cm organic soil. The heavy falling weight measurement was carried out on the five cycle paths studied in the degree project, with a measuring point in an interval of 50 m.

The light falling weight measurement was carried out in three steps; a measurement on a vegetation-peeled surface of the humus soil, a measurement on the firmer soil below the humus soil and a measurement when the surface was again filled with firmer soil. Each measurement step was carried out in both unpacked and packed condition. The result showed that the firmer soil has a greater stiffness, and that the packed soil does not initially show a greater stiffness. A laboratory study that investigated the organic content on the basis of ignition loss was performed. The study showed that the organic content of the humus soil was about 3 % by weight and the solid soil to about 1 % by weight. The water ratio was also measured for the humus soil to about 19 % and for the firmer soil to about 12 %.

The result from the heavy falling weight measurement was evaluated based on surface module, earth foundation module, load capacity classification and maximum permissible load. No correlation could be detected between the calculated modules and elevated organic soil values. On the other hand, it can be stated that the load capacity class and the maximum permissible load show worse values for bicycle paths based on existing masses.

To study the economic aspects, an analysis of the dimensions required in the superstructure was necessary based on the assumptions that a poor material and a good material are found in the earth foundation. Therefore, a design was carried out in the computer program *PMS Objekt* with selected assumptions and requirements for bicycle paths. It turned out that the dimensions with a poor material in the earth foundation became 45 mm wear layer, 80 mm unbound base layer and 260 mm subbase layer, a total thickness of the superstructure of 385 mm. With a good material in the earth foundation, the dimensions became 45 mm wear layer, 80 mm unbound base layer and 210 mm subbase layer, a total thickness of the superstructure of 335 mm. To achieve the same requirements for a bicycle path built on a earth foundation with masses containing a higher organic content, a 50 mm thicker subbase layer was required.

Based on the dimensions above, the costs for the two cycle paths were then calculated on the basis of quantity lists provided by Trafikverket, these costs are based on the 2019 cost situation. What was included in the cost calculation was the costs for the superstructure and the shaft and filling masses. It turned out that the bicycle path, which was designed for poorer masses in the underground, cost about 364 SEK /m², while the cycle path dimensioned with better material in the underground costed about 512 SEK /m².

An interview study was also conducted in the thesis. Three site managers for the studied bicycle paths were interviewed as well as a specialist in road technology. From the interviews with the site managers, it was concluded that their perception of building bicycle paths constructed on existing soil should not be a problem in terms of production. The biggest problem, they believe, is instead due to the water content of the soil. They also suppose that a great economic, temporal and environmental gain is to be gained if bicycle paths are built on existing masses. In the interview with the specialist in road technology, it was found that the restrictions of AMA are not sufficiently clear and should be reviewed.

In summary, the following conclusions can be stated:

- Bicycle paths based on existing masses are not affected by settlements and irregularities at an early stage of use.
- Bicycle paths based on existing masses are affected to some extent in terms of sustainability at an early stage of use. They should in any case withstand a load of at least 8 tons.
- The tender documentation for a traditional contract should be adapted to the conditions laid down at the specific project.
- When a cycle path is built on existing masses, this must be compensated with a thicker subbase layer than when it is built on existing masses, in this case at least 50 mm.
- Bicycle paths built on new masses cost a lot more compared to bicycle paths that are constructed on existing masses. There is also a great environmental gain to get if the bicycle paths are built on the existing soil.
- There should be no major production problems with cycle paths based on existing masses.

-
- The level of ambition for cycle paths should be adapted to what they are intended for. If it is only bicycle traffic and occasional maintenance vehicles that should traffic them, it can definitely be considered reasonable to leave the existing masses in the underground

1. Inledning

I detta kapitel ges en bakgrund till examensarbete som förklarar uppkomsten till ämnet och vad som ligger till grund till frågeställningarna och syftet. Ett avsnitt om syftet, frågeställningar och metodiken som använts för att genomföra detta examensarbete presenteras också i detta kapitel. Likaså presenteras vilka avgränsningar som varit tvungna att göras för att bibehålla en god kvalitet genom arbetet och för att hålla tidsramen.

1.1. Bakgrund

För att uppnå det transportpolitiska målet om att öka andelen resor utförda på cykel står infrastrukturen inför stora utmaningar. Inte minst då antalet cykelvägar måste utökas utan också att kvaliteten på dessa måste vara tillräckligt hög för att folk ska välja bort bilen för cykeln (Regeringen, 2009). Liksom för många andra frågor i samhället handlar denna typ av infrastruktur givetvis om prioriteringar och en ständig strävan om att minska kostnader. En central fråga när det handlar om att bygga nya vägar och cykelvägar för att minska kostnaderna och belastningen på miljön är materialåtgången. Vad i den befintliga marken går egentligen att använda som lastbärande material och vad måste ersättas?

Beställare, entreprenörer och konsulter har under en längre tid diskuterat om det är möjligt att bygga en cykelväg utan att schakta bort den mullhaltiga jorden och därmed använda denna som ett material tillhörande terrassen. Idag finns det en gräns i referensverket AMA anläggning att jorden maximalt får innehålla 2 vikt% organiskt material vid anläggandet av en väg. Samma gräns gäller för cykelvägar, Samtidigt som en cykelväg belastas betydligt mindre än en vanlig väg anpassad för motorfordon. Skulle denna gräns kunna kringgås vid anläggandet av cykelvägar så skulle det hypotetiskt bidra till en ekonomisk, miljömässig och eventuell tidsmässig vinning. Detta då man slipper schakta bort den mullhaltiga jorden och tillsätta ett nytt mer hållfast jordmaterial vid anläggandet.

Vad som kan tänkas bli problematiskt är framförallt då cykelvägen frångår det ursprungliga syftet och börjar brukas av övrig trafik. Exempelvis då snöröjning krävs, eller då bygg- eller jordbruksfordon kräver framkomlighet på cykelvägen. Då krävs en högre bärformåga och kvalitet av vägen.

Med Trafikverket som initiativtagare har detta examensarbete utarbetats. Där fem cykelvägar runt om i Skåne analyserats utifrån flera aspekter så som cykelkomfort, ojämnheter, bärighet, organisk halt och intervjuer. Vid två av dessa fem cykelvägar så har Trafikverket bedömt att bygga på massor med en högre organisk halt är acceptabelt.

1.2. Syfte

Syftet med detta arbete är att undersöka tekniska och ekonomiska förutsättningar för att bygga cykelvägar på befintliga massor med en eventuell högre organisk halt.

1.3. Frågeställningar

Arbetets huvudsakliga frågeställning är ifall det är möjligt att låta det övre mer organiska jordskiktet ligga kvar vid anläggandet av en ny gång- och cykelväg utan att påverka kvaliteten. Med denna frågeställning tillkommer flera underfrågor såsom:

- Hur påverkas cykelvägars komfort om det byggs på jord med en högre halt organisk material än 2 vikt%?
- Hur påverkas cykelvägars bärighet om det byggs på jord med en högre halt organisk material än 2 vikt%?
- Hur beskrivs detta i förfrågningsunderlaget för en sådan gång- och cykelväg?
- Om de befintliga massorna lämnas kvar, behövs tjockleken på överbyggnadens förstärkningslager ökas? I så fall med hur mycket?
- Vad blir skillnaden ekonomiskt mellan att bygga på befintlig jord jämfört med på en jord med en bättre materialtyp?
- Blir det problem rent produktionsmässigt?
- Vad är rätt ambitionsnivå för en cykelväg?

1.4. Metodik

Svaren till frågeställningarna utkristalliserade sig allteftersom de olika delmomenten i examensarbetet genomfördes. Utifrån resultatet från delmomenten kunde en sammanvägd diskussion och slutsats presenteras med avseende på respektive frågeställning. De olika delmomenten som bedrivits beskrivs i nedanstående avsnitt.

1.4.1. Litteraturstudie

En omfattande litteraturstudie och nulägesbeskrivning gjordes inom ämnet med syfte att skapa förståelse för hur situationen för cykelvägar ser ut i dagsläget. Studien utgörs av två delar.

Den första delen utgör en litteraturstudie som tar upp och beskriver begrepp som används i arbetet. Svar på frågor som exempelvis vad är mulljord? Vad är en underbyggnad? Hur byggs en cykelväg idag? etc. redogörs i detta avsnitt. Detta utfördes genom omfattande sökningar inom ämnet. Detta avsnitt beskriver även relevanta studier som redan genomförts i ämnet.

Den andra delen består av en beskrivning och sammanfattning av de fem olika cykelvägar som undersöks under arbetet. Detta gjordes genom att presentera väsentligt innehåll från dokument som av Trafikverket lämnats ut angående de olika projektens geoteknik och vägteknik.

1.4.2. Fältstudie

En fältstudie gjordes genom en komfortstudie på de fem berörda cykelvägarna där en egen uppfattning bildades angående komfort, stabilitet och sättningar för vägarna. Ett värde på en skala angående hur bra cykelbanan uppfattas som cyklist sattes.

1.4.3. Jämnhetsmätning

En lasermätning utfördes med olika projicerade rätskenor, detta genomfördes med hjälp av Ramböll RSTs utrustning på de fem analyserade cykelvägarna. Detta gav värden på ojämnheter på cykelvägarna. Dessa värden kunde sedan jämföras åt och se ifall det fanns någon konkret skillnad mellan de cykelvägar som byggts på mulljord och de som byggts enligt AMA. Under denna lasermätning skedde också en manuell inventering av cykelvägarna där exempelvis uppenbara potthål och tvärgående sprickor togs i beaktan och markerades. Cykelvägarna graderades utifrån dess jämnhet, denna gradering sattes sedan i jämförelse med värden från värdena som fältstudien givit och graden av korrelation analyserades, beroende på rätskenans längd.

1.4.4. Bärighetsmätning

Två separata bärighetsmätningar gjordes, en med lätt fallvikt och en med tung fallvikt. Den lätta fallviktsmätningen genomfördes på ett pågående projekt där man testade den lätta fallvikten på det överlagrade jordskiktet samt den fastare jorden under detta skikt, mätningen utfördes i såväl packat som opackat tillstånd. Detta gav ett mått på bärigheten, vilket i detta fall innefattar E-modul och deformation för de olika jordarna och dess olika tillstånd. Detta värde kom sedan att kopplas till halten organiskt material i den analyserade jorden på labb.

Den tunga fallvikten utfördes på de fem analyserade cykelvägarna direkt på asfalten. Detta gjorde att bärigheten kan jämföras mellan projekten där befintliga massor ersatts av nya massor och de som byggts på befintliga massor.

1.4.5. Laborrietester

Jordprov togs med från den tidigare gjorda lätta fallviktsmätningen. Ett prov av det översta lagret mulljord samt ett prov av den mer fasta jorden i terrassen. Dessa analyserades i laboratorium. Här undersöktes organisk halt, vattenkvot och siktkurva.

1.4.6. Intervjuer

Intervjuer utfördes med kunniga personer i branschen. Detta för att få deras perspektiv på frågeställningarna och för att bygga upp en större kunskap i ämnet. Intervjuerna delades upp i två delar. Den första delen innefattar intervjuer med tre platschefer för de fem analyserade cykelvägarna. Den andra delen innefattar en intervju med en kunnig person inom vägteknik, där vederbörande ger sin syn på AMAs restriktioner och vad som är lämpligt och inte.

Syftet med intervjuerna med platscheferna var att få in den produktionsmässiga infallsvinkeln på examensarbetet. Dessa gav svar på frågor på huruvida problem uppstått under projektets gång, där fokus låg på den organiska halten i jorden. Även hur själva produktionen gick till kunde dessa intervjuer leda fram till. Detta möjliggjorde en produktionsmässig jämförelse mellan cykelvägar byggda med nya massor i terrassen och de som byggts på befintliga.

1.4.7. Dimensionering och ekonomisk kalkyl

En egen dimensionering av cykelvägar i PMS objekt utfördes. Denna gjordes med syftet att se hur mycket förstärkningslagrets tjocklek måste ökas för att klara av de krav som ställs på bärighet och tjälfarlighet, när kvaliteten på materialet i undergrunden varierar.

Resultatet från dimensioneringen ligger därefter till grund för en ekonomisk kalkyl där en jämförelse mellan de olika konstruktionerna utfördes utifrån de ekonomiska aspekterna.

1.5. Avgränsningar

Arbetets omfattning motsvarar 20 veckors heltidsarbete och för att bibehålla en god kvalitet på de analyser, studier och mätningar som görs krävs vissa avgränsningar för att arbetet inte ska sväva iväg.

Arbetet kommer inte behandla problem som kan uppstå med hänsyn till dränering. Arbetet kommer heller inte gå in på cykelvägens utformning geometriskt i plan och profil.

När det kommer till de ekonomiska aspekterna utförs förenklingar i beräkningarna. I ett anläggningsprojekt är det många faktorer som påverkar vad den slutliga kostnaden blir. Syftet med de kostnadsberäkningar som utförs i detta arbete är att i huvudsak jämföra skillnaden mellan att bygga cykelvägar på mulljord och att schakta bort mulljorden innan cykelvägen byggs. Det tas alltså inte fram något mer noggrant beräknat pris för att bygga cykelvägar.

Arbetet begränsas också genom att slutsatserna och resultatet som dras i detta arbete gäller för cykelvägar i Skåne och det rådande klimatet där. Det är alltså inte generellt för hela Sverige, då det i kallare delar i landet finns andra förutsättningar.

När det kommer till tjälproblem analyseras inte det på djupet men tas upp i litteraturstudien. Det anses vara en viktig del av problematiken med att bygga cykelvägar på befintliga massor, men bortses från i analysen då det bortprioriterades.

En annan avgränsning är att det är fem cykelvägar som undersöks och analyserats noggrant. Fyra som byggts som utförandeentreprenad varav två på befintliga massor och två där nya bättre massor ersatt befintliga i terrassen. Den femte cykelvägen är byggd som totalentreprenad. Det hade kunnat analyseras än fler cykelvägar men det skulle betyda mindre noggranna analyser eller en längre avsatt tid. Ytterligare en avgränsning är att de cykelvägar som analyserats alla är relativt nybyggda.

Vidare utförs det också avgränsningar i form av begränsade analyser av resultatet. Resultatet som erhålls från lasermätningarna och fallviktsmätningarna kan analyseras och tolkas på många olika sätt. Vilka analyser som anses viktigast för att svara på frågeställningarna har i detta arbete genomförts.

Vid bestämning av den organiska halten i jorden, för platsen där den lätta fallviktsmätningen genomfördes, utfördes många förenklingar. Dessa diskuteras närmare under analys- och diskussionsavsnittet.

1.6. Rapportdisposition

Inledningsvis presenterar rapporten en litteraturstudie som tar upp de viktigast aspekterna, så som styrande dokument, hur dimensionering av vägar går till, olika jordar och dess

påverkan på vägar. Litteraturstudien tar även upp tidigare utförda studier inom ämnet. Kapitel 3 tar upp de olika objekt som studerats i arbetet, där ges en närmre beskrivning av cykelvägarnas förhållanden utifrån dokument så som Markteknisk undersökningsrapport samt Vägtekniskt PM.

Rapporten behandlar flertalet metoder för att utreda frågeställningarna. Med avseende på detta delas rapporten in i huvuddelar som tar upp de olika metoderna. Delarna presenterar en kortare bakgrund till metoden, en utförandebeskrivning, en resultatdel samt en kortare analys och diskussion som behandlar resultatet från de ingående metoderna.

Kapitel 12 utgörs av en intervjustudie där resultatet från intervjuer med tre platschefer för de olika objekten redovisas. Även resultatet av intervju med Klas Hermelin från Trafikverket redovisas under detta kapitel.

Den avslutande delen av rapporten består av en sammanvägd diskussionsdel där resultaten diskuteras övergripande. Efter denna del följer en slutsats där frågeställningarna besvaras.

2. Litteraturstudie

I detta kapitel redogörs en omfattande litteraturstudie gällande områden och begrepp som är viktiga för detta examensarbete. Det är avsnitt inom styrande dokument, vägar och cykelvägars uppbyggnad och om jordar och dess egenskaper.

2.1. Styrande dokumentation

Alla allmänna vägar och cykelvägars byggande är baserat på långsiktig ekonomisk planering. Planeringen sammanställs i ett dokument som benämns nationell plan för transportsystemet. Där samlas planer för alla transportmedel som den svenska staten ansvarar för (väg, järnväg, sjöfart och luftfart). Den nationella planen omfattar hur mycket pengar som finns tillhanda, var någonstans det ska satsas pengar och vad som skall byggas. Det är Trafikverket som tar fram planen, men regeringen som slutligen bestämmer vad exakt som ska stå i den. Det är även Trafikverket som bär ansvaret för att planen följs (Trafikverket, 2017). De lagar som styr själva byggandet av vägar är bland annat väglagen, miljöbalken och plan- och bygglagen.

När byggandet av en cykelväg upphandlas kan flertalet olika sätt tillämpas, ett vanligt sätt är upphandling genom generalentreprenad. Den stora fördelen med denna form är att beställaren överlåter samordningsansvaret till entreprenören och risken att saker faller mellan stolarna blir mindre. Denna upphandlingsform kan innebära att entreprenaden utförs antingen genom utförandeentreprenad där beställaren ansvarar för projekteringen, eller genom totalentreprenad där entreprenören ansvarar för projekteringen. I båda dessa former är det entreprenören som helt ansvarar för utförandet (Borga, 2019).

För att förenkla avtalsskrivandet så används det i Sverige standardavtal, så kallade Allmänna bestämmelser. För utförandeentreprenad så heter dessa allmänna bestämmelser AB 04, och för totalentreprenad heter de ABT 06. I ett avtal som regleras av allmänna bestämmelser kan det upprättas administrativa föreskrifter som gör det tydligt kring specifika förutsättningar som gäller vid projektet. De administrativa föreskrifterna är som vanligast kopplade till en serie referensböcker, AMA (allmän material- och arbetsbeskrivning). I AMA finns det bland annat beskrivet krav på material, utförande och färdiga resultat som är vanliga i produktionen. Det finns flera utgåvor av AMA, dessa ges ut av Svensk Byggtjänst (Borga, 2019). När det kommer till anläggningsprojekt så är det AMA Anläggning som används vid upprättandet av beskrivningar och utförandet av anläggningsarbeten.

Vad som vidare även är styrande vid projektering av vägar och cykelvägar är Trafikverkets tekniska krav på vägkonstruktioner, TRVK Väg. Där beskrivs de krav som råder vid dimensionering av Trafikverkets väganläggningar, kraven syftar till dimensionering, konstruktiv utformning av vägöverbyggnaden samt avvattning (Trafikverket, 2011).

Ytterligare dokument som styr byggandet av vägar är VGU (vägars och gators utformning). Det har framtagits av Trafikverket tillsammans med Sveriges kommuner och landsting. Reglerna i dokumentet är obligatoriska att följa vid arbeten på statliga vägar medan de är frivilliga på kommunala vägar (Trafikverket, Sveriges Kommuner och Landsting, 2015).

2.1.1. Garantitider och Ansvarstider

Garantitider och ansvarstider är av väsentlig vikt vid eventuella fel som kan uppstå efter att ett anläggningsprojekt slutförts. I ABT 06 finns det beskrivet att garantitider är fel som entreprenören bär ansvaret för, d.v.s. fel som inte orsakats av beställarens agerande, felaktig projektering, bristande underhåll, felaktig skötsel, vanvård o.s.v. Det är således entreprenören som bär bevisbördan under denna tid. Ansvarstiden beskrivs i ABT 06 som den tid då entreprenören är ansvarig för fel av väsentlig vikt orsakade av vårdslöshet från entreprenörens sida. Under ansvarstiden är det istället beställaren som bär bevisbördan (Samuelsson, 2005).

I AMA AFD.471 konstateras det att garantitiden för entreprenörer är 5 år för utfört arbete och 2 år för material eller varor, medan ansvarstiden utgörs av 10 år. Denna tid gäller om beställaren inte i avtalet föreskriver någon annan tid under denna kod och rubrik. Både garantitiden och ansvarstiden börjar löpa dagen efter att slutbesiktningen genomförts för projektet eller en huvuddel i projektet (Svensk Byggtjänst, 2017b).

2.1.2. Besiktningar

Under en besiktning kontrolleras det ifall ett eller flera objekt uppfyller vissa speciella satta krav. Detta görs av en myndighet eller av en utsedd besiktningsman. När det kommer till entreprenadbesiktningar så är det en hel del olika typer av besiktningar som kan utföras. För-, slut-, garanti-, särskild-, efter- och överbesiktning, är exempel på de vanliga typerna av besiktning (Bengtsson & Ekholm, 2007).

Förbesiktning kan endast ske under entreprenadtiden och är bland annat till för att besikta objekt som inte kan besiktas under den senare, slutbesiktning. Det är för allas parter bästa att hitta eventuella fel i ett så tidigt stadie som möjligt istället för senare under byggnationen. Slutbesiktning genomförs när entreprenadtiden går mot sitt slut och entreprenören skall i god tid meddela hur det ligger till tidsmässigt för att beställaren skall kunna påkalla en slutbesiktning (Bengtsson & Ekholm, 2007).

En garantibesiktningens syfte är att hitta fel som uppstått under garantitiden. Denna görs före den kortaste garantitiden har gått ut, vilket som beskrivet i tidigare kapitel är 2 år för material och varor. Särskild besiktning kan påkallas under hela garantitiden, d.v.s. upp till 10 år. Det är vid tillkallning av särskild besiktning den som tillkallar som ansvar att påvisa vilka fel som entreprenaden är förknippad med. Det är även den som tillkallar till besiktningen som betalar för den. (Bengtsson & Ekholm, 2007).

Efterbesiktning är en ovanlig företeelse och är till för att se ifall tidigare fel har korrigerats. I de fall då entreprenören tillkallat för en efterbesiktning och beställare inte dyker upp, anses felen korrigerade (Bengtsson & Ekholm, 2007).

Med överbesiktning menas ifall de beslut som besiktningsmannen gjort inte anses korrekt utan måste prövas. Då utförs en överbesiktning av en överbesiktningsman eller nämnd, denna form kan tillkallas av både entreprenör och beställare (Bengtsson & Ekholm, 2007).

2.2. Vägar

En väg är uppdelad i två delar, överbyggnad och underbyggnad. Båda har viktiga uppgifter för att väggroppen som enhet skall uppfylla de krav som ställs på bland annat livslängd och bärighet. Överbyggnadens primära uppgift är att fördela lasten från trafiken, men också att säkerställa att alla krav angående komfort och säkerhet som uppkommer på grund av trafiken uppfylls (Agardh & Parhamifar, 2014). Materialen i överbyggnaden skall vara av sådan kvalitet att trots påverkan från trafik och kringliggande klimat inte kommer bryta ner väggroppen under dimensioneringsperioden, d.v.s. vägens livslängd. Man kan sammanfatta överbyggnadens viktigaste uppgifter enligt följande (Agardh & Parhamifar, 2014):

- Dränera bort vatten från vägens yta.
- Sprida lasten och motstå stora deformationer.
- Erbjuder en god vägkomfort.

Den vanligaste vägöverbyggnaden i Sverige är grusbitumenöverbyggnad, förkortat GBÖ och har en överbyggnad som är indelad enligt följande (Granhage, 2009):

- Slitlager.
- Bitumenbundet bärlager.
- Obundet bärlager.
- Förstärkningslager.
- Eventuellt skyddslager.

Slitlagret består i de flesta fall av asfaltbetong men kan vid högtrafikerade vägar också bestå av betong. Slitlagrets viktigaste funktioner är att ge körbanan en god komfort och att bibehålla en god trafiksäkerhet (Agardh & Parhamifar, 2014).

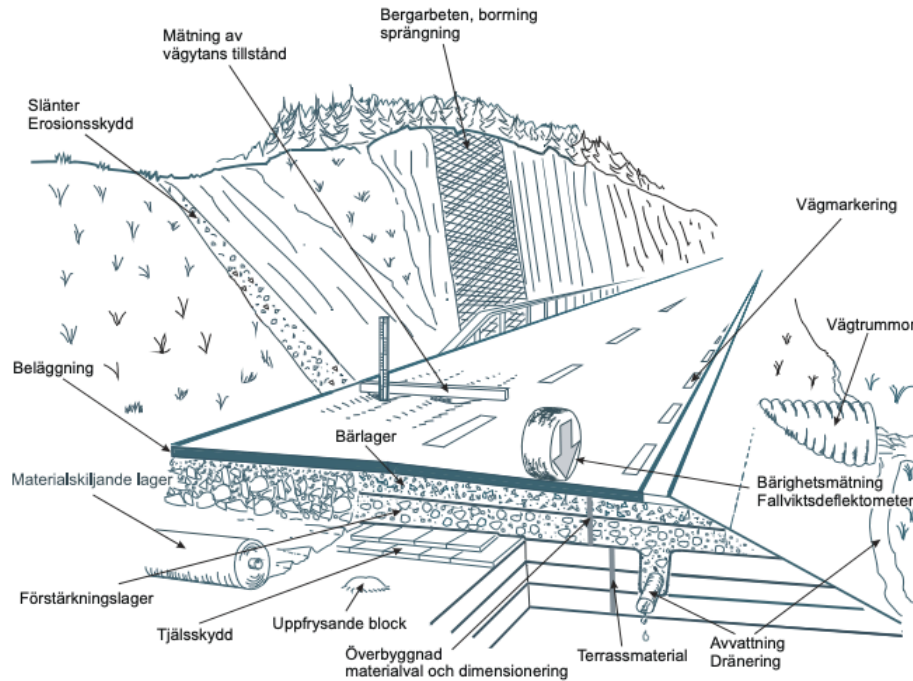
Det bitumenbundna bärlagret består oftast av asfaltsgrus och dess primära funktion är att fördela belastningen från trafiken så att det inte sker några betydande deformationer (Agardh & Parhamifar, 2014).

Det obundna bärlagret består av krossat grus och har liksom det bundna bärlagret uppgiften att fördela lasterna till lagren under. När man lägger detta lager är det viktigt att det packas på ett korrekt sätt och att fördelningen av större och mindre fraktioner sprider ut sig så det blir en homogen fördelning (Agardh & Parhamifar, 2014).

Förstärkningslagret, som är den nedersta delen av överbyggnaden består av krossat grus, bergkross, sprängsten eller okrossat grus. Kvalitetskraven på detta material är inte lika stora som för bärlagret och kan vanligtvis tas ifrån området där vägen anläggs eller ifrån närliggande materialtäkter (Agardh & Parhamifar, 2014).

Skyddslager används där det finns tjälfarliga material i undergrunden, eller där undergrunden utgörs av väldigt finkorniga jordar. Skyddslagret kan bidra till att minska tjällyftningar och för att förhindra att det fina materialet tränger sig upp till förstärkningslagret (Agardh & Parhamifar, 2014).

Undergrundens yta benämns terrass och det är på den överbyggnaden anläggs. Viktigt med terrassen är att den är jämn, då det annars finns risk för att bärigheten blir ojämn längs med vägen. Terrassen är ofta ett utfall från ett schakt- eller utfyllnadsarbete (Agardh & Parhamifar, 2014). I Figur nedan visas en schematisk bild över de olika delarna i en vägkonstruktion.



Figur 1. Schematisk bild över en vägkonstruktion och dess delar. (Trafikverket, 2011)

Packningen är av väsentlig vikt när en väg byggs för att undvika framtida sättningar. Metoden för packning av obundna bärlager innebär att de byggs av tunna lager, där varje lager packas ordentligt med vibrerande eller oscillerande vält. Packningen ska dessutom ske med flera överfarter. Ju lättare vält och/eller ju tjockare lager desto fler överfarter krävs (Granhage, 2009). Vid packningen har också vattenkvoten stor betydelse. Materialet ska varken vara för torrt eller för vått för att uppnå en optimal packning. Vattnet kan fungera som ett smörjmedel och medföra att mindre partiklar lättare kan fördela sig mellan de större kornen och på så vis kompaktera materialet. Inledningsvis ger en ökad vattenkvot i ett material ger en ökad torr skrymdensitet, det vill säga förhållandet mellan materialets fasta fas och den totala volymen. Dessa parametrar ökar parallellt tills en viss punkt är nådd, den så kallade optimala vattenkvoten. Efter denna punkt så börjar den torra skrymdensiteten istället sjunka vid ökande vattenkvot (Westdahl, 2013). I Tabell 1 nedan visas hur linjelast, vattenkvot och antalet överfarter påverkar maximal lagertjocklek för bärlagret enligt AMA (Granhage, 2009).

Tabell 1. Sammanställning för packningen av bärlager (Granhage, 2009).

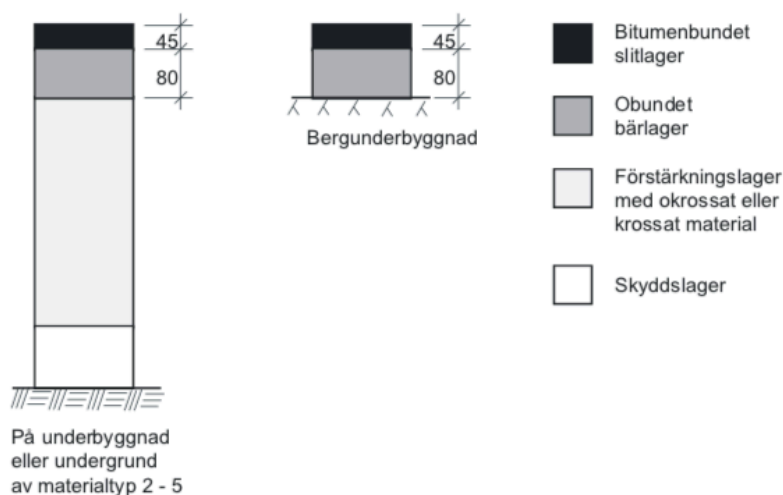
Vält	Vattenkvot \leq Optimal Vattenkvot minus 1,5 %		Vattenkvot $>$ Optimal Vattenkvot minus 1,5 %	
	6 överfarter [m]	8 överfarter [m]	6 överfarter [m]	10 överfarter [m]
>15 kN/m	0,08	0,15	–	0,10
>25 kN/m	0,20	0,25	0,10m	0,13
>35 kN/m	0,25	0,30	0,12m	0,15

2.3. Cykelvägar

När en cykelväg anläggs i anslutning till en befintlig väg kan enligt VGU dessa utformas på flera olika sätt. De kan ligga i anslutning till en befintlig väg med endast en vägmarkering som avgränsar, dessa utformningar får förekomma längs med vägar med $VR \leq 80 \text{ km/h}$. Vidare kan cykelvägar avgränsas med vägdikey i mån om plats. Finns det inte tillräckligt med plats mellan de båda vägarna och med referenshastighet $VR \geq 80 \text{ km/h}$ så krävs det att ett räcke avgränsar vägarna. Vidare finns det även krav för att en dubbelriktad cykelväg minst måste utformas med en bredd på 2,5 meter (Trafikverket, 2015b).

2.3.1. Dimensionering av cykelvägar

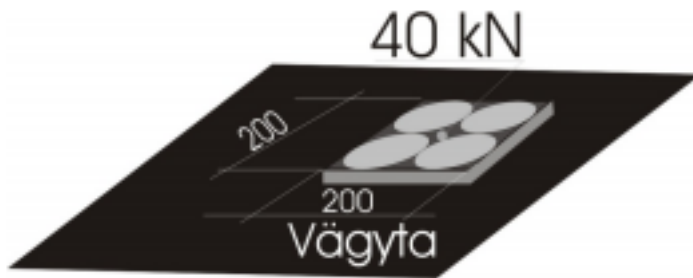
När det kommer till överbyggnad för cykelvägar så är principen densamma som för en vanlig väg men vanligtvis utan ett bundet bärlager (Trafikverket, 2003). En cykelväg kan anläggas på såväl en jordterrass som en terrass av berg. En typskiss över hur konstruktionen av en överbyggnad till en gång- och cykelbana kan se ut visas i Figur 2 nedan.



Figur 2. Typskiss av en överbyggnads konstruktion (Trafikverket, 2003).

Det finns en hel del krav och regler för hur dimensioneringen av cykelvägar ska utföras. Generellt gäller det för cykelvägar att dessa ska dimensioneras för en trafikbelastning på 150 000 standardaxlar, men det dras en tydlig skillnad för om cykelvägen ska vinterunderhållas eller inte. Ska den inte vinterunderhållas så ska dimensionerande last bestämmas för varje enskilt fall. Det finns även krav precis som för vanliga vägar på mäktigheten för det obundna bärlagret. Kravet är att detta lager inte får vara tunnare än 250 mm (Trafikverket, 2011).

Konstruktionen i cykelvägarna ska även dimensioneras för extremlaster. Dessa extremlaster skulle exempelvis kunna uppstå vid transporter av byggtrafik eller upplagring av byggmaterial. I Trafikverkets tekniska krav för vägkonstruktioner finns det beskrivet att dimensionering av överbyggnaden på cykelvägar som belastas av fordon med högst 8 tons axiellast ska beräknas för enstaka laster på 40 kN. Lasten ska vara jämnt utbredd över en yta på $200 \times 200 \text{ mm}$ enligt Figur 3 nedan (Trafikverket, 2011).



Figur 3. Dimensioneringsgrund för en cykelvägs överbyggnad (Trafikverket, 2011).

När Trafikverket dimensionerar vägar och GC-vägar används ett framtaget datorprogram som benämns PMS-objekt. Detta datorprogram ska fungera som ett beslutshjälpmedel där de beräkningar som genomförs i programmet är baserade på de krav som ställs i Trafikverkets tekniska krav för vägkonstruktioner (Trafikverket, 2016a).

Cykelvägar, och vägar i allmänhet dimensioneras olika beroende på var i Sverige dem byggs. Detta beror på att klimatet och temperaturen i landet varierar. På grund av detta har man delat in Sverige i olika klimatzoner, som sedan används vid dimensioneringen av den nya vägen. Klimatzonerna har indelats enligt Figur 4 nedan.



Figur 4. Sverige indelat i klimatzoner (Trafikverket, 2011).

En väsentlig fråga som har betydelse för indelningen är tjälfarlighet. Då en jords temperatur är mindre än $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ sägs en jord vara i fruset, eller också benämnt som tjälat tillstånd. Viss mark är frusen hela året medan annan mark är frusen under vissa delar av året, kallat säsongsfusen mark (Berglund, 2009). Då marken enbart delvis om året är frusen genomgår den en process som innefattar upptining (under sommarhalvåret) och nedfrysning (under vinterhalvåret). I kalla regioner, som oftast mer norrut i Sverige är tjäle och framförallt

tjällossningen ett bärighetsproblem. Med tjällossning menas den process där den frusna marken tinas upp (Berglund, 2009).

Varje klimatzon har klimatperioder som är indelade efter hur många dygn under året respektive period innefattar. Detta redovisas i Tabell 2 nedan.

Tabell 2. Klimatzonerna och dess olika klimatperioder under ett år (Trafikverket, 2011).

Klimatperiod	Klimatzon				
	1	2	3	4	5
Vinter [dygn/år]	49	80	121	151	166
Tjällossningsvinter [dygn/år]	10	10	0	0	0
Tjällossning [dygn/år]	15	31	45	61	91
Senvår [dygn/år]	46	15	0	0	0
Sommar [dygn/år]	153	153	123	77	47
Höst [dygn/år]	92	76	76	76	61

Likaså delas temperaturen för den bitumenbundna beläggningen in efter vardera klimatzon och klimatperiod enligt följande Tabell 3:

Tabell 3. Den bitumenbundna beläggningens temperatur beroende på klimatzon och klimatperiod (Trafikverket, 2011).

Klimatperiod	Klimatzon				
	1	2	3	4	5
Vinter [°C]	-1.9	-1.9	-3.6	-5.1	-7
Tjällossningsvinter [°C]	1	1	0	0	0
Tjällossning [°C]	1	2.3	4.5	6.5	7.5
Senvår [°C]	4	3	0	0	0
Sommar [°C]	19.8	18.1	17.2	18.1	16.4
Höst [°C]	6.9	3.8	3.8	3.8	3.2

Resultaten, diskussionerna och examensarbete i sin helhet är framförallt avsett för södra Sverige som är benämnt tidigare i kapitlet om avgränsningar. Detta för att problem med avseende på tjäle är betydligt mindre där än i övriga Sverige, och oftast inte behöver utgöra något större problem. Men då organisk jord innehåller stora mängder vatten kan detta leda till att det uppstår tjälproblem vid anläggandet av cykelvägar även i södra Sverige. Klimatzonen som används i detta examensarbete är därmed klimatzon 1, det är även inom klimatzon 1 som cykelvägarna som analyseras i fältstudien befinner sig i.

Mer om tjälfarlighet och tjälfarlighetsklasser beskrivs i kapitlet angående jordar och dess egenskaper. Där behandlas också hur tjälfarligheten beror på den organiska halten i jorden.

2.3.2. Sommarcykelvägar

Ett alternativ till en traditionell cykelväg är en så kallad sommarcykelväg vilket är en cykelväg med en enklare konstruktion och där det förutsätts att vinterunderhållning inte krävs, eftersom dessa inte förväntas nyttjas under vintern. Utformningen av en sådan

cykelväg är något som bestäms individuellt i varje enskilt fall (Trafikverket, 2015c). Begreppet sommarcykelväg innebär ett samlingsbegrepp för en mängd olika utformningar som kanske känns igen med ett helt annat namn. Exempel på sådana benämningar skulle kunna vara sådant som cykelstråk, banvall sidoväg, grusväg eller skogsväg (Vägverket, 2008).

Det har tagits fram ett transportpolitiskt mål om att öka andelen resor på cykel. Detta parallellt med att biltrafiken ökar vilket gör det trängre på det svenska vägnätet och därmed mer osäkert för framförallt cyklister (Vägverket, 2008). Detta skulle kunna medföra att sommarcykelvägar är ett bra alternativ för att med enkla åtgärder få fler att välja att cykla.

2.3.3. Cykelkomfort

Ska det transportpolitiska målet, om att fler resor ska utföras på cykel, uppfyllas krävs en god kvalitet på infrastrukturen. För att få en god kvalitet måste det finnas förbättringsåtgärder som baseras på och som är anpassade till cyklisternas upplevelser. Mätmetoderna skall inte enbart beskriva cykelvägarnas tekniska kondition, så som de flesta metoder gör i dagsläget. För att uppnå en bra åkkvalitet så är det i de flesta fall cykelvägens jämnhet som har störst betydelse (Niska, et al., 2011). Frågan är vilka typer av ojämnheter som cyklister upplever som obehagliga.

I en studie utförd på VTI i Linköping så har en metod för att mäta jämnheten på cykelvägar testats och utvärderats (Niska, et al., 2011). Studien bygger på en jämförelse mellan cyklisters upplevda kvalitet och lasermätningar med en rätskenemodell på asfalterade cykelvägar med varierande kvalitet i Malmö. I studien visade det sig att en längd på 0,5 meter på rätskenan gav den bästa korrelationen mellan uppmätta värden och cyklisternas bedömning. Ojämnheter med våglängder från ca 0,2 till 0,5 meter betraktades vid lasermätningarna trots att det inledningsvis av studien gjordes bedömningar att ännu kortare våglängd skulle ge än större korrelation. Enligt studien så har ojämnheter med våglängder på ca 0,005 till 0,5 meter störst inverkan på cykelkomforten. Vad gäller amplituden på ojämnheterna visade det sig finnas en tydlig gräns vid 10 mm. Där det för cyklisterna betraktade ojämnheter med större amplitud än just 10 mm som obehagliga medan de ojämnheter som hade en mindre amplitud än 10 mm upplevdes som knappt märkbara (Niska, et al., 2011).

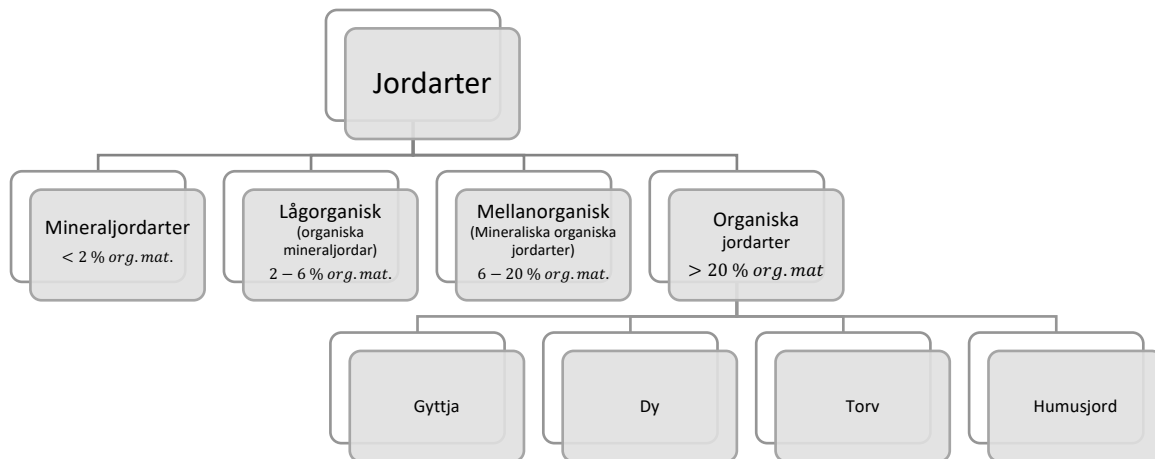
I studien delas de utvärderade cykelvägarna upp i delsträckor i intervall om 50 meter. Varefter en klassificering kunde utföras både med avseende på cyklisternas upplevda komfort men också efter resultatet av lasermätningen. Vid lasermätning delades varje delsträcka upp ytterligare i 5 meters intervall, där det för varje intervall identifierades en maximal höjdskillnad med en 0,5 meters rätskena. Detta gav alltså 10 stycken maxvärden för varje delsträcka. Dessa maxvärden låg sedan till grund för klassificeringen av varje 50 meters delsträcka. Man valde att se till det största värdet, medelvärdet och det tredje största värdet av maxvärdena längs med delsträckorna (Niska, et al., 2011). Klassificeringen gjordes enligt Tabell 4 nedan.

Tabell 4. Klassificering av delsträckor från studien gjord av VTI i Linköping 2011.

Klass	Nivå	Maxvärdet	Medelvärdet	Tredje största värdet
Röd	Sämst	3 st > 10mm	≥ 8mm	> 10mm
Gul	Medel	1 – 2 st 10mm	< 8mm	< 10mm
Grön	Bäst	< 10mm	< 6mm	< 10mm

2.4. Jordar och dess egenskaper

Geotekniskt delas jord upp i två huvudgrupper, organiska jordar och mineraljordar. Gränsen för när en jord kallas organisk är när det organiska innehållet överstiger 20 vikt%. Övergången mellan mineraljord och organisk jord är inte svart eller vit utan det finns två övergångsgrupper, lågorganisk, och mellanorganisk jord. Organiska jordarter är gyttja, dy, torv och humusjord. Detta redovisas i en schematisk bild i Figur 5 nedan.



Figur 5. Schematisk bild över indelningen av jordarter (Svenska geotekniska föreningen, 2016).

Mineraljordar är exempelvis sand och lera. Beroende på hur jordens hållfasthet uppstår kategoriseras jordarna ytterligare som kohesionsjord och friktionsjord. Exempelvis tillhör sand gruppen friktionsjordar medan lera tillhör gruppen kohesionsjordar (Statens geotekniska institut, 2019)

Det finns olika sätt att dela in jordar på, dessa indelningar kan exempelvis göras efter bildningssätt, efter sammansättning eller efter geotekniska egenskaper (Svenska geotekniska föreningen, 2016).

När det gäller indelning efter bildningssätt så delas jordarna in efter arten av ursprungsmaterial och avsättningsmiljö. Detta görs vanligen genom att skilja på kvartära bildningar och prekvartära. Kvartära bildningar delas ytterligare in i glaciala och postglaciala jordarter (Svenska geotekniska föreningen, 2016).

Till de prekvartära bildningarna i Sverige tillhör:

- Vittringsjordar (främst i form av leromvandlat berg)
- Sedimentära jordar (huvudsakligen i Skåne).

Till de kvartära bildningarna i Sverige tillhör:

- Moräner
- Isälvsediment
- Finkorniga havs- och sjösediment.

Till de postglaciala kvartära bildningarna i Sverige tillhör:

- Vittringsjordar (främst i fjälltrakterna).
- Älvsediment.
- Svallsediment.
- Vindsediment.
- Finkorna havs- och sjösediment.
- Torvjordar.
- Organiska sediment (gyttja och dy).
- Kemiska sediment.

När man delar in jorden efter sammansättning så görs detta först och främst genom huvudgrupperna organiska jordarter och mineraljordarter. Sedan klassificeras jordarterna ytterligare genom olika sätt beroende på ifall det är en mineraljord eller om det är en organisk jord. En organisk jord delas in efter art samt hur hög halt organiskt material den innehåller. Medan mineraljorden delas in efter kornfördelning (Svenska geotekniska föreningen, 2016).

En viktig indelning som är betydelsefull för en geoteknisk bedömning är indelningen efter geotekniska egenskaper. Detta är egenskaper såsom (Svenska geotekniska föreningen, 2016):

- Lagringstäthet.
- Odränerad skjuvhållfasthet.
- Sensitivitet.
- Konsistens.
- Överkonsolideringskvot.
- Tjälfarlighet.

En viktig egenskap hos jordarna är dess lagringstäthet, d.v.s. hur pass packad jorden är. Detta är ett mått som ofta används på jordar med större kornstorlek. Lagringstätheten i en jord bestäms vanligtvis med hjälp av resultat från någon form av sondering (Larsson, 2008)

En annan egenskap är jordens konsistens, där klassificeringen beror på jordens så kallade flyt- och plasticitetsgräns. Varpå man kan beräkna jordens plasticitetsindex (Larsson, 2008).

När det gäller finkorniga jordar är den odränerade skjuvhållfastheten ofta en klassificering som avgör hållfastheten i jorden. Värdet på den odränerade skjuvhållfastheten bestäms ofta på leror genom så kallade fallkonförsök. Försöket utförs genom att koner av varierande vikt och spetsvinkel släpps ner i provytan då spetsen tangerar provytan. Det finns således ett empiriskt samband mellan inträngningsdjupet i provytan och jordens odränerade skjuvhållfasthet. Ytterligare metoder för att utreda den odränerade skjuvhållfastheten är CPT-sondering då en stavformad sond med konisk spets trycks ned i marken med konstant hastighet. Från det nettospetsstryck som skapas mellan jorden och sonden kan den odränerade skjuvhållfastheten beräknas (Larsson, 2008).

Sensitiviteten är ett mått som motsvarar kvoten av den odränerade skjuvhållfastheten hos ostörd och hos omrörd jord som är finkornig. Denna egenskap har betydelse för bedömning av störningseffekterna i samband med exempelvis spontning eller pålning (Svenska geotekniska föreningen, 2016).

Vad som även ofta har stor betydelse för framförallt finkorniga jordars mekaniska egenskaper är det så kallade förkonsolideringstrycket. Detta är de tryck som jorden som mest tidigare har blivit utsatt för. Klassificeringen utgår från den så kallade överkonsolideringskvoten OCR. Denna kvot är förhållandet mellan det tryck som jorden

varit utsatt för som mest, σ'_c och det rådande trycket, σ'_0 . Är dessa två tryck lika stora så kallar man jorden normalkonsoliderad och är $\sigma'_c > \sigma'_0$ så kallar man jorden överkonsoliderad (Larsson, 2008). Beroende på konsolideringen i jorden följer den olika deformationsspänningskurvor.

När frost tränger sig ner i jord bildas kristaller vilket leder till porvattenundertryck. Detta tryck bidrar i sin tur sedan till att vatten från omgivningen sugas upp och anrikas, detta leder tillsammans med kristallernas storleksökning till tjällyftning. Tjälfarlighet är en viktig egenskap hos jordar och varje jord klassificeras efter hur tjälfarlig denna är (Svenska geotekniska föreningen, 2016). En sammanställning över tjälfarlighetsklasserna och en kort beskrivning för respektive klass redovisas i Tabell 6 nedan.

Tabell 5. Tjälfarlighetsklasser och dess beskrivning (Larsson, 2008).

Tjälfarlighetsklass	Beskrivning
1	Icke tjällyftande jordarter. Klassen omfattar materialtyp 2.
2	Något tjällyftande jordarter. Omfattar materialtyp 3B.
3	Måttligt tjällyftande jordarter. Omfattar materialtyp 4A och 4B.
4	Mycket tjällyftande jordarter. Omfattar materialtyp 5.

Beroende på hur god användbarhet som vägbyggnadsmaterial ett jordmaterial är graderas jordarna från 1 till 7, vilket representerar jordartens så kallade materialtyp. En sammanställning av kraven för de olika nivåerna för respektive materialtyp redovisas i Tabell 5 nedan.

Tabell 6. Nivåer för jordarters materialtyp och dess klassificering (Svensk byggtjänst, 2017a).

Materialtyp	Mycket grovjord [%]	Finjord [%]	Ler [%]	Organisk halt [%]	Tjälfarlighetsklass
1 (Berg)				≤ 2	1
2	≤ 40	≤ 15		≤ 2	1
3A		≤ 30		≤ 2	2
3B	≤ 40	15 – 30		≤ 2	2
4A	≤ 40	30 – 40		≤ 2	3
4B	≤ 40	> 40	> 40	≤ 2	3
5A	≤ 40	> 40	≤ 40	≤ 2	4
5B				3 – 6	4
6A				7 – 20	3
6B				> 20	1
7	Restmaterial				

2.4.1. AMA Anläggning och organiskt material

I AMA Anläggning 17 avsnitt CEB.112 finns det en del restriktioner vad gäller den organiska halten i fyllnadsmaterialet. Vägar delas in i kategorier A, B och C där olika krav ställs. I kategori A och B skiljs det på om fyllningen består av grovkornig jord och krossmaterial eller om den består av bland- och finkornig jord. Den grovkorniga jorden och krossmaterialet tillhör materialtyp 1 och 2 medan bland- och finjorden består av materialtyp

3B, 4A, 4B och 5A. Vad gäller kategori C så ingår materialtyperna 1, 2, 3B, 4A, 4B och 5B (Svensk byggtjänst, 2017a).

Vad gäller användningsområdet finns det i AMA Anläggning 17 avsnitt CEB.112 beskrivet att kategori A ska användas då terrassytan är större än 5000 kvadratmeter samt om årsdygnstrafiken är över 1000. I avsnitt DC finns det beskrivet för vad de olika kategorierna används för. Kategori A ska tillämpas då stora krav ställs på den färdiga ytan, exempelvis vid referenshastigheten 70 km/h eller högre. Kategori B har anpassats till de krav som normalt ställs på vägar i tätort. Kategori C är tänkt att tillämpas för gång- och cykelvägar (Svensk byggtjänst, 2017a).

Nedan visas Tabell 9 som sammanfattar kraven som ställs i AMA Anläggning för de olika kategorierna med avseende på den organiska halten för fyllnadsmaterial.

Tabell 7. Krav för de olika kategorierna i AMA anläggning som avser fyllnadsmaterial (Svensk byggtjänst, 2017a).

	Kategori A	Kategori B	Kategori C
Användning	Terrassyta > 5000m ² ÅDT _{tot} > 1000	Vägar i tätort	Gång- och cykelvägar
Krav org. halt	≤ 2 vikt%	≤ 2vikt%	≤ 2vikt%
Avstånd till jord med org.halt > 2 vikt – %	2 m under färdig vägyta 1m under terrassytan	1 m under terrassytan	-

Det enda krav som finns angående jord som inte används som fyllnadsmaterial, det vill säga befintliga massor som används direkt som terrassmaterial, avser kategori A. Här finns det beskrivet att jord av materialtyp 2, 3 och 4 med en organisk halt mellan 2- och 6 vikt% ska utföras som en jord av materialtyp 5A. Jord innehållande högre organisk halt än 6 vikt% ska inte förekomma på ett närmre avstånd än 2 meter under färdig vägyta (Svensk byggtjänst, 2017a).

2.4.2. Mineraljordar

Mineraljordar byggs upp av mineral- och lerpartiklar vilka brukar kallas jordens ”skelett”. Varpå det utrymme som finns mellan partiklarna utgörs av porer. I dessa porer återfinns antingen porgas, porvatten eller både delarna (Larsson, 2008).

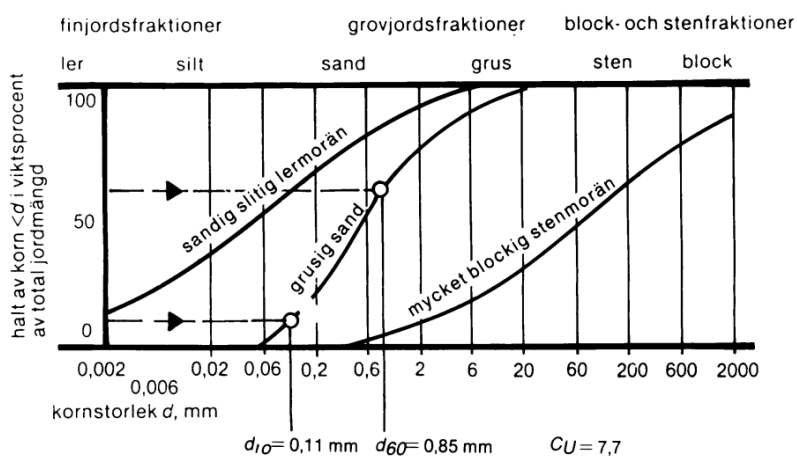
Mineralkornen består av framförallt kisel föreningar, exempelvis kvarts, fältspat, glimmer och klorit. Men också olika sulfider och karbonater kan förekomma (Larsson, 2008)

Klassificeringen av mineraljordar bygger på kornstorleken hos de ingående kornen i mineraljorden. Det är också genom kornstorleken som man klassar en mineraljord som friktions- eller kohesionsjord, vilket det som tidigare nämnts har betydelse för jordens hållfasthet. I Tabell 7 nedan visas hur en jord utifrån dess fraktioner kan namnbestämmas.

Tabell 8. Fraktionernas inverkan på namngivningen av jord (Larsson, 2008).

Fraktion	Fraktionsstorlek i viktprocent av material $\leq 63\text{mm}$	Fraktionsstorlek i viktprocent av material $\leq 0,063\text{mm}$	Tilläggsord	Huvudord
Grus	20 – 40		Grusig	
	> 40			Grus
Sand	20 – 40		Sandig	
	> 40			Sand
Silt + Ler (finjord)	5 – 15	< 20	Något siltig	
		20	Något lerig	
	15 – 40	< 20	Siltig	
		20	Lerig	
	> 40	<10		Silt
		10 – 20	Lerig	Silt
		20 – 40	Siltig	Lera
		> 40		Lera

Ett vanligt sätt att beskriva hur de olika fraktionerna i en jord förhåller sig är att använda en så kallad kornfördelningskurva. I det diagram där kornfördelningskurvan ritas upp visar den vertikala axeln vikt% av varje fraktion medan den horisontala axeln visar kornfraktioner. I en viss punkt på kurvan så visar den att en andel av jorden är mindre än viss fraktion. Exempel på sådana kurvor visas i Figur 6 nedan.



Figur 6. Exempel på kornfördelningskurva (Larsson, 2008).

Friktionsjordar skapar sin hållfasthet genom den friktionskraft som återfinns mellan kornen i jorden. Det är av stor betydelse för om en friktionsjord befinner sig över eller under grundvattenytan eftersom friktionskraften minskar och därmed också hållfastheten om jorden befinner sig under denna yta. Måttet på hållfasthet hos en friktionsjord bestäms med en så kallade friktionsvinkel. En handfast metod för att mäta friktionsvinkeln är då en torr friktionsjord silas ut på en slät yta, vinkeln som bildas mellan ytan och jordhögen precis innan kornen börjar rulla och skapar ras är just friktionsvinkeln hos den utforskade jorden (Statens Gotekniska Institut, 2019).

I en kohesionsjord binder inte enbart friktionen kornen samman, utan även den fysikaliska kraften kohesion. Denna kraft verkar mellan de mycket små kornen och skapar en vidhäftning mellan partiklarna. Det är framförallt lera som skapar detta fenomen mellan

kornen, men även siltjordar kan skapa denna kraft. Till skillnad från friktionsjordarna så rullar inte kornen mot varandra när hållfastheten överskrids, utan hos kohesionsjordar skapas skred då större kokor av jord flyter isär (Statens Gotekniska Institut, 2019). Det är alltså den odränerade skjuvhållfastheten som utgör måttet för hållfastheten hos kohesionsjordar.

2.4.3. Jord med högre organiskt innehåll

För att kunna anta att en jord är organisk eller inte så krävs kunskap om viktförhållandet mellan den organiska massan och den totala fasta massan.

Mineraljordar, såsom sand, grus eller lera är ofta beblandat med organiska jordar men det förekommer även jordar som består helt av organiskt material. Hur stor denna del organiskt material utgör påverkar jordens egenskaper väsentligt, framförallt de mekaniska egenskaperna. Detta medför utöver att jordarna klassificeras efter kornfraktioner, att den även klassificeras efter hur stor del organiskt material de innehåller (Larsson, 2008).

De organiska jordarna eller humusjordarna som de också benämns indelas i fyra huvudgrupper: gyttja, dy, torv och humusjord. Gyttja som till stor del består av nerbrutna rester från växter och djur har en grön och brunaktig färg och en elastisk konsistens (Larsson, 2008). Gyttja kan sedan ytterligare delas in i strandgyttja, sjögyttja, alggyttja och kalkgyttja (Svenska geotekniska föreningen, 2016). Färgen på dy är mer åt det svarta hållet och består av utfälld humussubstans. Konsistensen på dy är lös och klibbig. Torv är bildat av rester från växter och kan delas in i kärrtorv och mosstorv (Svenska geotekniska föreningen, 2016). Kärrtorven innehåller många gånger substans ifrån dy och är högförmultnad. Medan Mosstorvens förmultningsgrad är väldigt varierad och beror på dess djup (Svenska geotekniska föreningen, 2016).

Det översta lagret i marken är vanligen bildat genom att döda växter, djur och andra organismer har förmultnat. I skogsmark är detta översta skikt kallat för mår, eller råhumus som har en markant växtstruktur. Medan den i odlad mark benämns för mull som har en mer lucker struktur. När det gäller ängsmark så är även här det översta lagret i marken mullhaltigt (Svenska geotekniska föreningen, 2016).

Det bör tas i beaktan att matjord (humusjorden) inte tas med som en huvudtyp när de organiska jordarna indelas efter sammansättning. Detta då det finns krav på halten organiskt innehåll, pH-värde och innehåll av andra organiska ämnen för att jorden skall klassas som matjord. Därmed är de tre huvudgrupperna vid indelning sätt till sammansättning: torv, dy och gyttja (Svenska geotekniska föreningen, 2016).

Jordarna klassificeras efter andelen organiskt material enligt Tabell 8 nedan.

Tabell 9. Organiska jordarters klassificering och benämning (Larsson, 2008).

Benämning	Typ av jord	Organiskt innehåll [%]	Exempel
Lågorganisk	Organisk mineraljord	2–6	Mullhaltig lera, gyttjig lera, dyig lera
Mellanorganisk	Mineralisk organisk jord	6–20	Lerig mulljord, sandig mulljord, lerig gyttja
Högorganisk	Organisk jord	>20	Gyttja, dy, mulljord

Halten organiskt innehåll i en jord kan tas fram genom flera olika metoder, och det organiska innehållet kan utgöras av olika typer organiskt material. Detta bidrar till att det är av stor vikt

att dokumentera och redovisa vilken typ av metod som använts och hur man gått tillväga. En metod för att utreda detta är genom den så kallade glödgningsförlustmetoden. Denna metod baseras på att först mäta vikt förlusten när jorden torkas i 105°C med syftet att frigöra allt fritt vatten i jorden. Sedan glödgas jorden vid en betydligt högre temperatur i 60 minuter. Men även inom denna metod finns det variationer då glödningstemperaturen kan variera, allt från 500 °C till 950 °C. Detta har betydelse för resultat och bör tas i beaktning vid analys. Vid bestämning av organisk halt i en jord skall materialet siktas och jorden som undersöks skall ha en fraktion på mindre än 2 mm (Svenska geotekniska föreningen, 2016). Det uppstår en hel del felkällor vid mätningar med denna metod eftersom det vid glödningen avgår kristallint vatten samt koldioxid. Det krävs då att man med erfarenhetsvärden reducerar vikt förlusterna. Då jordar innehåller mindre än 20 vikt% organiskt material uppstår det stora felkällor vid glödningen vilket medför att denna metods validitet minskar avsevärt. Det kan då krävas att man använder mer precisa metoder så som kolorimetermetoden eller kolanalysator (Larsson, 2008).

För att beskriva en jords egenskap används ofta inom geotekniken dess vattenkvot som mått. När man pratar om rena mineraljordar med en kompakt densitet på omkring 2700 kg/m³ så är det ofta ganska enkelt att beskriva förhållandet mellan vatten och fast material. I dessa fall så beskrivs vattenkvoten som förhållandet mellan det fasta materialet och porvolymen när jorden utsätts för olika stor mängd vatten. Om det blandas in organiskt material med mycket lägre kompakt densitet i en jord så ändras förhållandet mellan porvolym och fast volym vid en specifik vattenkvot, vilket gör det hela mer komplicerat (Larsson, et al., 1985).

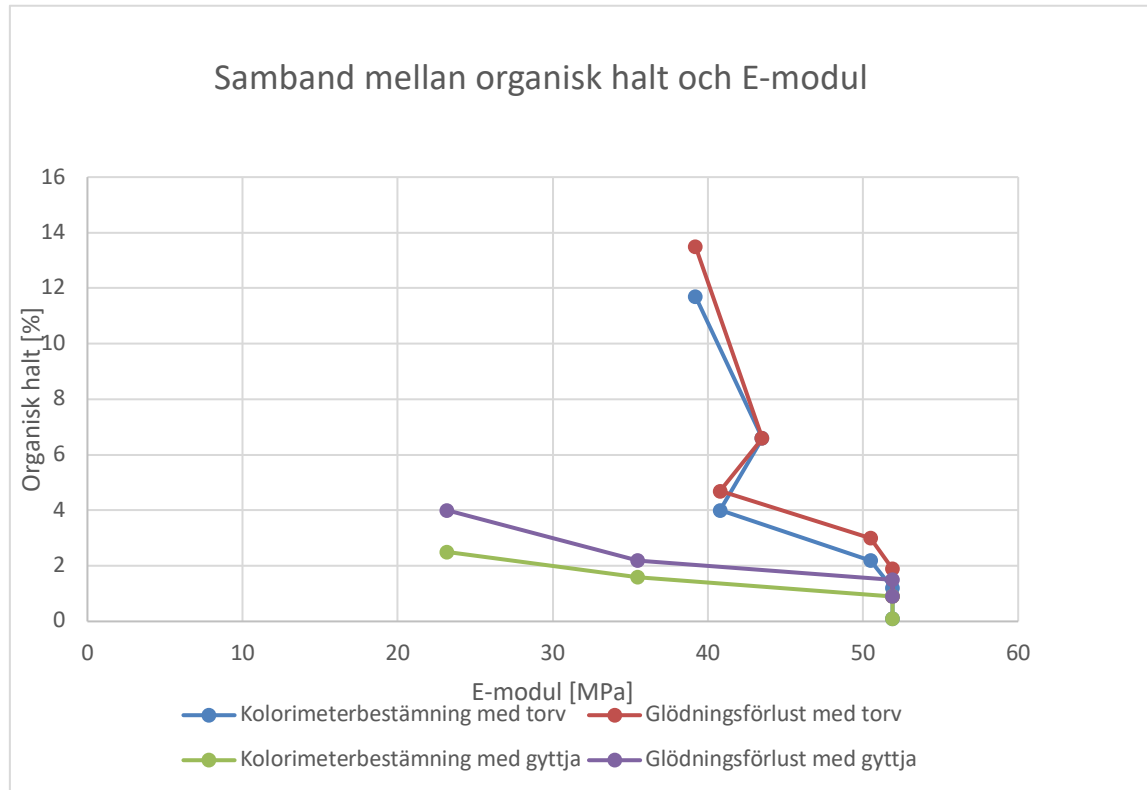
På grund av den öppna strukturen och dess låga densitet har den oförmultnade organiska jorden ofta mycket lågt förkonsolideringstryck vilket bidrar till en mycket stor förmåga att komprimeras. Den höga kompressibiliteten gäller även för organiska jordar som har förmultnat. Allt detta bidrar till att halten organiskt innehåll i en jord påverkar hållfasthetsegenskaperna väsentligt (Larsson, et al., 1985).

2.4.4. Samband mellan elasticitetsmodul och organisk halt

I en studie som VTI utfört år 1989 med Vägverket som uppdragsgivare har det undersökts hur den organiska halten påverkar jord- och stenmaterials vägtekniska egenskaper (Bäckman, 1989). I studien jämförs även metoder för att bestämma den organiska halten, metoderna som jämförts var glödgningsmetoden och kolorimetermetoden. Ursprungsmaterialet som användes i studien var krossmaterial och innehöll därmed inledningsvis inget organiskt material. För att utreda sambandet mellan organisk halt och elasticitetsmodul tillsattes olika mängd torkad torv (med organisk halt på 88 %) eller torkad och mald gyttja (med organisk halt på 55 %).

Materialet siktades innan torven eller gyttjan tillsattes och på fraktioner mindre än 16 mm utfördes bestämning av elasticitetsmodul enligt SEB-metoden med material innehållande olika halter av torv/gyttja. Materialet siktades även ytterligare till fraktioner mindre än 2 mm innan torv/gyttja tillsattes. På dessa fraktioner bestämdes kapillariteten, den organiska halten med glödgningsmetoden samt den organiska halten med kolorimetermetoden (Bäckman, 1989).

I Figur 7 visas resultatet av studien som beskriver hur E-modulen varierar med den organiska halten. Fyra samband är beskrivna där olika metoder för respektive samband har använts. Ett samband där torv använts som organisk "källa" där den organiska halten har bestämts med kolorimeterbestämning. Ett samband där torv använts men där den organiska halten har bestämts genom glödgningsförlusten. Och vidare samma procedur fast där gyttja använts som organisk källa.

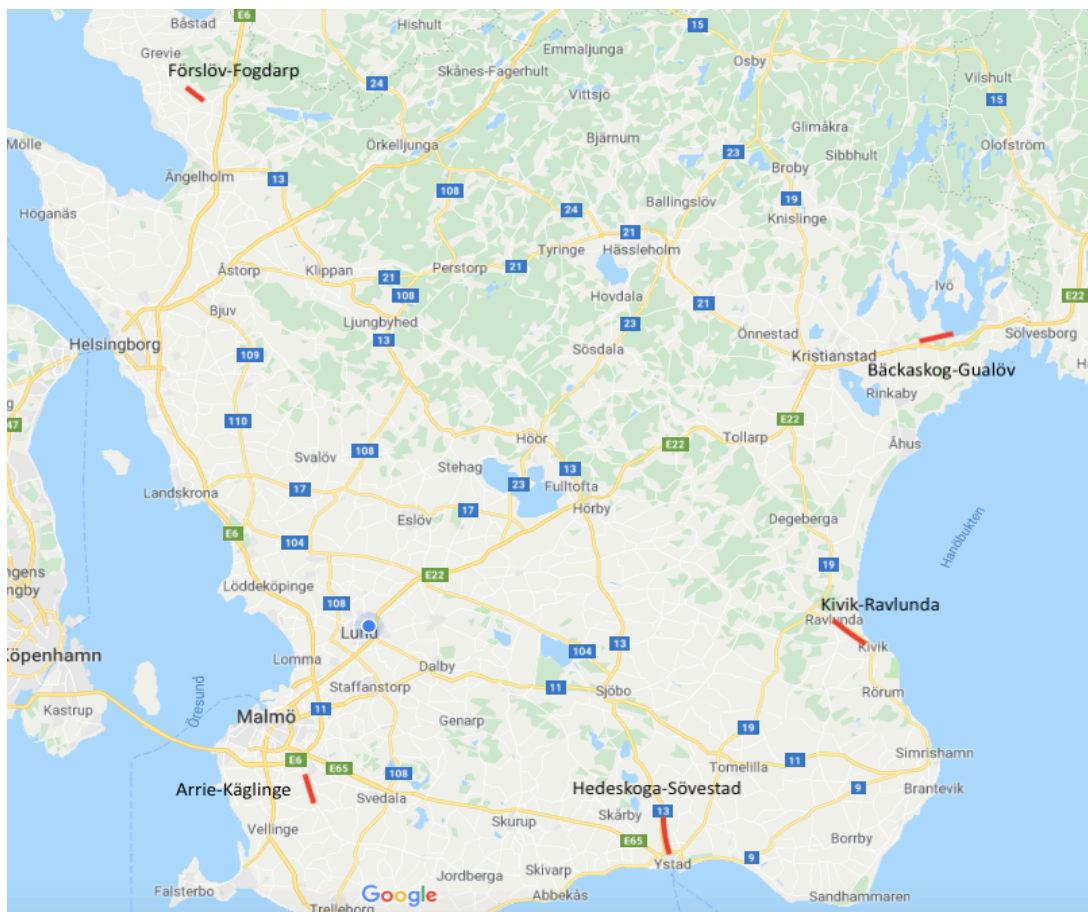


Figur 7. Samband mellan organisk halt och E-modul (Bäckman, 1989).

Det som kan konstateras utifrån resultatet av studien är att det är en stor skillnad på sambanden beroende på vilken typ av organisk jord som använts vid undersökningarna. Användningen av torv ger vid högre halter organisk halt betydligt högre E-modul i jämförelse med vid användningen av gyttja. Det man också kan tyda är att glödningsförlusterna ger en organisk halt som är något större än vid kolorimeterbestämningen. Det mest anmärkningsvärda är kanske den stora förändring i E-modul som sker vid- eller strax under 2 vikt% organisk halt.

3. Fallstudie

I detta avsnitt presenteras de olika cykelvägar mer ingående som i detta arbete har studerats. Presentationen bygger på underlag om vägarna i form av vägtekniska PM och markteknisk undersökningsrapport (MUR). I Figur 8 nedan visas en orienteringskarta som beskriver var de olika objekten hittas. Cykelvägen i nordväst, mellan Förslöv och Fogdarp är byggd som utförandeentreprenad, likaså cykelvägen i sydväst mellan Arrie – Käglinge. Båda dessa är byggda som utförandeentreprenad. Cykelvägarna i sydöst mellan Kivik och Ravlunda och mellan Hedeskoga och Sövestad är också byggda som utförandeentreprenad men här har Trafikverket valt att behålla massor med en högre organisk halt. Cykelvägen mellan Bäckaskog och Gualöv är byggd som totalentreprenad.



Figur 8. Orienteringskarta över de fem cykelvägarna.

3.1. Cykelväg Arrie – Käglinge

En gång- och cykelväg har anlagts mellan Käglinge och Arrie i södra Skåne utanför Malmö. Vägen löper utmed den redan befintliga väg 101 och har en längd på cirka 1,6 km (Trafikverket, 2018b). Den nya cykelvägen korsar anslutande vägar på två platser varav en

är asfalterad och en är grusad. Utöver cykelvägen så anläggs sex stycken vägportar för att bidra till ökad trafiksäkerhet (Trafikverket, 2018b).

Undergrunden längs sträckan utgörs främst av naturgrus, men det förekommer även partier av lera och sand (Trafikverket, 2018b). Cykelvägen är dimensionerad efter en terrastyp av materialtyp 4A och att den utsätts för en enstaka extremlast som innefattar högst 8 tons axiellast som i sin tur motsvarar 40 kN och som belastar en kvadratisk yta med sidorna 0,2 m (Trafikverket, 2018b).

Överbyggnaden dimensionerades enligt följande (Trafikverket, 2018b):

- 40 mm bitumenbundet slitlager.
- 80 mm obundet bärlager.
- 350 mm förstärkningslager.

Marken sluttar något söderut och plushöjden i norr mäter 46 m.ö.h och i söder 38 m.ö.h. Vegetationen består till största del av åkermark och jorden av lermorän (under fyllning och mulljord). Nedan beskrivs de olika jordtyperna som finns längs med vägsträckan:

- Mulljorden längs med vägsträckan har en mäktighet mellan 0,3 och 0,4 m. Den har en organisk halt mellan 4 och 5 % och en vattenkvot mellan 12 och 16 % (Trafikverket, 2018a).
- Fyllningen längs med vägsträckningen består av mulljord och mullhaltig lermorän. Mulljorden befinner sig överst i lagerföljden och har en mäktighet på mellan 0,3 och 0,4 m. Den mullhaltiga lermoränen har en mäktighet mellan 0,4 och 1,5 m (Trafikverket, 2018a).
- Lermorän befinner sig under mulljord och fyllning på ett djup mellan 0,3 och 1,2 m. Utifrån CPT-sondering som utförts så har jordlagret en väldigt hög skjuvhållfasthet. Vattenkvoten i detta lager ligger mellan 11 och 14 % (Trafikverket, 2018a).
- Sandmorän befinner sig på varierande djup längs med sträckningen och har en vattenkvot mellan 11 och 18 % (Trafikverket, 2018a).
- Sand förekommer även den på varierande djup längs med sträckningen och med varierande mullhalt. Vattenkvoten för sanden har uppmätts till 14 % (Trafikverket, 2018a).
- Torv förekommer endast i en punkt på vägsträckan och befinner sig 1,8 m under markytan. Den har en vattenkvot som uppmätts till 598 % och en organisk halt på 91 %. Under torven i denna punkt förekommer ett 0,7 m lager av gyttjig lera. Även detta har en hög vattenkvot, 171 % och en organisk halt på 27 %. Dessa jordlager har en väldigt låg skjuvhållfasthet (Trafikverket, 2018a).
- Lera förekommer endast i en punkt längst med vägsträckan och har en mäktighet på 1,9 m (Trafikverket, 2018a).

Nedan i Tabell 10 beskrivs översiktligt vilka jordlager som förekommer utmed vägsträckningen ihop med dess materialtyp och tjälfarlighetsklass.

Tabell 10. Jordlager längs med sträckningen och dess egenskaper (Trafikverket, 2018a).

Jordlager	Materialtyp	Tjälfarlighetsklass
Mulljord	6B	1

Fyllning (mulljord, lermorän)	6B, 5A	1, 4
Lermorän	5A	4
Sandmorän	2	1
Sand	2	1
Torv	6B	1
Lera	4B	3

I Bilaga 1 finns en noggrannare beskrivning av vilka jordar som förekommer längs med sträckan. Materialet i denna bilaga är hämtat från den geotekniska undersökningen som genomförts (MUR) där skruvprovtagning och glödgningsförlustmetoden utförts. Det kan konstateras att det översta skiktet består av mull- eller humusjord med en mäktighet på omkring 0,3 m. Detta lager följs ofta av ett lager av sand eller lera med en större mäktighet.

Det anses inte finnas någon större risk för stabilitets eller sättningsproblem utmed sträckan. Punkten på sträckan där det förekommer ett lager torv bedöms inte heller orsaka några problem då lagret ligger på ett så pass stort djup att detta inte behöver schaktas bort (Trafikverket, 2018a).

All vegetation och ytlig organisk jord skall banas av respektive schaktas bort. Då den organiska halten på mulljorden inte överstiger 6 % längs med sträckan utan ligger mellan 4–5 % bedöms mulljorden kunna kvarstå (Trafikverket, 2018a).

Den organiska halten som har bestämts i sju stycken mätpunkter och har utförts av WSP genom mätning av glödgningsförluster. Detta är inte den metod som finns föreskrivet, Trafikverket har ändå valt att godkänna detta avsteg (Trafikverket, 2018e).

3.2. Cykelväg Hedeskoga – Sövestad

Projektet omfattar en nybyggnad av en gång- och cykelväg mellan Hedeskoga och Sövestad i Ystad kommun. Den är cirka 5 km lång och löper längs med väg 13. Hedeskoga har en plushöjd på cirka 40 m.ö.h. och Sövestad en plushöjd på cirka 55 m.ö.h (Trafikverket, 2016b).

De geotekniska undersökningar som inför anläggningen av cykelvägen genomförts är skruvprovtagning, CPT-sondering, provtagning i befintlig väg och installation av grundvattenrör. Dessa undersökningar genomfördes i maj 2015. Det kunde konstateras att jorden i huvudsak bestod av lermorän med ett överlagrande skikt av mulljord med en mäktighet varierande mellan 0,3 och 0,5m (Trafikverket, 2016b).

I Bilaga 1 finns en noggrannare beskrivning av vilka jordar som förekommer längs med sträckan. Materialet i denna bilaga är hämtat från den geotekniska undersökningen som genomförts (MUR). Det som redovisas i bilagan är resultatet från skruvprovtagning och glödgningsförluster. Det kan konstateras att det översta skiktet i jorden framförallt består av mulljord eller mullhaltig sand/lera med en mäktighet kring 0,3 m. Detta lager följs av ett fastare material så som ler- eller sandmorän.

I det tekniska PM:et för geoteknik längs med cykelvägen står det beskrivet att all vegetation ska banas av och att all ytlig organisk jord ska avlägsnas. Detta gäller organisk jord med ett organiskt innehåll på mer än 6 vikt%. Denna typ av jord skulle kunna innefatta det översta skiktet av mulljord längs med sträckan. Det står även att det inte får förekomma organisk

jord på ett djup om 1 meter under terrassytan om inte överbyggnaden dimensioneras för att terrassen ska bestå av materialtyp 6B och tjälfarlighetsklass 1 (Trafikverket, 2016b).

Med detta som grund utförs följande bedömningar:

- Mellan längdmätning 0 och 1/200 görs bedömningen att ingen mulljord behöver avlägsnas (Trafikverket, 2016b).
- Mellan längdmätning 1/200 och 2/400 görs bedömningen att mulljorden med en mäktighet om ca 0,3 m behöver avlägsnas mellan längdmätning 2/035 och 2/110 (Trafikverket, 2016b).
- Mellan längdmätning 2/400 och 3/600 görs bedömningen att mulljorden med en mäktighet om ca 0,3 m behöver avlägsnas mellan längdmätning 2/665 och 2/981 (Trafikverket, 2016b).
- Mellan längdmätning 3/600 och 4/488 görs bedömningen att mulljorden med en mäktighet om ca 0,5 m behöver avlägsnas mellan km 3/699 och 4/010 (Trafikverket, 2016b).

De geotekniska undersökningarna är detaljerade vilket innebär att vägen kan delas upp i många mindre sektioner med olika dimensionering. Rekommendationer för vilken materialtyp som dimensioneringen av överbyggnaden ska utföras enligt finns beskrivet i det tekniska PM:et för geoteknik. Variationen av materialtyp är dock inte så stor utan utgörs endast av två olika typer, 5A och 5B (Trafikverket, 2016b).

Bygghandlingen som studerats visar att överbyggnaden har dimensionerna 45 mm slitlager, 80 mm bärlager och 320 mm förstärkningslager. På vissa ställen är överbyggnaden förstärkt med ett förstärkningslager på 425 mm.

3.3. Cykelväg Kivik – Ravlunda

Anläggningen är en gång och cykelväg som löper mellan Kivik och Ravlunda längs med väg 9. Det är en sträcka om cirka 4,5 km, där största delen omgivande mark utgörs av åkermark (Trafikverket, 2018c).

Jorden som förekommer i området enligt SGU:s jordartskarta består av isälvsediment då i form av sand, glacial lera, postglacial sand och lermorän. Jorddjupet varierar ganska kraftigt mellan 3 och 50 meter (Trafikverket, 2018c).

Vid de geotekniska undersökningarna som utförts har det valts att dela in sträckan i delsträckor utifrån de geotekniska förhållandena som råder. I Tabell 11 visas de olika delsträckorna och vad jordarna har för egenskaper.

Tabell 11. Sammanställning av de olika delsträckorna, dess materialtyp och andra egenskaper (Trafikverket, 2018f).

Delsträcka	Längdmätning	Mtrl. typ	Tjälfarlighe tsklass	Dränerings grad	Användbarhet till bank/terrass
1	0/000– 0/300	3A	2	Hög	God
2	0/300– 1/200	5A	3	Låg	Mindre God
3	1/200– 1/630	3B	2	Hög	God
4	1/630– 2/450	4A	2	Hög	God
5	2/450– 2/900	4A	3	Hög	God
6	2/950– 3/350	3B	2	Hög	God
7	3/350– 3/850	4A	3	Hög	God
8	3/850– 4/350	4A	2	Hög	God

Vid dimensionering av den nya cykelvägen har PMS-objekt använts. Dimensioneringen har skett för 150 000 standardaxlar samt enstaka last för driftsfordon. För de sektioner där vägfordon kan framföras eller vid infarter har dimensioneringen skett för 500 000 standardaxlar, där har även överbyggnaden beräknats för två bitumenbundna lager. Dimensioneringsperioden har varit 20 år och klimatzon 1 har antagits (Trafikverket, 2018f).

Med syftet att inskränka så lite som möjligt på befintlig mark så kommer cykelvägen längs med sträckningen på en del platser löpa dikt an mot den befintliga väg 9. Cykelvägen kommer då endast avskiljas med en vägmarkering, detta innebär att den på dessa platser kan komma att bli trafikerad av vägfordon och medför en kraftigare dimensionering (500 000 standardaxlar). Där cykelvägen endast kan belastas av cykel- och gångtrafikanter, d.v.s. där den är avskild med vägdike kan en lättare dimensionering utföras. Det utfördes två olika dimensioneringar av denna typ av cykelväg, en med ett tjockare slitlager utan bundet bärlager och en med ett tunnare slitlager med ett bundet bärlager. Dimensioneringen av överbyggnaden är också beroende av vilken materialtyp som terrassen består av. Resultatet av dimensioneringen presenteras i Tabell 12.

Tabell 12. Sammanställning av dimensionering till cykelväg Kivik - Ravlunda (Trafikverket, 2018c).

Cykelväg avskild från väg 9 med vägdikey. Utan bundet bärlager			
Materialtyp	3B	4A	5A
Slitlager [mm]	40	40	40
Bundet bärlager [mm]	0	0	0
Obundet bärlager [mm]	80	80	80
Förstärkningslager [mm]	240	300	350
Total överbyggnad [mm]	360	420	470
Cykelväg avskild från väg 9 med vägdikey. Med bundet bärlager			
Materialtyp	3B	4A	5A
Slitlager [mm]	25	25	25
Bundet bärlager [mm]	35	35	35
Obundet bärlager [mm]	80	80	80
Förstärkningslager [mm]	240	300	350
Total överbyggnad [mm]	360	420	470
Cykelväg avskild från väg 9 med vägmarkering			
Materialtyp	3B	4A	5A
Slitlager [mm]	40	40	40
Bundet bärlager [mm]	50	50	50
Obundet bärlager [mm]	80	80	80
Förstärkningslager [mm]	420	420	420
Total överbyggnad [mm]	590	590	590

Ett tunnare slitlager gör det möjligt att använda en mindre ballastfraktion och därmed en ökad komfort, men den kostnadsökning som uppstår i samband med att ett bundet bärlager då krävs ansågs vara för hög till följd av komfortökningen då cykelvägen kommer användas som en sommarcykelväg. Därför har denna dimensionering förkastats (Trafikverket, 2018c).

Det har genomförts mätningar av den organiska halten i jorden som ska fungera som undergrund. Metoden som använts var glödningsförlusten. Resultatet visar att den organiska halten varierar mellan 1 och 7 vikt%. Trots den relativt höga organiska halt har det för denna cykelväg valts att låta de befintliga massorna ligga kvar och fungera som terrass, detta har godkänts av Trafikverket. (Trafikverket, 2018d).

Från Projekterings PM:et för geotekniken kan det utläsas vilken jordlagerföljd som löper längs med sträckan. Nedan följer en beskrivning av jordlagren i ytskiktet längs med cykelvägens dragning.

- Mellan längdmätning 0/000 och 0/300 består det översta skiktet av 0,2 – 0,7 m mullhaltig sand och underlagras av 1,3 – 2,8 m sand.
- Mellan längdmätning 0/300 och 1/200 består det översta skiktet av 0,2 – 1,45 m sandig mulljord och underlagras av ca 2,2 m sand och ställvis 2,0 m lera.
- Mellan längdmätning 1/200 och 1/630 består det översta skiktet av 0,1 – 0,2 m mullhaltig sand och underlagras av 1,5 – 3,5 m sand.
- Mellan längdmätning 2/630 och 2/450 består det översta skiktet i huvudsak av 1,0 – 1,6 m mullhaltig jord/sand och underlagras av 0,0 – 2,2 m sand och ställvis 0,0 – 2,0 m lera.
- Mellan längdmätning 2/450 och 2/900 består det översta skiktet av 0,2 – 1,8 m mullhaltig sand och underlagras av 0,1 – 1,0 m sand, 0,1 – 1,3 m silt och 0,0 – 0,5 m lera.

-
- Mellan längdmätning 2/950 och 3/350 består det översta skiktet av 0,1 – 1,3 m mullhaltig sand och underlagras generellt ren sand.
 - Mellan längdmätning 3/350 och 3/850 består det översta skiktet av 0,3 – 1,2 m mullhaltig sand och underlagras av 0,2 – 1,2 m sand och 0,3 – 0,8 m silt.
 - Mellan längdmätning 3/850 och 4/350 består det översta skiktet av 0,2 – 1,6 m mullhaltig sand och underlagras av 1,1 – 2,8 m sand.

I Bilaga 1 återfinns en noggrannare beskrivning av de två översta jordlagren baserad på den geotekniska undersökning som genomförts (MUR). Bilagan baseras på resultaten från skruvprovtagning samt glödgningsförlustmetoden.

3.4. Cykelväg Bäckaskog – Gualöv

En 3,5 km lång gång- och cykelväg har anlagts längs med det befintliga järnvägsspåret mellan Bäckaskog och Gualöv. Projektet bedrivs som totalentreprenad av PEAB (Trafikverket, 2015a).

Topografin längs med sträckan är relativt flack och plushöjderna för marknivån varierar mellan +9,7 m och +13,3 m. Vegetationen består i huvudsak av åkermark och mellan vissa partier är marken uppfylld med blandat material (Trafikverket, 2015a). Enligt den tekniska beskrivningen som finns att tillgå från projektet kan det konstateras att det förekommer mulljord längs med GC-banan som har en varierande mäktighet mellan 0,3–0,6 m. Entreprenören räknar i detta projekt med ett medelvärde av mäktigheten på 0,4 m för mulljorden. Under delar av sträckan överstiger mullhalten i jorden 6 % (Trafikverket, 2015a).

I Bilaga 1 återfinns en noggrannare beskrivning av de två översta jordlagren baserad på den geotekniska undersökning som genomförts (MUR). Bilagan baseras på resultaten från skruvprovtagning samt glödgningsförlustmetoden. Från bilagan kan det konstateras att entreprenörens uppskattningar om mäktighet och organisk halt på mulljorden stämmer bra. Det kan också konstateras lagret av mulljord vanligen följs av ett lager med sand eller finsand.

3.5. Cykelväg Förslöv – Fogdarp

Projektet omfattar en gång- och cykelväg utmed väg 1723. Den nya cykelvägen sträcker sig från Margaretetorp fram till Båstads kommungräns och ansluter till befintlig gång- och cykelväg i respektive ände (Trafikverket, 2019). Tidigare beblandades cyklisterna sig med bilisterna utmed vägen. Mellan den befintliga bilvägen och den nya cykelbanan anläggs ett cirka 2 m brett dike (Trafikverket, 2019).

När det gäller jordarna så utgörs de naturligt lagrade jordarna framförallt av sand och morän. Sandlagrets mäktighet varierar mellan 0–2,5 m. Över de naturligt lagrade jordarterna påträffas fyllningar för den redan befintliga vägen (Trafikverket, 2019). Där fyllning inte förekommer finns humusjord med en mäktighet på 0,3–0,4 m. I vägslänt och utanför slänt består fyllningarna av lerig humusjord och ibland en jord i form av något humushaltig grusig sand. I nedanstående Tabell 13 beskrivs de olika förekommande jordmaterialen längs vägsträckan med dess materialtyp och tjälfarlighet.

Tabell 13. De olika förekommande jordmaterial med dess egenskaper (Trafikverket, 2019).

Jordlager	Materialtyp	Tjälfarlighet
Siltig finsand	3B	2
Grusig sand	2	1
Sandig lermorän	4B	3
Siltmorän	5A	4
Siltig sandmorän	3B	2
Fyllning (Lerig humusjord, humushaltig grusig sand)	6A, 2	1

Materialet i terrassen varierar från 2 till 3B. Gång- och cykelbanan dimensioneras efter typ 3B och i slänten till befintlig väg där det förekommer lerig humusjord skall de schaktas bort och ersättas med en materialtyp på minst 3B. Likaså schaktas alla jordlager med mulljord bort. I övrigt betraktas det inte kunna uppstå några stabilitets- eller sättningsproblem längs med vägsträckan (Trafikverket, 2019).

I Bilaga 1 återfinns en noggrannare beskrivning av de två översta jordlagren baserad på den geotekniska undersökning som genomförts (MUR). Bilagan baseras på resultaten från skruvprovtagning samt glödgningsförlustmetoden.

3.6. Sammanvägning

Cykelvägen mellan Arrie och Käglinge är byggd som en utförandeentreprenad strikt enligt AMAs restriktioner. Överbyggnaden är dimensionerad efter en materialtyp 4A i terrassen. Dimensionerna var 40 mm slitlager, 80 mm obundet bärlager och 350 mm förstärkningslager.

Cykelvägen mellan Hedeskoga och Sövestad är byggd som en utförandeentreprenad också enligt AMAs restriktioner. Överbyggnaden har dimensionerna 45 mm slitlager, 80 mm bärlager och 320 mm förstärkningslager. På vissa ställen är överbyggnaden förstärkt med ett förstärkningslager på 425 mm.

Cykelvägen mellan Kivik och Ravlunda är byggd som en utförandeentreprenad där AMAs restriktioner kringgås. Här tillåts en organisk halt i undergrunden på 5 vikt%. Cykelvägen dimensioneras olika beroende på vilken materialtyp som återfinns i undergrunden. Se Tabell 12.

Cykelvägen mellan Bäckaskog och Gualöv är byggd som en totalentreprenad, trots det följer den de restriktioner som AMA ställer.

Cykelvägen mellan Förslöv och Fogdarp är byggd som en utförandeentreprenad och denna följer restriktionerna i AMA. Dimensionerna är 40 mm slitlager och 80 mm obundet bärlager och 490 mm förstärkningslager.

4. Fältstudie

De fem cykelvägarna analyseras genom att en fältstudie vilken innebär att två cyklister begav sig ut och cyklade på dessa cykelvägar. Syftet med fältstudien är att skapa en uppfattning om huruvida det råder komfortskillnad på en cykelväg som är byggd enligt AMAs restriktioner och de krav som ställs på jordens organiska halt, kontra en cykelväg som är byggd där kraven kringgåts. En subjektiv bedömning av komforten utfördes, varpå denne sedan används för räkna ut en korrelation till den objektiva lasermätningen.

4.1. Utförandet

Varje cykelväg delas in i delsträckor på 100 meter, där varje delsträcka utvärderas utifrån en 9-gradig skala. I skalan så är 9 bästa möjliga resultat och 1 är sämst möjliga. Cykelvägarna utvärderas endast utifrån upplevd komfort med hänsyn till beläggning och eventuella sättningar. Företeelser som kan påverka bedömningen såsom vacker miljö, cykelvägens plangeometri, väder eller andra yttrefaktorer måste helt försöka bortses. Respektive delsträcka får också en tilldelad färgkod, där poäng 7–9 som innebär god komfort ger en grön färg, gul som innebär en medelmåttig komfort för poäng 4–6. Samt röd färg som innebär dålig komfort för poäng 1–3.

$1 \leq \text{röd} \leq 3$

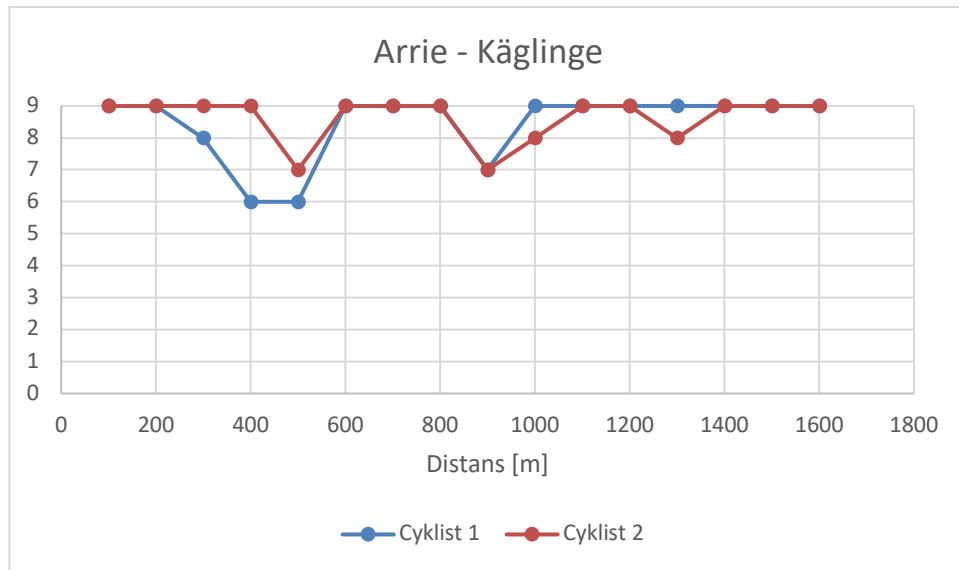
$3 < \text{gul} \leq 6$

$6 < \text{grön} \leq 9$

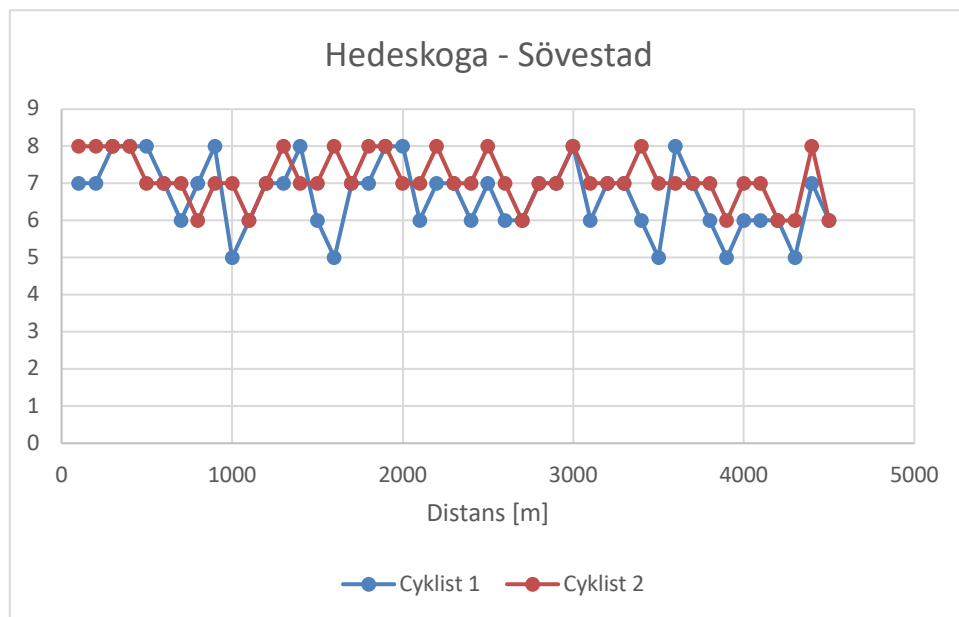
Färgindelningen och detaljerade värden för alla delsträckor är redovisade i tabeller som finns att läsa i Bilaga 2. Vid utförandet så används cykeldator monterad på en av cyklarna för att mäta distans, efter varje uppnådd 100 meterssträcka betygsattes delsträckan. Cyklarna utgjordes av en i normalmodell herrcykel samt en sportcykel. Detta med syftet att skapa ett så trovärdigt resultat som möjligt eftersom cykelvägarna kan trafikeras av alla möjliga cykelmodeller. Dito gäller för hastigheten, där komforten kan upplevas på ett sätt vid en högre hastighet men på ett helt annat sätt vid en lägre. I detta fall försöktes en hastighet på 15 km/h hållas genom alla delsträckor, detta kunde mätas genom den monterade cykeldatorn.

4.2. Resultat

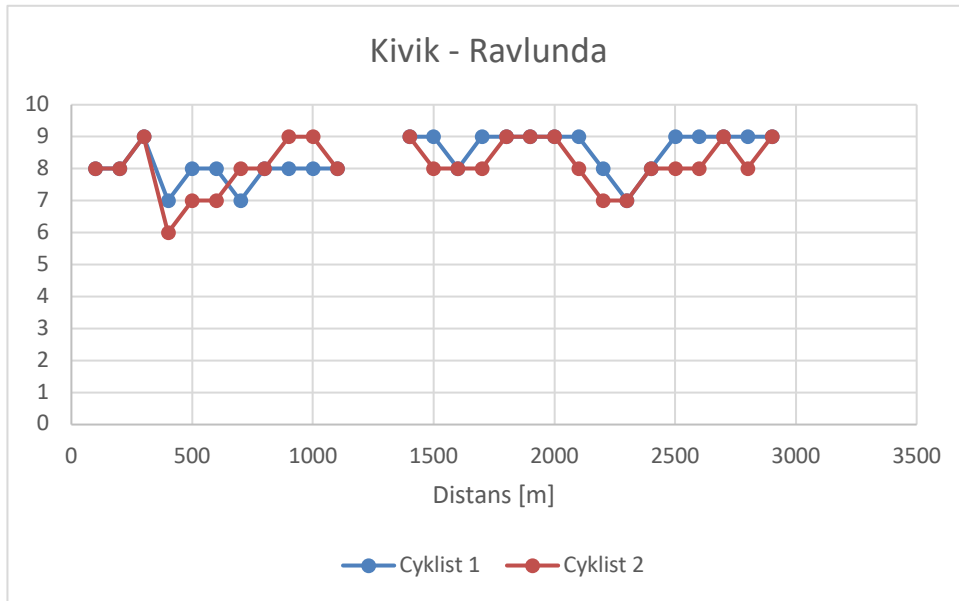
I Figur 9 till Figur 13 nedan redovisas resultatet från fältstudien på de olika cykelvägarna. På den vågräta axeln visas cykelvägarnas längdmätning och på den lodräta visas klassificeringen för respektive 100 meter cykelväg. Det redovisas två linjer, en för vardera cyklistens bedömning. Den blå linjen (cyklist 1) visar herrcyklistens bedömning och den orange linjen (cyklist 2) visar sportcyklistens bedömning.



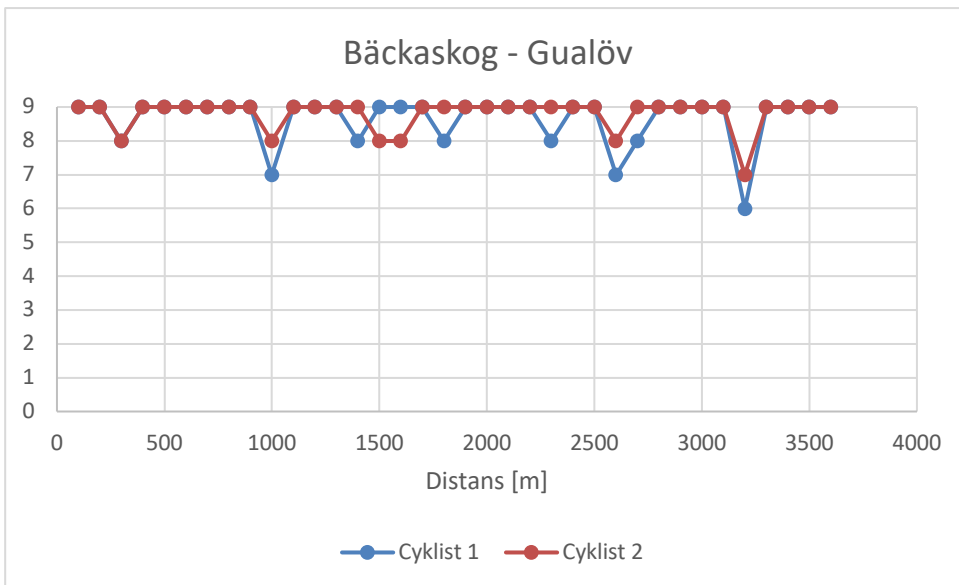
Figur 9. Sammanställning av komfortbedömning för cykelväg Arrie – Käglinge.



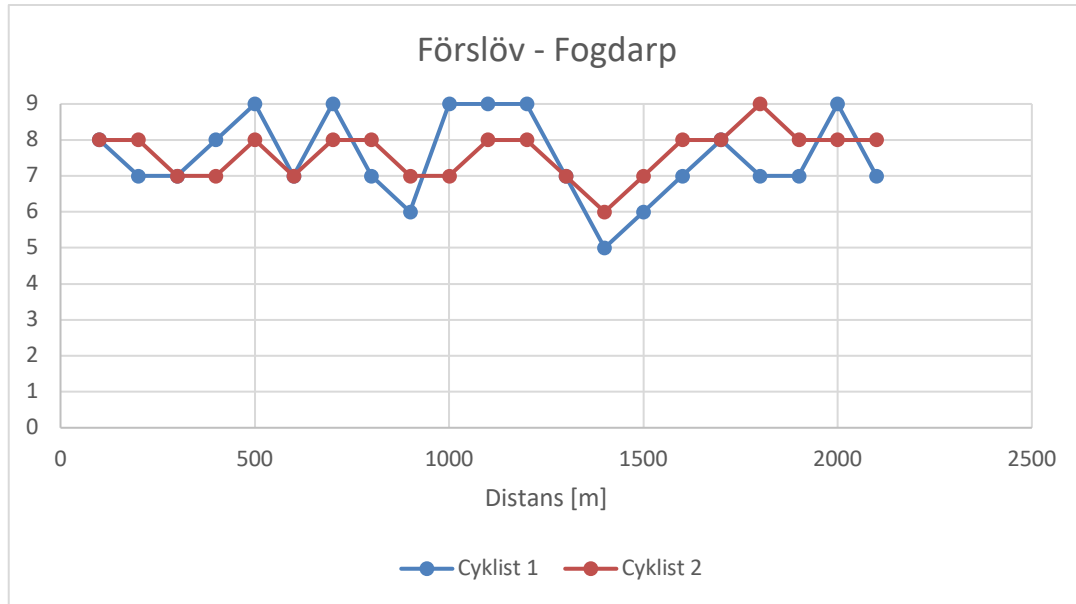
Figur 10. Sammanställning av komfortbedömning för cykelväg Hedeskoga – Sövestad.



Figur 11. Sammanställning av komfortbedömning för cykelväg Kivik – Ravlunda.

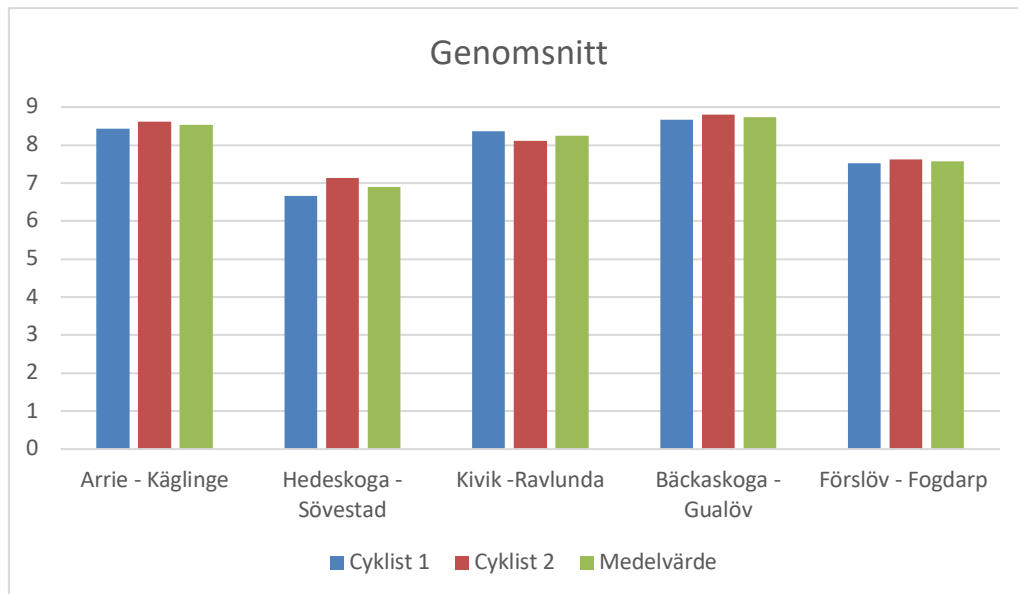


Figur 12. Sammanställning av komfortbedömning för cykelväg Bäckaskog – Gualöv.



Figur 13. Sammanställning av komfortbedömning för cykelväg Förslöv – Fogdarp.

Nedan i Figur 14 visas en sammanställning av komfortbedömningens genomsnittliga betyg för respektive cykelväg och de båda cyklisternas bedömning. Det visas också ett medelvärde på detta genomsnitt. De blå staplarna visar cyklisten med herrcykel och de röda staplarna cyklisten med sportcykel. Den gröna stapeln visar medelvärdet.



Figur 14. Sammanställning av komfortbedömning för alla analyserade cykelvägar.

4.3. Analys och diskussion

Genom att titta på resultatet kan man snabbt se att alla fem cykelvägarna håller en mycket hög standard när det kommer till komfort. Cykelvägen som är anlagd som totalentreprenad, mellan Bäckaskog och Gualöv fick bäst resultat, ett medelvärde på 8,74. Det var även den som var väntat bäst enligt förväntningarna. Tätt efter kom cykelvägen mellan Arrie och

Käglinge, med ett medelvärde på 8,53. Denna cykelväg var inte helt färdigställd, men tillräckligt för att kunna cykla på och bedöma. Den skall vara färdigställd i slutet av 2019.

Något förvånansvärt kom en cykelväg anlagd på mulljord på en tredje placering, cykelvägen mellan Kivik och Ravlunda, med ett medelvärde på 8,24. En förklaring till detta kan vara att den är väldigt nybyggd och på sina ställen inte ens färdig, därav glappet mellan längdmeter 1/100 och 1/400 m. Vägen upplevdes väldigt komfortabel och ingen märkbar skillnad kändes jämfört med cykelvägarna som anlagts enligt AMA. Fyra med ett något sämre resultat än de tre tidigare beskrivna cykelvägarna kom sträckningen mellan Förslöv och Fogdarp, med ett medelvärde på 7,57. Denna cykelväg var den äldsta av de analyserade och kanske var det en av anledningarna till att denna upplevdes något sämre när det gäller komforten, då det möjligtvis hunnit uppkomma sättningar. Sämst resultat fick cykelvägen mellan Sövestad och Hedeskoga, med ett medelvärde på 6,90. Denna cykelväg är byggd på jord innehållande en högre organisk halt och här upplevdes komforten något sämre än hos övriga cykelvägar. Den var på sina ställen märkbart guppig, men det var fortfarande överlag en helt okej cykelväg och på vissa delsträckor riktigt bra.

En avgränsning gjordes genom att enbart två cykeltyper användes vid fältstudien, än fler typer skulle kunna ge ett ännu bredare och mer generellt resultat. Likaså fler mätningar med olika hastigheter.

5. Jämnhetsmätning

En lasermätning utfördes på de fem analyserade cykelvägarna. Detta gjordes med Ramböll RST:s fordon, se Figur 15. Syftet med denna mätning var att få ett mått på ojämnheter längs med cykelvägarna, dels för att jämföra om det är skillnader i ojämnheten beroende på den organiska halten. Men också för att se vilken grad av korrelation ojämnheter och cykelkomfort har.



Figur 15. Ramböll RSTs fordon med tillhörande jämnhetsmätare.

En viss del av datan som samlas in kan av olika anledningar vara förkastlig. Det skulle kunna bero på att vägytan är täckt av löv och grenar, eller att en korsning med en annan väg orsakar ojämnheter. Denna typ av data plockas bort efter att den markerats i längdmätningen manuellt.

5.1. Utförandet

I denna studie utreddes profilgrafen utifrån en metod med rätskena. Längden på rätskenan är av väsentlig vikt. En jämförelse mellan en längd på 0,5 och 3 meter utfördes. Där den senare antogs ge en sämre korrelation mellan rätskenemetoden och cykelkomforten.

Resultatet med längden 3 meter tillhandahölls från Ramböll som Excelfiler. Det erhöles även ERD filer som kunde infogas i datorprogrammet ProVal. Från dataprogrammet kunde det tas ut excelfiler med resultatet från en rätskena med längden 0,5 meter.

För att kunna jämföra all data användes en liknande metod som användes vid VTIs studie *Jämnhetsmätning på cykelvägar* (2011). Cykelvägarna delades inledningsvis in i 100 metersintervall. Vilka sedan ytterligare delades in i delsträckor om 10 meter. Maximala avstånd från rätskenan ner till asfaltytan togs fram när rätskenan flyttades 10 centimeter åt gången på varje 10 meters delsträcka. Detta medförde att maxvärden på varje 10 meterssträcka utgjorde rådata.

Utifrån denna rådata togs därefter det maximala värdet, medelvärdet och det tredje största värdet ut. Eftersom mätbilen var utrustat med två lasrar erhöles två sådana värden. En av lasrarna uppmätte värden mitt under bilen och den andra av lasrarna uppmätte värden i höger hjulspår. Dessa värden låg till grund för att gradera varje 100 meters delsträcka utifrån Tabell 14 nedan. Klasserna med tillhörande gränser är detsamma som använts i VTIs studie *Jämnhetsmätning på cykelvägar* (2011).

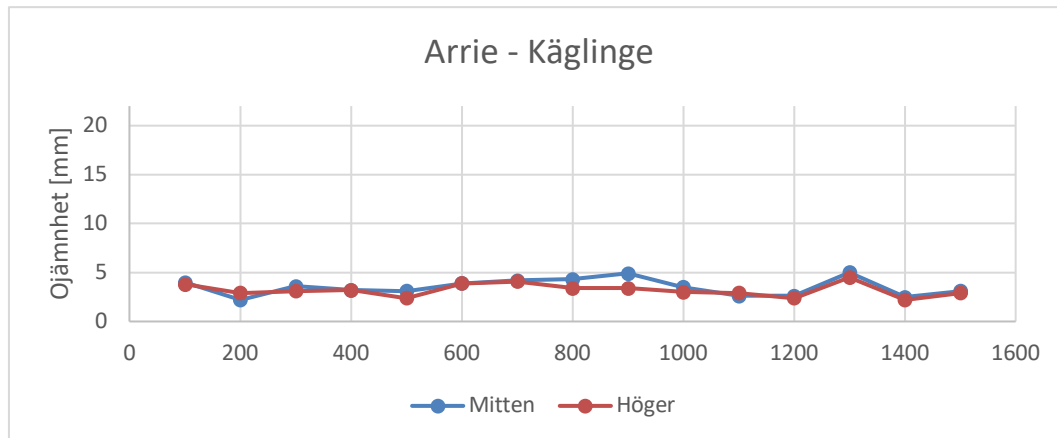
Tabell 14. Delsträckorna klassificeras med gränser för maxvärdet, medelvärdet och det tredje största värdet

Klass	Gradering	Maxvärdet	Medelvärdet	Tredje största värde
Röd	1	3st > 10mm	≥ 8mm	> 10mm
Gul	2	1 – 2st > 10mm	< 8mm	< 10mm
Grön	3	< 10mm	< 6mm	< 10mm

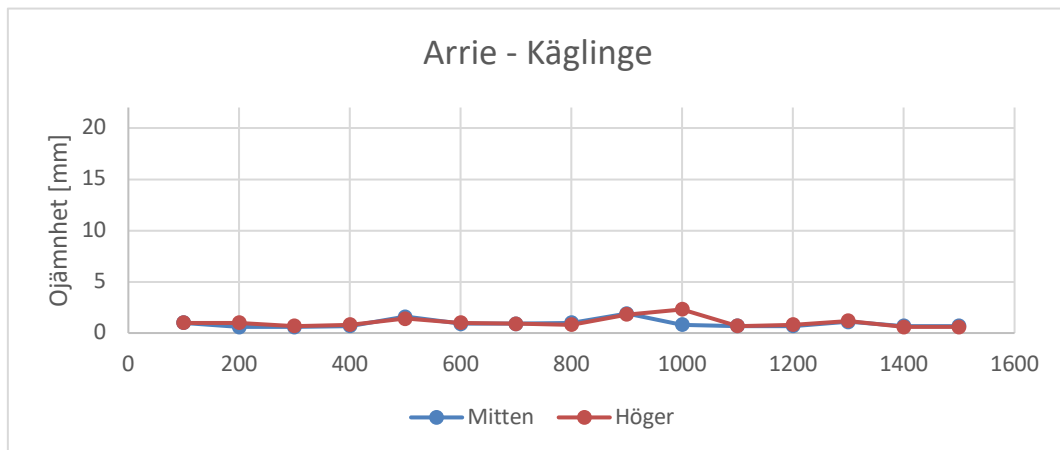
5.2. Resultat

I Bilaga 3 finns tabeller som visar ojämnheter utredda efter en 3 samt 0,5 meter rätskena för respektive cykelväg. Tabellerna visar maxvärdet, medelvärdet och det tredje största värdet då varje delsträcka om 100 meter delats upp i intervall om 10 meter där det maximala värdet utvärderats när rätskenan förflyttats i steg om 10 centimeter.

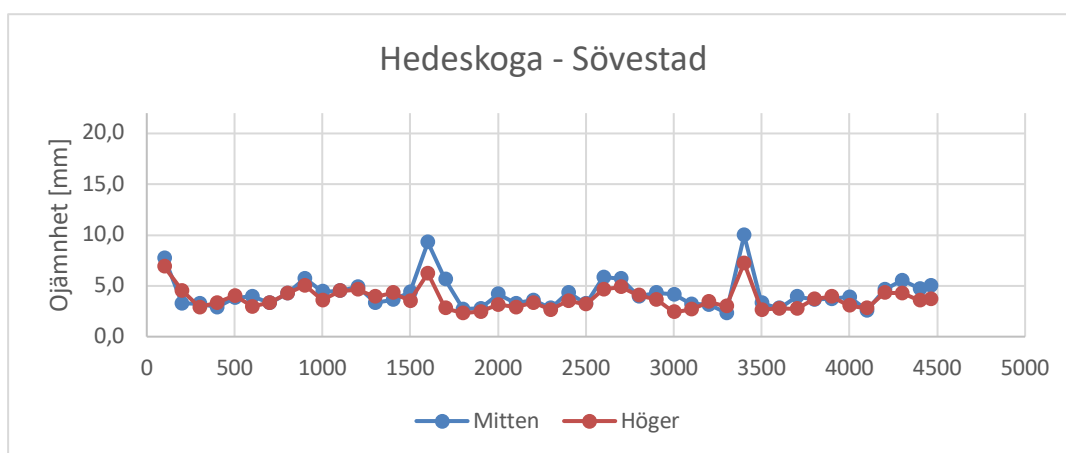
I Figur 16 till Figur 25 nedan visas det för varje cykelväg med en rätskenelängd på 0,5 och 3 meter medelvärdet på det maximala värdet på varje 100 meters delsträcka. I varje diagram visas både mätningen från lasern i mitten och från lasern till höger.



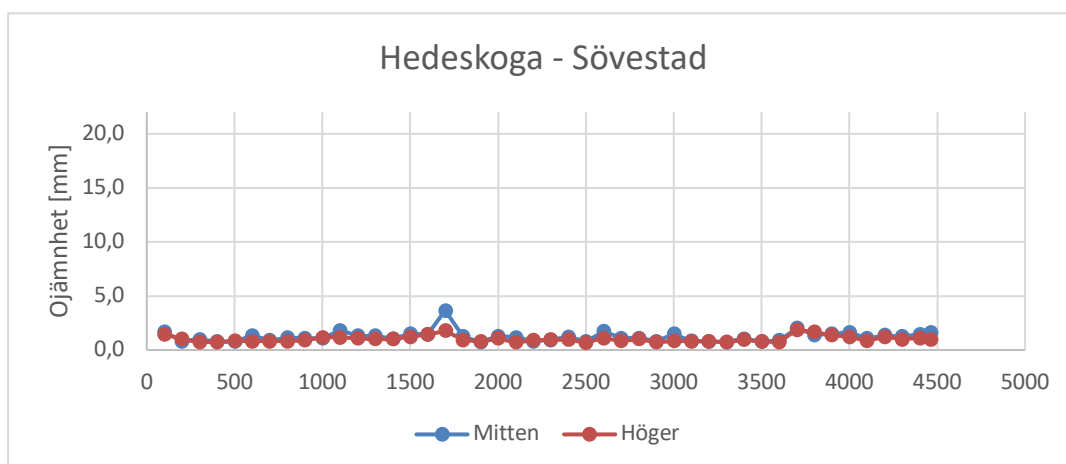
Figur 16. Medelvärdet på det maximala värdet på delsträckorna om 100 meter med en rätskena på 3 meter.



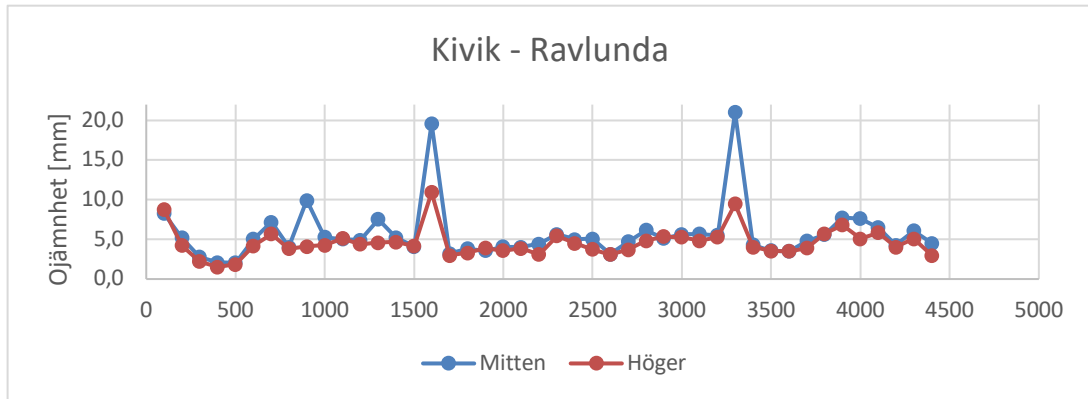
Figur 17. Medelvärde på det maximala värdet på delsträckorna om 100 meter med en rätskena på 0,5 meter.



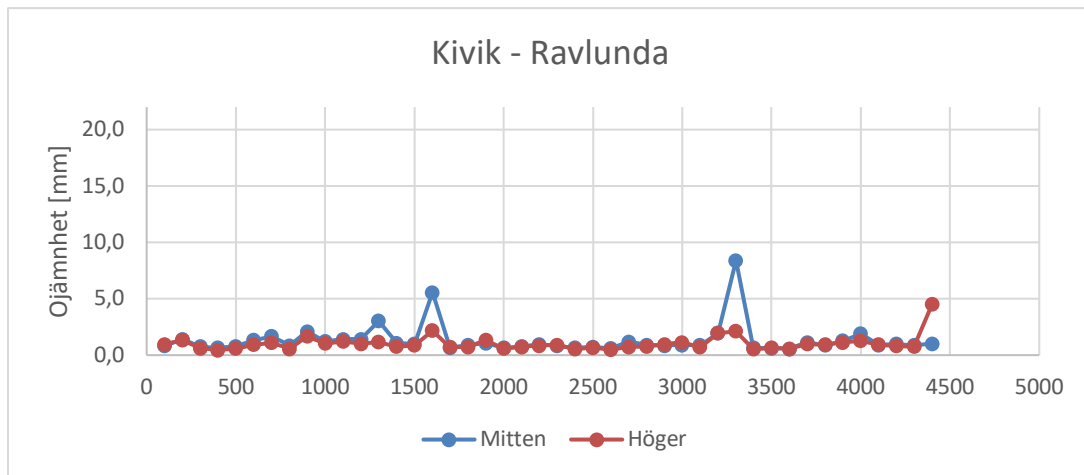
Figur 18. Medelvärde på det maximala värdet på delsträckorna om 100 meter med en rätskena på 3 meter.



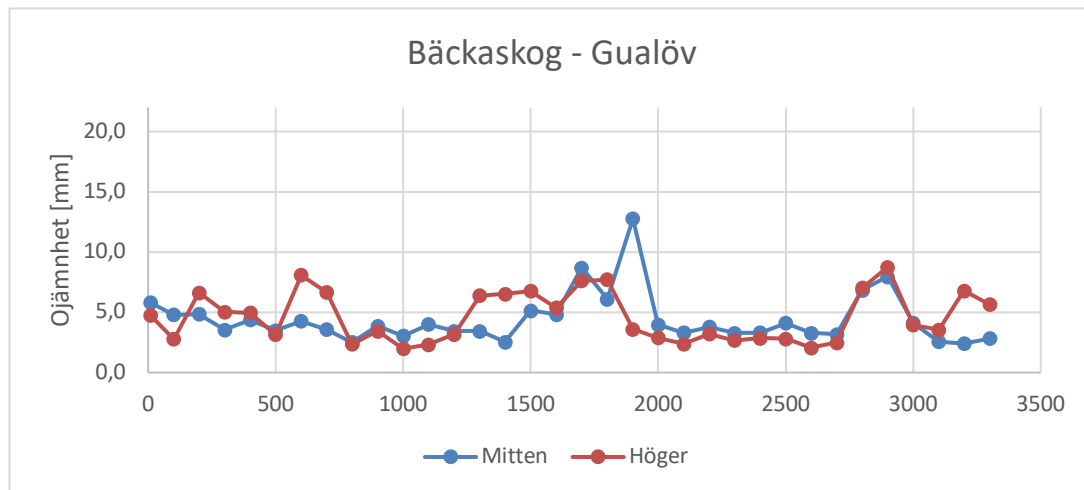
Figur 19. Medelvärde på det maximala värdet på delsträckorna om 100 meter med en rätskena på 0,5 meter.



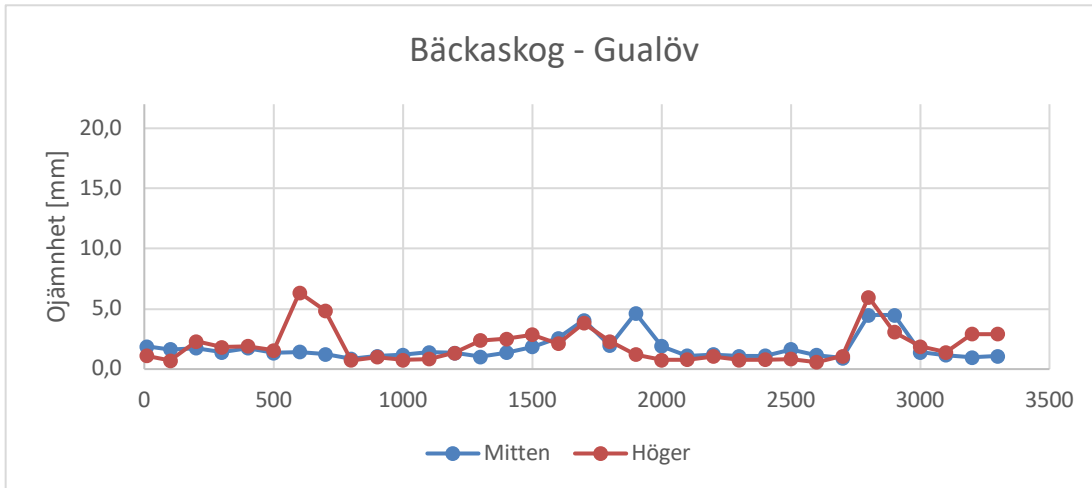
Figur 20. Medelvärde på det maximala värdet på delsträckorna om 100 meter med en rätskena på 3 meter.



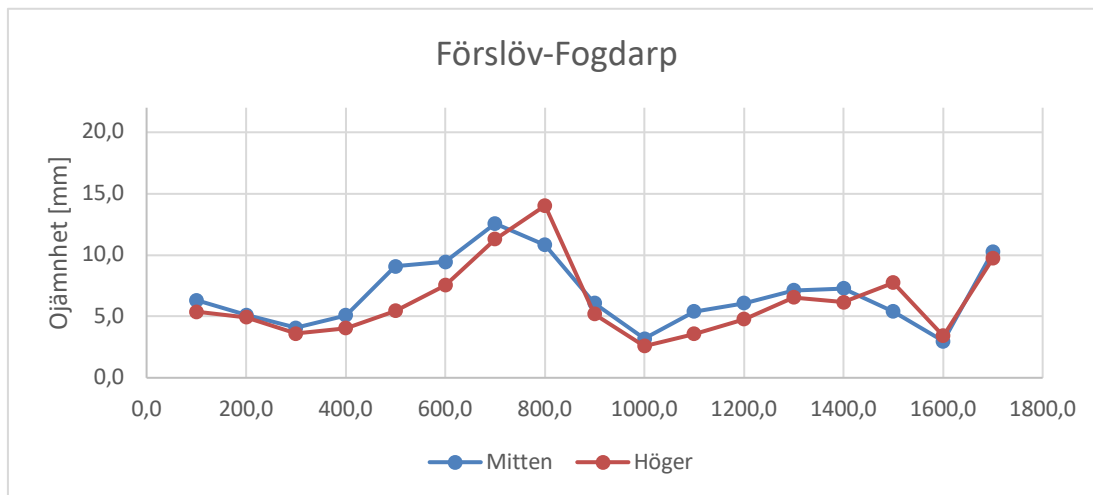
Figur 21. Medelvärde på det maximala värdet på delsträckorna om 100 meter med en rätskena på 0,5 meter.



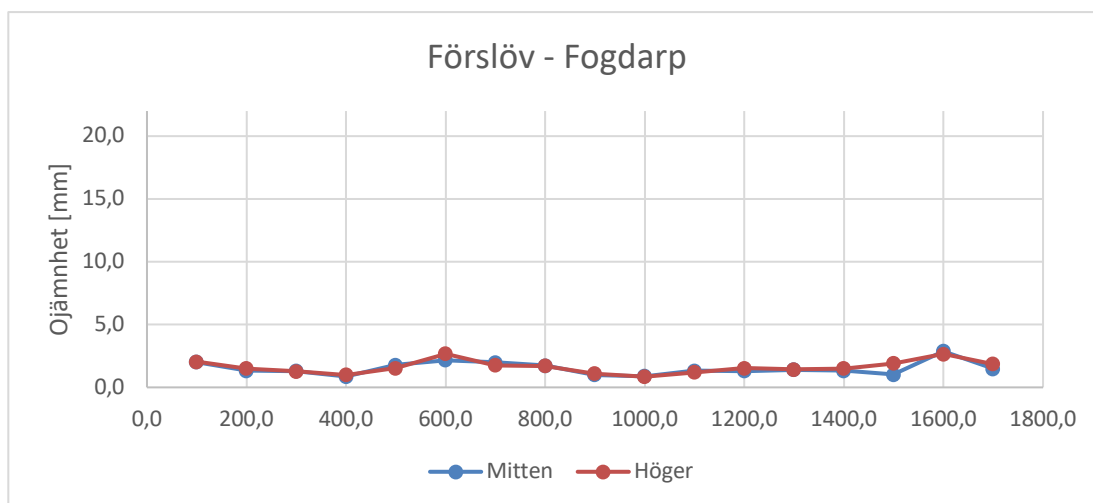
Figur 22. Medelvärde på det maximala värdet på delsträckorna om 100 meter med en rätskena på 3 meter.



Figur 23. Medelvärdet på det maximala värdet på delsträckorna om 100 meter med en rätskena på 0,5 meter.



Figur 24. Medelvärdet på det maximala värdet på delsträckorna om 100 meter med en rätskena på 3 meter.



Figur 25. Medelvärdet på det maximala värdet på delsträckorna om 100 meter med en rätskena på 0,5 meter.

Enligt Tabell 14 klassificerades delsträckorna. Ett medelvärde för klassificeringen beräknades för samtliga delsträckor. Resultatet av detta visas i Tabell 15 nedan. Resultatet presenteras både utifrån en 3- respektive en 0,5 meters rätskena. Här har ett medelvärde för de båda lasrarna utgjort resultatet.

Tabell 15. Cykelvägarnas genomsnittliga betyg.

Cykelvägar	3 meter	0,5 meter
Arrie - Käglinge	2,91	2,97
Hedeskoga - Sövestad	2,74	2,99
Kivik - Ravlunda	2,57	2,93
Bäckaskog - Gualöv	2,63	2,96
Förslöv - Fogdarp	2,09	2,95

5.3. Analys och diskussion

5.3.1. Arrie – Käglinge

Resultatet för rätskenorna ger en generellt sett jämn cykelväg, med få pikar. Det största värdet ligger vid längdmätning 1/300 meter för 3 meters rätskenan och vid längdmätning 0/900 meter för en 0,5 meter rätskena. De översta jordlagren vid dessa punkter utgörs enligt Bilaga 1 av ett övre skikt av humusjord på 0,3 meter samt ett lager under detta bestående av lera som är över 1 meter tjockt. I området har det genomförts mätningar på glödningsförlusten på en humushaltig siltig sand, denna uppgår då till omkring 5 vikt%.

Det kan utifrån klassificeringen i Tabell 15 konstateras att denna cykelväg har en mycket bra standard. Både med avseende på en 3- respektive 0,5 meters rätskena.

5.3.2. Hedeskoga – Sövestad

Resultatet för de båda rätskenorna ger relativt lika resultat med avseende på i vilka punkter som de maximala värdena uppträder. Det är framförallt i två punkter som värdena sticker ut. Vid omkring längdmätning 1/600 meter och 3/500 meter. Vid längdmätning 1/600 meter kan det konstateras enligt Bilaga 1 att jorden består av ett överlagrande skikt om cirka 0,3 meter av brun rostfläckig mullhaltig sandig lera och ett underlagrande skikt om cirka 3 meter av en lermorän. Det har inte genomförts någon undersökning av den organiska halten på dessa jordar i området.

Enligt Tabell 15 ger klassificeringen väldigt höga värden för en 0,5 meters rätskena, medan det för en 3 meters rätskena ger en något sämre klassificering.

5.3.3. Kivik – Ravlunda

Resultatet från rätskenorna ger förhållandevis jämna värden med fåtalet utstickande pikar. Pikarna sammanfaller på ungefär samma ställe för 3 meters rätskenan och 0,5 meters rätskenan. Värdet på pikarna är dock i storleksordning mycket olika, då 3 meters rätskenan ger pikar på 2–3 gånger så höga värden.

Den första piken inträffar på omkring längdmätning 1/600 meter och den andra på omkring 3/300 meter. Det kan om dessa pikar även konstateras att det är den mittersta lasern som uppmätt de högsta värdena. I Bilaga 1 kan det vid 1600 meter utläsas att det översta jordlagret består ett överlagrande skikt om cirka 0,5 meter av en grusig sandig mulljord med ett underliggande skikt om ca 1 meter bestående av en grusig sand. Glödgningsförlusterna för den grusiga sanden har utvärderats och uppgår till 3 vikt%.

Enligt Tabell 15 kan det konstateras att klassificeringen av cykelvägen är relativt hög. Det kan dock ändå konstateras att rätskenan på 0,5 meter ger den lägsta klassificeringen av alla cykelvägar.

5.3.4. Bäckaskog – Gualöv

Resultatet från lasermätningen med rätskenorna för cykelväg, Bäckaskog – Gualöv tyder på väldigt ojämna uppmätta värden, både sett till rätskenan på 3 meter och till rätskenan på 0,5 meter. Pikarna sker på liknande längdmätningar för båda rätskenorna, vid längdmätning 0/600, 1/900 och 2/800 meter. Enligt Bilaga 1 består det översta jordlagret vid längdmätning 0/600 meter av ett 400 m mäktigt lager sandig siltig mulljord på ett underlager bestående av finsand.

Vid längdmätning 1/900 meter består det översta jordlagret av ett 400 m mäktigt lager av mullhaltig siltig sand på ett underlager av sand. Vid längdmätning 2/800 meter består det översta jordlagret av ett 0,3 m mäktigt lager av sandig siltig mulljord med ett underlager av siltig sand. Cykelvägen Bäckaskog – Gualöv får enligt klassificering i Tabell 15 ett något lägre värde än flera av de andra cykelvägarna men generellt ett högt betyg från lasermätningen.

5.3.5. Förslöv – Fogdarp

Resultatet från lasermätningen med rätskenorna för cykelväg Förslöv – Fogdarp tyder på relativt ojämna uppmätta värden sett till hela sträckan. Allt ifrån 2,6 upp till 14 mm ojämnheter uppmättes för rätskenan med längd 3 meter. Den högsta piken var mellan längdmätning 0/700–0/800 m där cykelvägen uppnådde en ojämnheter på 14 mm. Genom Bilaga 1 kan man se att det översta jordlagret i detta område består av ett 0,5 m mäktigt humushaltig sand med ett underlager av grusig sand. Glödgningsförlusten för den humushaltiga sanden uppmättes till 3 vikt%.

Överlag så skiljer sig cykelvägens värden även sett till 0,5 meter rätskena, allt från 0,9 mm upp till 2,9 mm. Här uppkom en pik vid längdmätning 1/600 m, där cykelvägen uppnådde en ojämnheter på 2,9 m. Här består det översta jordlagret av 0,5 m mäktigt lager av lerig humusjord och grus med ett underlager av humushaltig lera och grus.

Cykelvägen Förslöv – Fogdarp får allra sämst resultat sett till klassificering i tabell 15 sett till 3 meters rätskena, och näst lägst sett till 0,5 meters rätskena i jämförelse med de andra cykelvägarna. Men sett generellt får cykelvägen ett högt betyg från lasermätningen.

5.3.6. Felkällor

Den datan som togs bort var endast den som i längdmätningen hade markerats som förkastlig, då ytan var täkt av löv eller annat störande material eller om cykelvägarna korsade andra vägar. Då detta gjordes manuellt så skulle det på vissa platser kunna finnas material

som inte upptäckts okulärt. Detta skulle kunna medföra att en del av datan som använts egentligen hade behövts ta bort för att få ett så sanningsenligt resultat som möjligt.

Det kan även konstateras att det råder stor osäkerhet om vad ojämnheterna i cykelvägarna beror på. En teori är att de beror på den organiska halten i terrassen och i undergrunden. Men kan lika väl bero på att entreprenören inte packat materialet tillräckligt, eller att terrassmaterialet av andra orsaker än den organiska halten inte är särskilt hållfast.

Vad som också kan ifrågasättas är validiteten i mätningen. Detta med tanke på att det enbart användes två lasrar som gav värden på ojämnheterna i två linjer längs med cykelvägarna. Cyklisterna och andra sidan cyklar såklart inte enbart i två linjer längs med en väg utan kan utnyttja vägens bredd i en mängd olika linjer. Alltså skulle en ojämnhet lätt kunna undvikas för en cyklist som upptäckts visuellt.

6. Korrelationsberäkning

En korrelationsberäkning utfördes mellan cykelvägarnas upplevda cykelkomfort och cykelvägarnas klassificering enligt föregående avsnitt. Detta görs både med en rättskena som är 3 meter lång och med en rättskena som är 0,5 meter lång.

Den tidigare gjorda komfortbedömningen varskapad med en skala på 1–9 för varje 100 meter, och lasermätningens gradering var mellan 1–3. Så för att genomföra korrelationsberäkningen var betygen för komfortbedömningen tvungna att skalas om till en 1–3 gradering. Efter detta kunde korrelationen beräknas enligt Ekvation 1 nedan:

$$\text{Korrelation} = 1 - \left(\frac{|x-y|}{2} \right) \quad (\text{Ekv. 1})$$

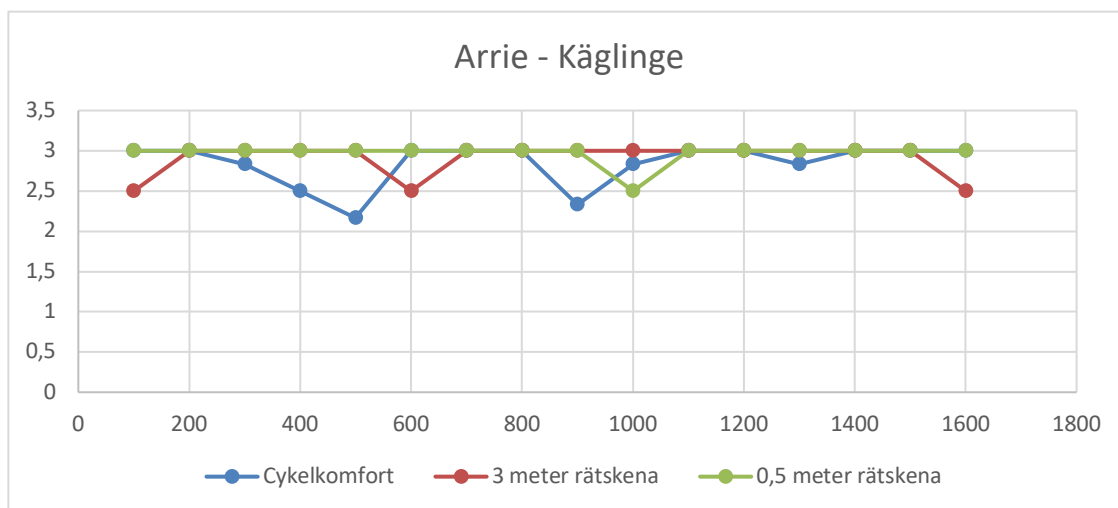
x = klassificering från komfortbedömning

y = klassificering från lasermätning

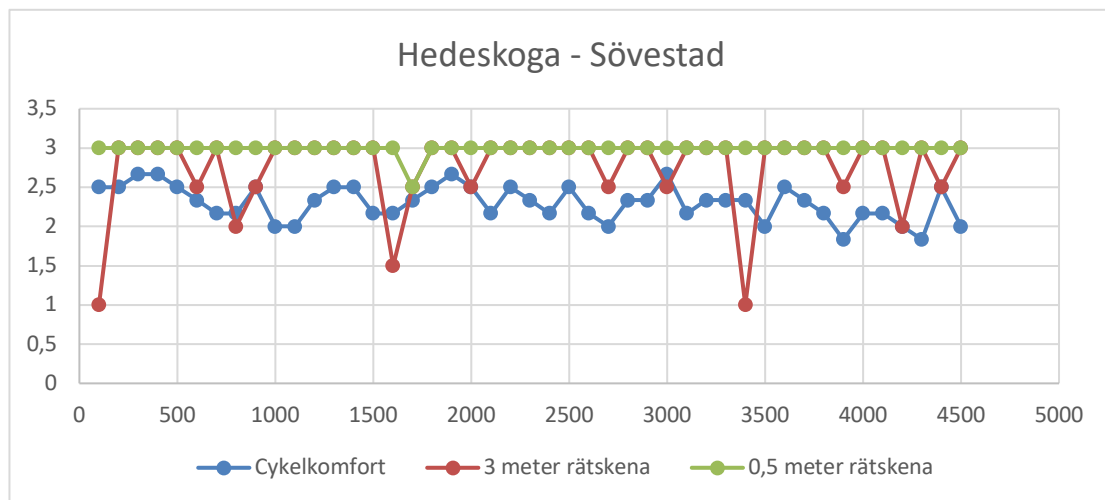
Korrelationen ger ett mått i procent på hur lasermätningens uppmätta värden på ojämnheter stämmer överens med vårt komfortbedömda värde. Ju högre procentsats desto bättre stämmer värdena överens.

6.1. Resultat

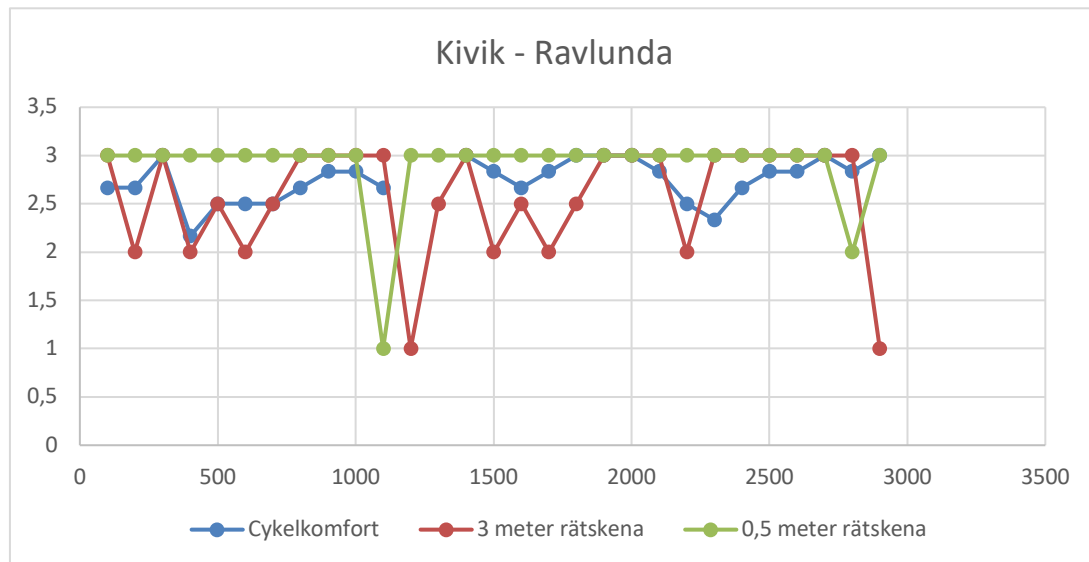
I Figur 26 till Figur 30 nedan visas klassificeringen från de båda rättskenorna, samt klassificeringen av cykelkomforten.



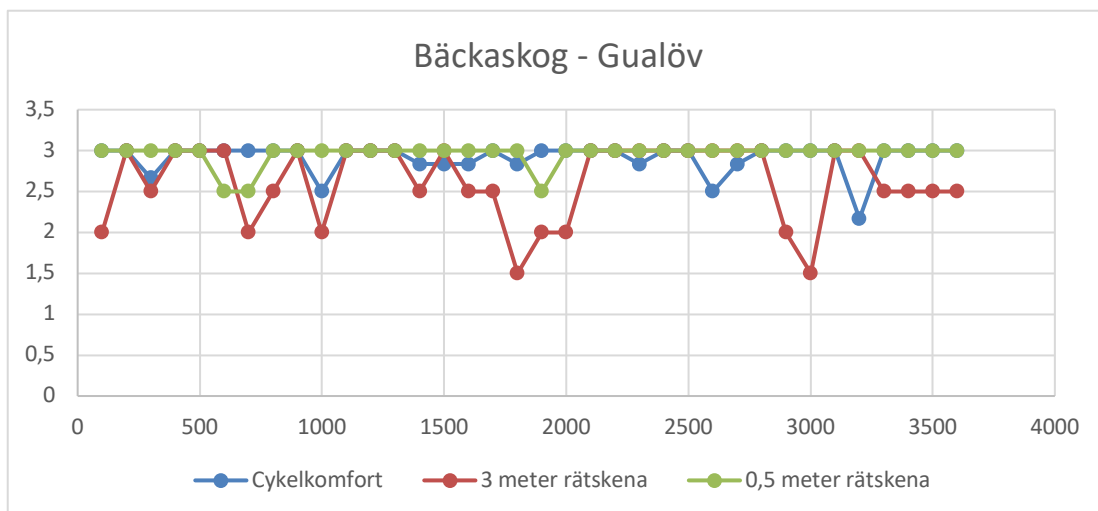
Figur 26. Värden för cykelkomfort och lasermätning för Arrie – Käglinge.



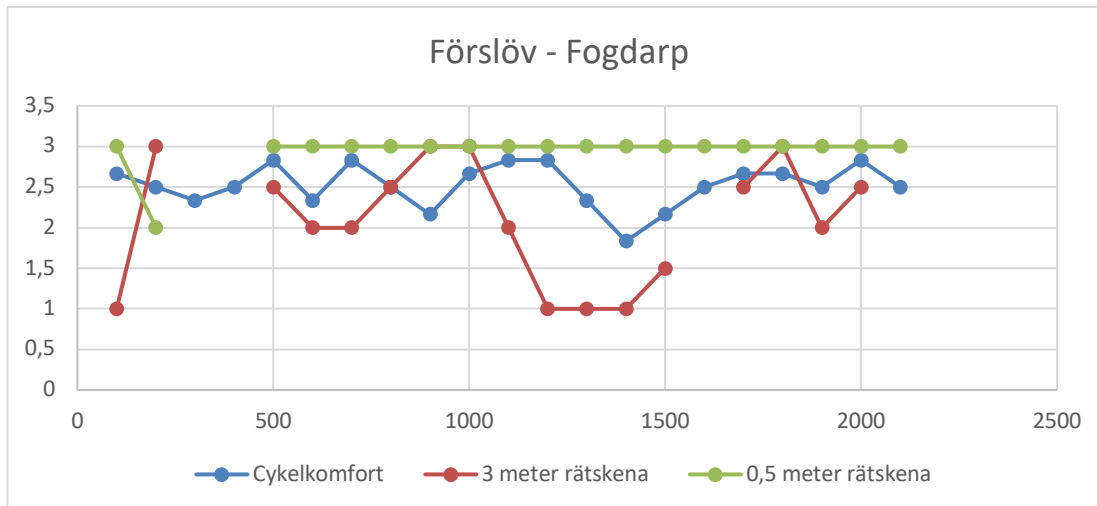
Figur 27. Värderna för cykelkomfort och lasermätning för Hedeskoga – Sövestad.



Figur 28. Värderna för cykelkomfort och lasermätning för Kivik – Ravlunda.



Figur 29. Värderna för cykelkomfort och lasermätning för Bäckaskog – Gualöv.



Figur 30. Värderna för cykelkomfort och lasermätning för Förslöv – Fogdarp.

Det beräknades en enskild korrelation för respektive delsträcka. För att sedan kunna jämföra korrelationen mellan användandet av en 3- respektive 0,5 meter rätskena beräknades ett medelvärde på delsträckorna på alla cykelvägar. Dessa medelvärden presenteras i Tabell 16 nedan.

Tabell 16. Sammanställning av korrelationen för respektive cykelväg.

Cykelväg	Korrelation 3 m rätskena	Korrelation 0,5 m rätskena
Arrie – Käglinge	88 %	92 %
Hedeskoga – Sövestad	69 %	66 %
Kivik – Ravlunda	83 %	84 %
Bäckaskog – Gualöv	81 %	94 %
Förslöv - Fogdarp	64 %	86 %

6.2. Analys och diskussion

Generellt ger en 0,5 meters rätskena den bästa korrelationen, med visst undantag för cykelväg Hedeskoga – Sövestad. Det kan alltså konstateras att ojämnheter med våglängder mindre än 0,5 meter upplevs av cyklisterna som mer obehagliga än ojämnheter med våglängder mindre än 3 meter. Det finns en möjlighet att en ännu kortare rätskena än 0,5 meter hade givit en ännu bättre korrelation.

Vad som förutom längden på rätskenan skulle kunna varieras är nivåerna på klassificeringsskalan. Det finns en möjlighet att andra trösklar på skalan hade givit en bättre korrelation. Det ansågs dock inte vara tidsmässigt motiverat att i detta examensarbete utreda det närmare.

7. Tung fallviktsmätning

Syftet med en tung fallviktsmätning är att få ett mått på vägens bärighet. Detta utförs genom att en last på 50 kN belastar vägen, vilket motsvarar hjullasten hos ett tungt fordon. Deformation uppmäts i punkter med olika avstånd från belastningens centrum. Värdena som erhålls för deformationen används sedan för att beräkna olika typer av E-moduler för att kunna beskriva vägens tillstånd sett till styvhet. Egenskaper fås för alla lager, från vägytan ner till undergrunden (Trafikverket, u.d.). Man kan ur vägteknisk synvinkel anta att lasten från fallvikten fördelar sig ner i konstruktionen med en vinkel om 45°. Med avseende på detta så kommer deflektionen som uppstår ett visst avstånd från belastningspunkten motsvara den deflektion som påverkar konstruktionen på samma avstånd ner i de olika materialen (Ezzadin, 2015). På detta sätt kan man skapa sig en uppfattning om hur vägens olika lager påverkas av belastningen.

7.1. Utförandet

Den tunga fallviktsmätningen genomfördes med Ramböll RSTs tunga fall vikt, se Figur 31. Det gjordes i punkter om ett 50 meters intervall på alla cykelvägar, för utom Arrie – Käglinge där mätningarna gjordes med ett 25 meters intervall. Deflektionen mättes i sju punkter med en mitt under belastningspunkten varpå de övriga deflektionerna uppmättes 20-, 30-, 45-, 60-, 90- samt 120 cm från belastningspunkten.

Mätningarna gjordes under två dagar och temperaturen i beläggningen uppmättes till 6–7 °C. Detta anses som en god beläggningstemperatur för utförandet av tung fallviktsmätning. Det hade även regnat ett antal dagar innan och under mätningen genomfördes vilket betydde att ytbeläggningen var blöt, men det antogs inte ha spridit sig längre ner i konstruktionen i en särskilt stor utsträckning.



Figur 31. Ramböll RSTs fordon med tung fallvikt som använts vid mätningen.

Enligt standarden för de beräkningar som utförs med avseende på resultatet av den tunga fallvikten så ska belastningen uppgå till 50 kN (Trafikverket, 2012). I detta fall uppgick belastningen till strax över 50 kN, därför krävdes en reduktion av samtliga deflektioner enligt Ekvation 2 nedan (Trafikverket, 2012):

$$D_0 = \frac{50}{F} \cdot D \quad (\text{Ekv. 2})$$

Där:

D_0 är den reducerade deflektionen i belastningspunkten

F är belastningen i kN

D är den verkliga deflektionen

Det som framförallt bäst konfigurerar hållfastheten på vägarna är ytmodulen. Denna utgör en fiktiv modul som ska tänkas sammanföra alla material i vägen till ett och skapa en representativ modul för alla dessa material, denna beräknas enligt Ekvation 3 nedan (Trafikverket, 2012):

$$E_0 = \frac{1000 \cdot f \cdot (1 - \nu^2) \cdot \sigma_0 \cdot a}{D_0} \quad (\text{Ekv. 3})$$

Där:

E_0 är ytmodulen i MPa

$f = 2$, för en som i detta fall segmenterad belastningsplatta

$\nu = 0,35$, vilket är tvärkontraktionstalet

$$\sigma_0 = \frac{50}{a^2 \cdot \pi}$$

$a = 15 \text{ cm}$, vilket är belastningsplattans radie

Vad som förutom ytmodulen är av stort intresse är den så kallade undergrundsmodulen. Detta är den genomsnittliga modulen för lagret mellan överbyggnadens underkant och ett oändligt tjockt fiktivt styvt lager i undergrunden. Detta styva lager har sin början på det djup som inte längre påverkas av lastimpulsen från fallvikten (Trafikverket, 2012). Undergrundsmodulen beräknas enligt Ekvation 4 nedan (Vägverket, 2000):

$$E_u = \frac{52000}{D_{900}^{1,5}} \quad (\text{Ekv. 4})$$

Där:

E_u är undergrundsmodulen i MPa

D_{900} är deflektionen 900 mm från belastningspunkten.

Ytterligare faktorer som kan anses vara relevant är objektens bärförmågeindex som man med hjälp av kan klassa cykelvägarna i bärighetsklasser. Bärförmågeindex beräknas enligt Ekvation 5 nedan (Trafikverket, 2012):

$$BI = \frac{1000}{\epsilon_a} \quad (\text{Ekv. 5})$$

Där:

ϵ_a är vägens asfaltstövning vilken kan beräknas enligt Ekvation 6 nedan (Trafikverket, 2012):

$$\epsilon_a = 37,4 + 0,988 \cdot D_0 - 0,533 \cdot D_{300} - 0,502 \cdot D_{600} \quad (\text{Ekv. 6})$$

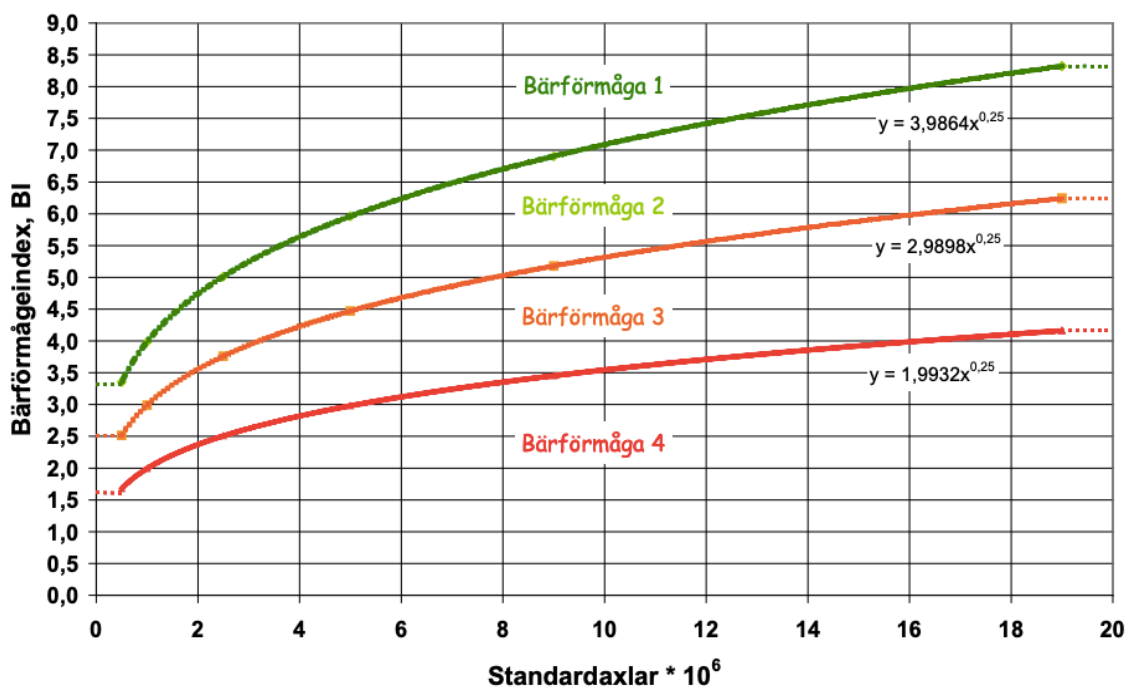
Där:

D_0 är deflektionen under belastningspunkten

D_{300} är deflektionen 300 mm från belastningspunkten

D_{600} är deflektionen 600 mm från belastningspunkten

I Figur 32. nedan kan det sedan utläsas eller beräknas till vilken bärförmågeklass en väg tillhör då vetskap om för vilket antal standardaxlar som vägen dimensioneras för.



Figur 32. Bärförmågeklass beroende av bärförmågeindex och antal standardaxlar (Trafikverket, 2012).

Eftersom cykelvägar dimensioneras för 150 000 standardaxlar så kan denna beräkning utföras med hjälp av sambanden i figuren enligt Ekvation 7 till Ekvation 9 nedan:

$$BI = y = 3,9864 \cdot 0,15^{0,25} = 2,48 \quad (\text{Ekv. 7})$$

$$BI = y = 2,9898 \cdot 0,15^{0,25} = 1,86 \quad (\text{Ekv. 8})$$

$$BI = y = 1,9932 \cdot 0,15^{0,25} = 1,24 \quad (\text{Ekv. 9})$$

I de Svenska föreskrifterna finns ingen enkel handfast metod för att beräkna en maximal belastning för en väg. En sådan finns däremot i de Norska riktninglinjerna Feltundersøkelser Håndbok R211 (Statens Vegvesen, 2018). I denna föreskrift finns beskrivet att en belastning på asfalten i ton kan beräknas enligt ekvation 10 nedan:

$$B_{asfalt} = 11 \cdot \left(\frac{E_{dim}}{200}\right)^{0,6} \cdot \left(\frac{50}{\text{ÅDT}_t}\right)^{0,072} \quad (\text{Ekv. 10})$$

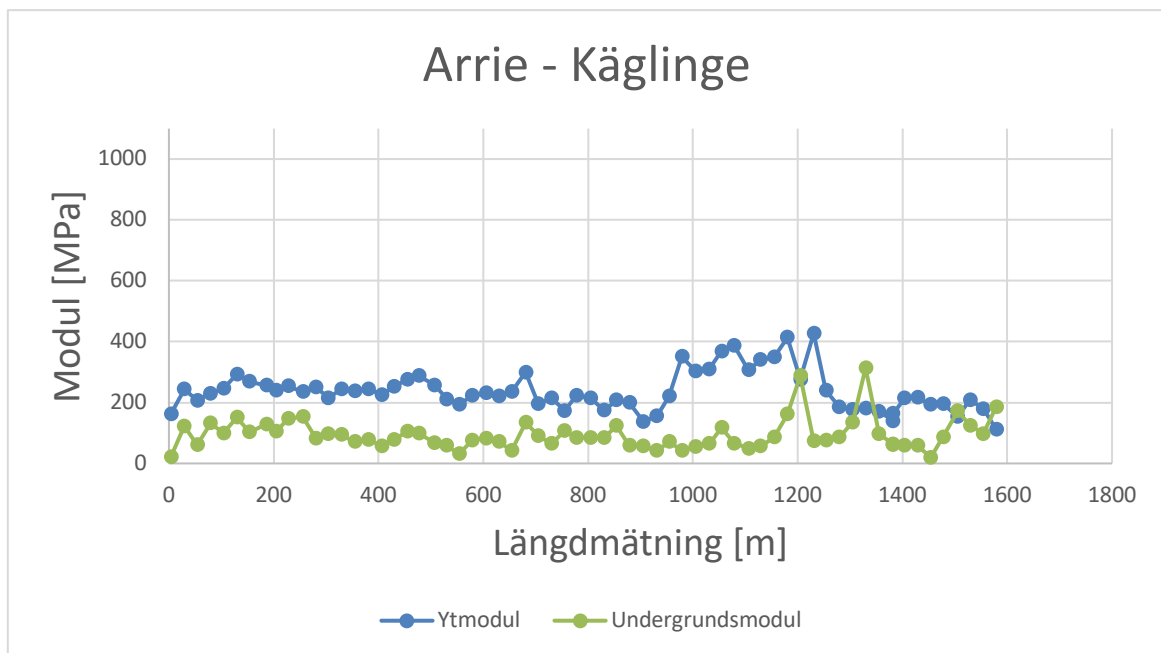
Där:

ÅDT_t är årsdygnstrafiken för tung trafik, denna sätts här till 1

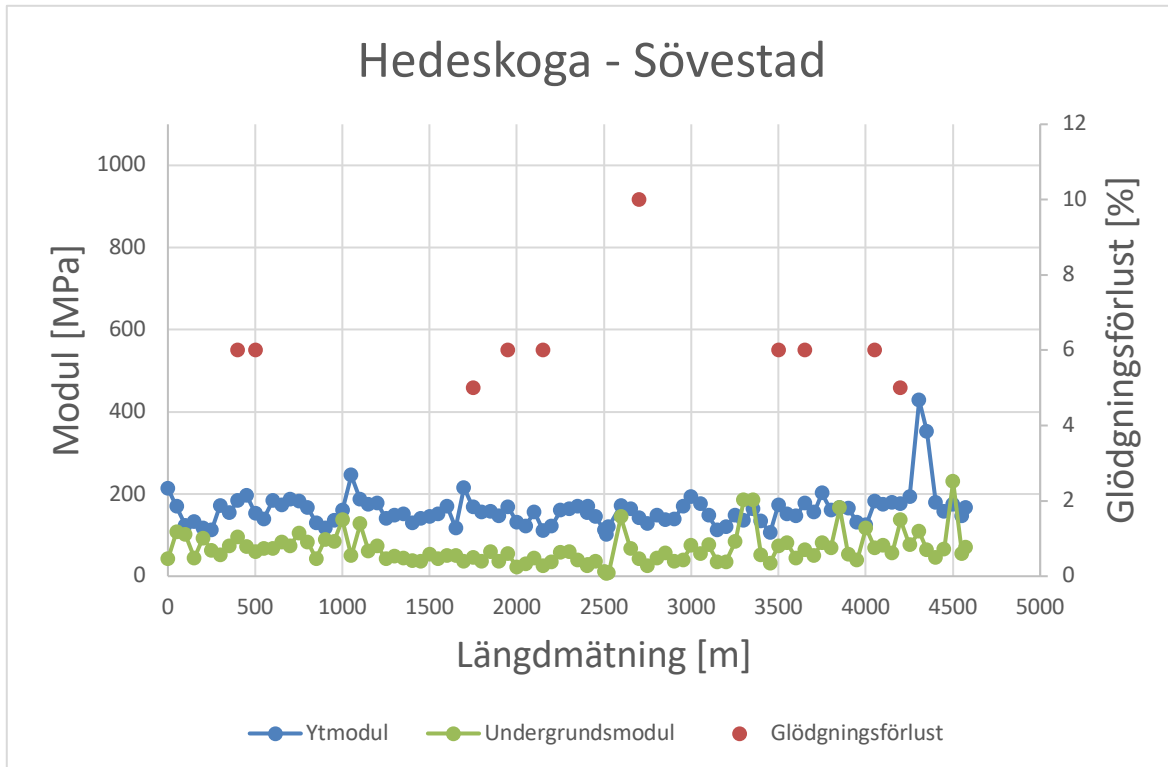
$$E_{dim} = \frac{110 \cdot \sigma_0}{\sqrt{d_0 \cdot (d_0 - d_{20})}}$$

7.2. Resultat

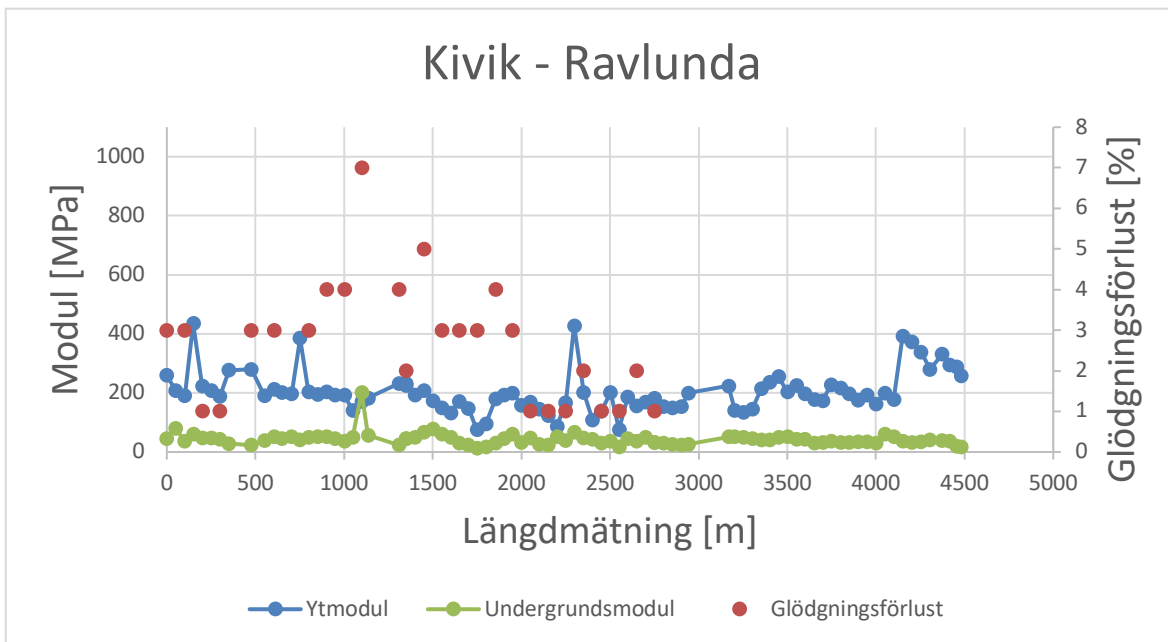
Resultatet från den tunga fallviktsmätningen redovisas i Figur 33 till Figur 3



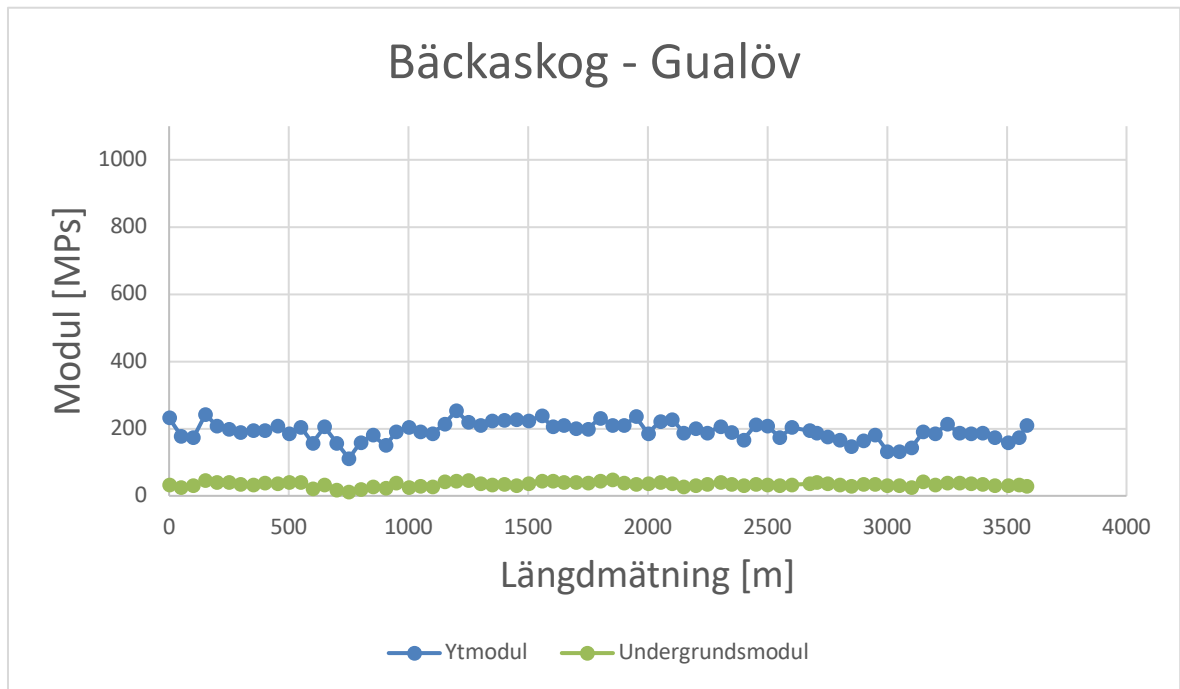
Figur 33. Ytmodul och undergrundsmodul för cykelvägen Arrie – Käglinge.



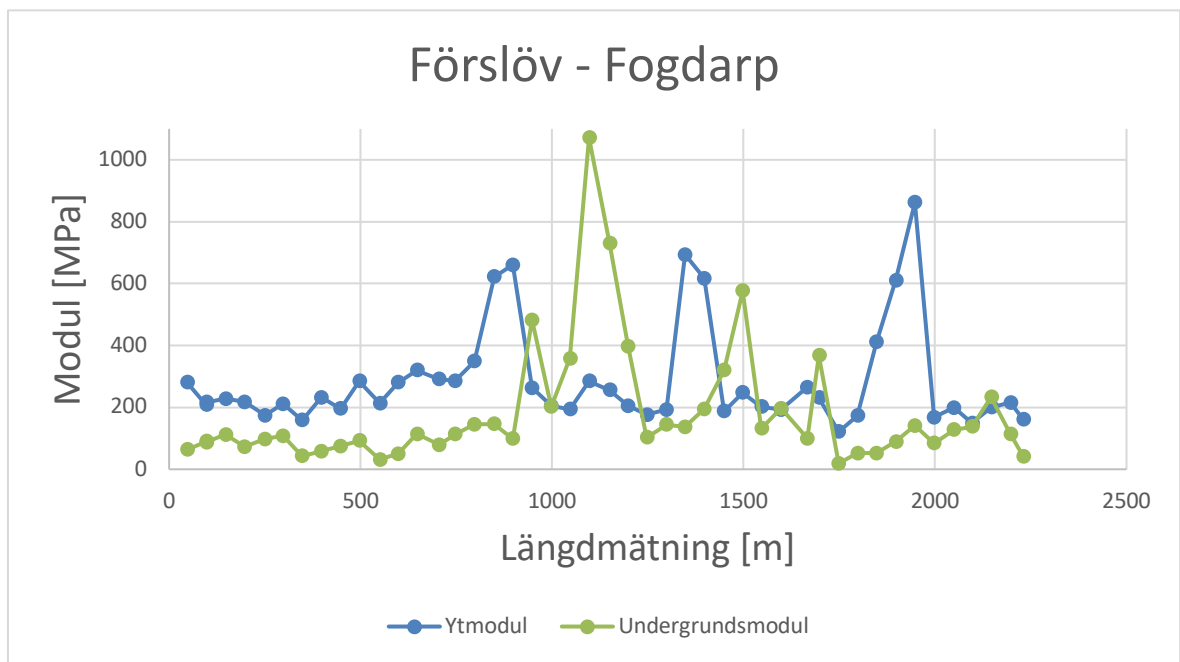
Figur 34. Ytmodul, undergrundsmodul och glödningsförlust för cykelvägen Hedeskoga – Sövestad.



Figur 35. Ytmodul, undergrundsmodul och glödningsförlust för cykelvägen Kivik – Ravlunda.



Figur 36. Ytmodul och undergrundsmodul för cykelvägen Bäckaskog – Gualöv.



Figur 37. Ytmodul och undergrundsmodul för cykelvägen Förslöv – Fogdarp.

En sammanställning för den genomsnittliga ytmodulen, undergrundsmodulen, bärförmågeindex och bärförmågeklass redovisas i Tabell 17.

Tabell 17. Sammanställning av ytmodul, undergrundsmodul, bärförmågeindex och bärförmågeklass för respektive cykelväg.

Cykelvägar	Medel Ytmodul [MPa]	Medel Undergrundsmodul [MPa]	Medel Bärförmågeindex	Bärförmågeklass
Arrie-Käglinge	237,3	94,1	1,92	2
Bäckaskog-Gualöv	192,9	34,1	1,60	3
Hedeskoga-Sövestad	160,1	65,0	1,27	3
Förslöv-Fogdarp	285,0	180,1	2,41	2
Kivik-Ravlunda	203,5	42,7	1,83	3

I Tabell 18 nedan redovisas den minimala bärigheten, det vill säga den maximalt möjliga belastningen för cykelvägarna. En genomsnittlig bärighet redovisas också i tabellen och den 10:onde percentilen för bärigheten.

Tabell 18. Minimal bärighet och genomsnittlig bärighet.

Cykelvägar	Minimal bärighet [ton]	Genomsnittlig bärighet [ton]	10:onde percentilen [ton]
Arrie-Käglinge	8,45	13,42	10,77
Bäckaskog-Gualöv	9,06	11,82	10,49
Hedeskoga-Sövestad	8,42	10,41	8,86
Förslöv-Fogdarp	9,11	15,09	10,66
Kivik-Ravlunda	6,75	12,56	9,45

7.3. Analys och diskussion

Ser man till Figur 33 till Figur 37 visas det att ytmodulen är större än undergrundsmodulen, vilket kan anses vara ett rimligt resultat. I de fall då undergrundsmodulen är oväntat stor (så som vid längdmätning 1/200 och 1/300 meter på cykelväg Arrie – Käglinge eller vid 1100 meter på cykelväg Förslöv – Fogdarp) så kan detta tänkas bero på att berggrunden ligger på ett grunt djup och därför orsakar denna stora modul.

I diagrammen som visar modulerna och glödgningsförlust för cykelväg Hedeskoga – Sövestad och Kivik – Ravlunda går det inte att direkt se något samband med att modulerna skulle gå ned samtidigt som glödgningsförlusten öka. Detta kan ses som ett tecken på att den organiska halten inte direkt påverkar hållfastheten för en cykelväg. Det ska dock tilläggas att datan som ligger till grund för detta inte är tillräckligt stor för att med säkerhet slå fast detta.

Med tanke på att det är de två cykelvägarna Hedeskoga – Sövestad samt Kivik – Ravlunda som kringgår AMA:s krav om den organiska halten så var hypotesen att dessa skulle ge de sämsta värdena på E-modulerna. Detta kan utifrån Tabell 17 bara delvis konstateras. Undergrundsmodulen för Kivik – Ravlunda ger visserligen ett lågt värde, medan ytmodulen ger ett förhållandevis högt värde. Ännu lägre värde ger dock Bäckaskog – Gualöv på undergrundsmodulen som är byggd som totalentreprenad. Den sämsta ytmodulen visar det sig vara på Hedeskoga – Sövestad vilket skulle kunna ge en indikation på att den organiska halten har en påverkan på hållfastheten på en cykelväg. Men med tanke på att undergrundsmodulen inte är uppseendeväckande låg skulle den låga ytmodulen också vara ett tecken på att överbyggnaden inte är särskilt kraftig.

Det går även att konstatera att utifrån bärförmågeindex och bärförmågeklass är de båda cykelvägarna byggda på mulljord samt totalentreprenaden Bäckaskog – Gualöv som får det sämsta resultatet. Det bör också påpekas att det är tydligt att bärförmågeklass är ett mått på bärigheten med en större trafikmängd än i detta fallet med 150 000 standardaxlar. Det syns tydligt i Figur 32, där graferna vid cirka 500 000 standardaxlar och mindre planar ut och horisontellt möter den vertikala axeln. Därför bör detta resultat tas med en nypa salt.

Ser man till den maximala lasten så är det den minsta bärigheten som uppvisas för cykelvägarna. Dessa värden visas under kolumnen minimal bärighet i Tabell 18. Det går att konstatera att alla cykelvägar förutom Kivik-Ravlunda som uppvisar en ganska jämn maximal last över 8 ton. Eftersom dessa värden endast beror på en mätning längs med sträckorna så kan det anses vara något missvisande att enbart titta på dessa. Ser man istället på den genomsnittliga bärigheten så ligger cykelväg Kivik – Ravlunda inte alls i underkant, utan snarare utgör detta värde medianen för samtliga cykelvägars bärighet. Med tanke på att den mätning som ger den minsta bärigheten skulle kunna vara fel, så är kanske det mest rimliga att föreskriva att maximal belastning på cykelvägarna inte bör överskrida den 10:onde percentilen av bärigheten. Sett till den 10:onde percentilen så är det cykelvägarna byggda på de befintliga massorna som får de lägsta värdena. Man kan dock konstatera att alla cykelvägar klarar en belastning över 8 ton.

8. Lätt fallvikt

En fältundersökning med lätt fallvikt genomförs på ett av Trafikverkets projekt. Syftet med fältundersökningen är att kunna bilda en uppfattning om hur hållfastheten varierar då cykelvägars terrass byggs enligt AMA med en maximal organisk halt på 2 vikt% och när terrassen byggs på muljord med en högre organisk halt.

Den lätta fallvikten ska fungera som en simulering av en tung hjulöverföring där ytan belastas dynamiskt. Vid belastningen mäts ytans respons/deflektion och kontraktionsmodulen.

8.1. Utförandet

Den lätta fallviktsmätningen utfördes på Trafikverkets motorvägsprojekt vid Sätaröd i Kristianstad kommun. En yta av så orörd mark som möjligt identifierades inom arbetsområdet där mätningarna gjordes. Ytan skulle vara cirka 6 m bred och 10 m lång. Vegetationssvålen banades av över ytan och 4 mätpunkter markerades med hjälp av att stenar placerades längs med ytans bredd och längd. Den lätta fallviktsmätningen skedde i de 4 mätpunkterna. Ytan packades med en vält med 6 överfarer varpå lätt fallviktsmätning utfördes igen i de 4 mätpunkterna. Sedan schaktades hela de översta skiktet av den organiska jorden av över hela ytan och den lätta fallviktsmätningen utfördes ännu en gång i punkterna. Ytan packades igen och fallviktsmätningen genomfördes i de 4 punkterna. Den urschaktade ytan fylldes sedan upp med fastare jord i närområdet varpå den packades och fallviktsmätningen utfördes återigen i de 4 punkterna. Detta ger totalt 20 mätningar med den lätta fallvikten, E-modulen kunde då bestämmas i 4 olika punkter i 5 olika tillstånd.

Innan varje lätt fallviktsmätning förpackades jorden enligt standard 3 gånger för att mätinstrumentet ska stå på en så plan yta som möjligt och för att inga stenar eller liknande sticker upp under den. Det utförs sedan även 3 mätningar med den lätta fallvikten för varje försök.

För att i detalj se hela utförandet finns det i Bilaga 5 beskrivet hur detta gick till. Även den materiel som krävdes för att utföra mätningarna finns i Bilaga 5.

Det togs även jordprover på det översta lagret organisk jord samt den fastare jorden under. Det är på denna jord som laborationen utfördes.

8.2. Resultat

Mätningarna för det första försöket genomfördes i opackat tillstånd på det översta lagret jord, troligen innehållande en hög organisk halt, i opackat tillstånd. Resultatet av detta försök presenteras i Tabell 19 nedan.

Cykelvägar anlagda på befintlig jord

Tabell 19. Resultat från Försök 1.

Försök 1					
Mätpunkt	Deformation [mm]			Medeldeformation [mm]	E-modul [MPa]
Mätpunkt 1	3,91	3,96	4,12	3,996	5,63
Mätpunkt 2	3,91	3,94	3,94	3,930	5,72
Mätpunkt 3	3,99	4,15	4,15	4,096	5,49
Mätpunkt 4	3,88	3,96	3,87	3,903	5,76
Medelvärde				3,981	5,650

Mätningarna för det andra försöket genomfördes i packat tillstånd på det översta lagret jord. Resultatet av detta försök presenteras i Tabell 20 nedan.

Tabell 20. Resultat från Försök 2.

Försök 2					
Mätpunkt	Deformation [mm]			Medeldeformation [mm]	E-modul [MPa]
Mätpunkt 1	6,42	6,38	6,41	6,403	3,51
Mätpunkt 2	7,52	7,67	7,58	7,590	2,96
Mätpunkt 3	7,65	8,18	8,09	7,973	2,82
Mätpunkt 4	5,04	5,09	4,97	5,033	4,47
Medelvärde				6,750	3,44

Mätningarna för det tredje försöket genomfördes på den fastare jorden under den mer organiska jorden i opackat tillstånd. Resultatet av detta försök presenteras i Tabell 21 nedan.

Tabell 21. Resultat från Försök 3.

Försök 3					
Mätpunkt	Deformation [mm]			Medeldeformation [mm]	E-modul [MPa]
Mätpunkt 1	2,57	2,58	2,66	2,603	8,64
Mätpunkt 2	1,20	1,18	1,19	1,190	18,90
Mätpunkt 3	2,03	1,94	1,87	1,946	11,56
Mätpunkt 4	2,96	2,87	2,85	2,893	7,77
Medelvärde				2,158	11,72

Mätningarna för det fjärde försöket genomfördes på den fastare jorden under den mer organiska jorden i packat tillstånd. Resultatet av detta försök presenteras i Tabell 22 nedan.

Tabell 22. Resultat från Försök 4.

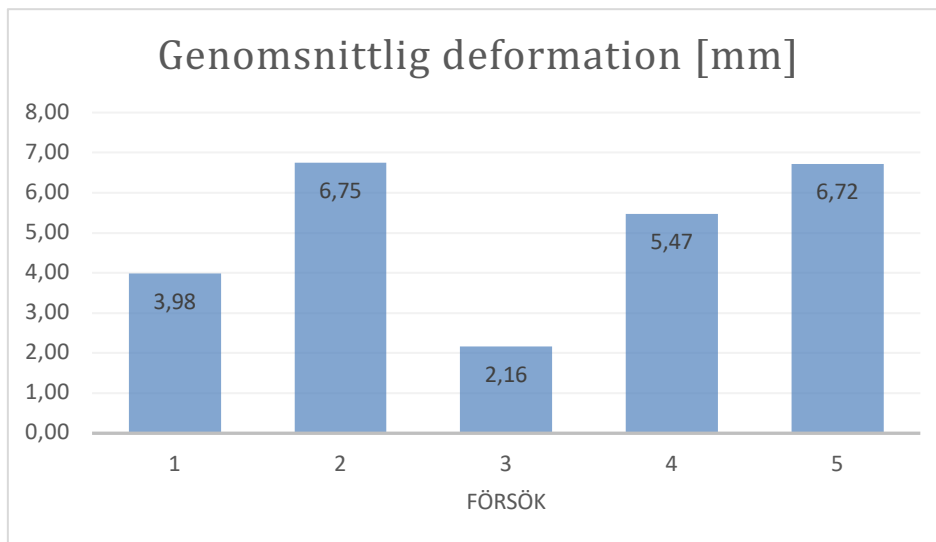
Försök 4					
Mätpunkt	Deformation [mm]			Medeldeformation [mm]	E-modul [MPa]
Mätpunkt 1	7,64	7,69	7,55	7,626	2,95
Mätpunkt 2	4,03	4,12	4,12	4,090	5,50
Mätpunkt 3	4,59	4,39	4,51	4,496	5,00
Mätpunkt 4	5,71	5,63	5,63	5,656	3,97
Medelvärde				5,467	4,36

Mätningarna för det femte försöket genomfördes på fyllnadsjorden i packat tillstånd. Resultatet av detta försök presenteras i Tabell 23 nedan.

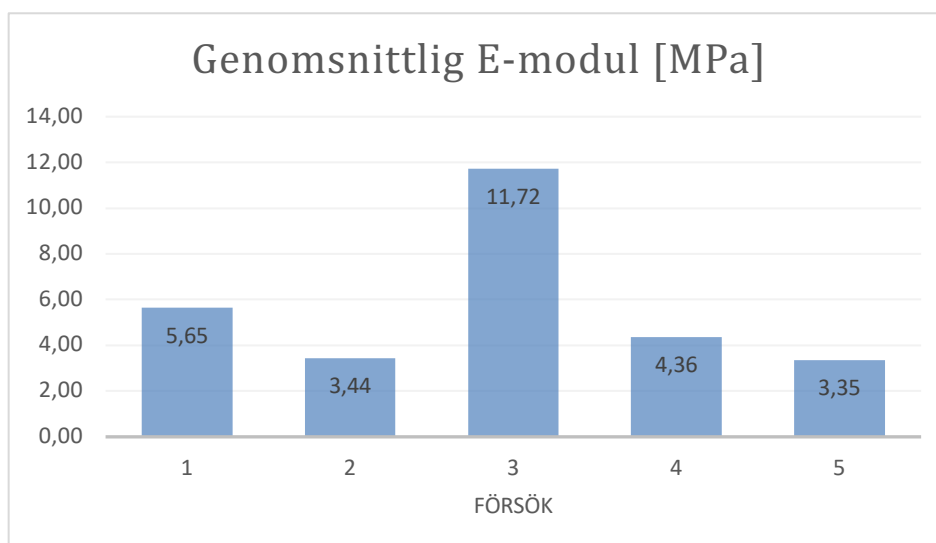
Tabell 23. Resultat från Försök 5.

Försök 5					
Mätpunkt	Deformation [mm]			Medeldeformation [mm]	E-modul [MPa]
Mätpunkt 1	6,48	6,44	6,34	6,420	3,50
Mätpunkt 2	6,72	6,91	6,97	6,866	3,27
Mätpunkt 3	6,99	6,81	6,71	6,836	3,29
Mätpunkt 4	6,74	6,83	6,74	6,770	3,32
Medelvärde				6,723	3,35

I Figur 38 och i Figur 39 visas medeldeformation och genomsnittlig E-modul för varje försök.



Figur 38. Genomsnittlig medeldeformation för respektive försök.



Figur 39. Genomsnittlig E-modul för respektive försök.

8.3. Analys och diskussion

Resultatet av mätningarna med den lätta fallvikten visade att den fastare jorden cirka 30 cm under markytan i opackat tillstånd (d.v.s. försök 3) gav den största elasticitetsmodulen och den minsta deformationen. Alltså är det denna jord som enligt mätningen har den största hållfastheten. Det som kan utläsas ur Tabell 20 är att resultatet i de olika punkterna för försök 3 gav en förhållandevis stor spridning. Detta bidrar till att tillförlitligheten av detta resultat sjunker något. Orsaken kan vara den naturliga variation av material i jorden, exempelvis skulle det kunna ligga något större block under någon av punkterna som påverkar resultatet.

Det som vidare kan konstateras är att generellt så gav packningen av jorden sämre egenskaper i form av elasticitetsmodul och deformation, vilket är uppseendeväckande. Motsatsen hade kanske varit ett mer rimligt resultat. Vad som skulle kunna vara orsaken till detta är att jorden innehåller mycket vatten och att den optimala vattenkvoten är överskriden. Packningen skulle därmed kunna medföra att vatten pressats ur jorden och därmed göra hållfastheten sämre. Ytterligare en tanke kring detta är att packningen i jord med mycket vatten inledningsvis ger en lägre bärighet som med tiden kan öka när vattnet sjunker undan.

Det som även bör begrundas är att välten vid packning av det övre jordskiktet även packar underliggande jord. Alltså är den fastare jorden under den mer organiska jorden redan delvis packad när mätningarna i opackat tillstånd utförs. Vidare kunde det konstateras att ytan där fältförsöket utfördes på inte var helt orörd, utan viss packning var redan gjord då arbetsmaskiner trafikerat den.

Det som också kan ses som något avvikande är att försök 5 gav så låg hållfasthet. Detta är jord av det fastare slaget som dessutom packats. Orsaken till detta kan tänkas vara som beskrivet tidigare att packningen inledningsvis bidrar till en sämre bärighet, samtidigt som den tillagda jorden uppluckrats och sedan inte packats till den grad den kräver.

9. Bestämning av jordens egenskaper

I detta kapitel presenteras bestämningen av jordprovers egenskaper. Jordproverna togs i anslutning till Trafikverkets projekt, där en ombyggnad av väg E22 byggs om vid Sätaröd strax öster om Trollarp i Kristianstads kommun. Två olika jordprover togs från olika nivåer, ett strax under vegetationstöcket och ett i den fastare jorden. Laborationen åsyftar att bestämma den organiska halten och vattenkvoten för jordproverna.

Den största vikten i denna laborativa del läggs vid fastställningen av den organiska halten. Denna halt bestäms med hjälp av glödningsförlusten och följer den svenska standarden SS 02 71 05 som fastställdes 1990-09-12. Avsnitt 9.1 avser påpeka de viktigaste förutsättningarna som krävs enligt standarden.

Det bör påpekas att den organiska halten enligt AMA Anläggning ska bestämmas enligt standarden SS 27 107, det vill säga kolorimetermetoden. Detta föreskrivs exempelvis i tabelltexten till AMA CB/1 (Svensk byggtjänst, 2017a). Detta är en metod som få laboratorier utför och medför miljörisker, därför gör de flesta avsteg från detta, likaså i detta fall.

I följande avsnitt presenteras arbetsgången för laborationen, beräkningar som genomförts, resultatet och ett kortare diskussionsavsnitt.

9.1. Glödningsförlustmetoden enligt Svensk Standard SS 02 71 05

Glödningsförlustmetoden kan användas för att uppskatta den organiska halten i organiska jordar och speciellt för torv. Det förutsätts att jorden inte har en karbonathalt högre än 20 %. Vetskap om karbonathalten krävs samt halten lera för att kunna korrigera resultatet av glödningsförlusten. Uppgår den organiska halten till mindre än 20 % så är det att föredra att använda kolorimetermetoden. Glödningsförlustmetoden kan anses vara tillförlitlig i grövre mått när följande förutsättningar råder i jorden (SIS - Standardiseringskommissionen i Sverige, 1990):

- Mineralsammansättningen är normal för svenska förhållanden.
- Glödningsförlusten korrigeras efter karbonathalt och lerhalt.
- Karbonathalten är mindre än 20 %.
- Sulfidhalten är mindre än 1 %

Om jorden uppskattas innehålla lera så måste denna halt bestäms enligt den svenska standarden SS 02 71 24. Om jorden innehåller karbonat så ska denna bestämmas enligt Larsson et al, 1985 (SIS - Standardiseringskommissionen i Sverige, 1990).

9.2. Utförandet

Från fältförsöket med lätt fallvikt togs två jordprover som det genomfördes samma egenskapsbestämning på. Ett på det överlagrade jordskiktet som hypotetiskt innehåller en högre organisk halt och ett på den fastare jorden under den mer organiska jorden. Egenskapsbestämningen skedde parallellt på de båda jordproverna genom hela laborationen. De egenskaper som fastställdes var vattenkvot, glödgningsförlust och siktkurva.

Till att börja med delades de båda jordproverna upp i respektive fyra delprov, alltså fanns det totalt att tillgå åtta prover. Två delprover från respektive ursprungsprov placerades i aluminiumformar med lite större volym och skulle ligga till grund för siktanalysen samt analysen för glödgningsförluster. Två delprov från respektive ursprungsprov placerades i deglar med lite mindre volym. Samtliga av dessa prover vägdes upp varpå de placerades i en ugn med temperaturen 105°C i 24 h. Proverna vägdes igen efter att de svalnat och antagit rumstemperatur, varpå vattenkvoten i proverna kunde erhållas på alla delprover.

En siktanalys genomfördes på de prover som placerats i aluminiumformarna efter att mortling och utsortering utförts enligt standarden. Maskvidden i siktarna var mellan 0,063-8 mm. Två siktningar genomfördes, en för respektive ursprungsprov. Reglaget som styr frekvensen för vibrationerna sikten var inställt likadant vid de båda siktningarna. Även tiden för hur länge siktningen utfördes var samma, vilket uppgick till fem minuter. Allt material som passerade respektive sikt vägdes. Det material som var mindre respektive större än 2 mm separerades.

Material som var mindre än 2 mm delades upp i fyra nya deglar varpå de vägdes upp. Dessa fyra delprov användes för att bestämma glödgningsförlusterna. Proverna placerades i en ugn där temperaturen stegvis ökades till 950°C. Efter cirka 2 h nådde ugnen denna temperatur varpå proverna fick stå kvar i ugnen under 1 h. Efter detta stängdes ugnen av och ugnsluckan öppnades och proverna fick stå och svalna i omkring 18 h tills de antagit rumstemperatur. Proverna vägdes därefter återigen upp varpå glödgningsförlusten kunde erhållas.

I Bilaga 6 återfinns en mer detaljerad beskrivning över arbetsgången, samt det materiel som användes vid laborationen.

För att få en uppskattning om lerhalten i jordproverna genomfördes även ett så kallat utrullningsförsök. Vid försöket rullades ett litet delprov ut med ett jämt tryck med handflatan på ett plant underlag. Beroende på hur tjock den tråd som bildas blir så kan en uppskattning om provets plasticitet (Kohesion) göras (Svenska Geotekniska Föreningen, 2016)

9.3. Beräkning

Glödgningsförlusten kunde beräknas enligt Ekvation 10 nedan (Larsson, 2008):

$$g = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \quad (\text{Ekv. 10})$$

g = glödgningsförlust

m_1 = porslinsdegelns massa

$m_2 = \text{porslinsdegelns samt torkat jordprovs massa}$

$m_3 = \text{porslinsdegelns samt glöd gat jordprovs massa}$

Med hänsyn till karbonat- och lerhalten beräknas ett ungefärligt värde för den organiska halten enligt Ekvation 11 nedan (Larsson, 2008):

$$g_0 = g - (0,0075 + 0,06l_c) - 0,44CO_3 \quad (\text{Ekv. 11})$$

Där:

$g_0 = \text{organisk halt}$

$g = \text{glödgningsförlust}$

$l_c = \text{lerhalt}$

$CO_3 = \text{karbonathalten}$

Vattenkvoten anger förhållandet mellan vattnets massa och den fast fasens massa enligt Ekvation 12 nedan (Larsson, 2008):

$$w = \frac{m_w}{m_s} \quad (\text{Ekv. 12})$$

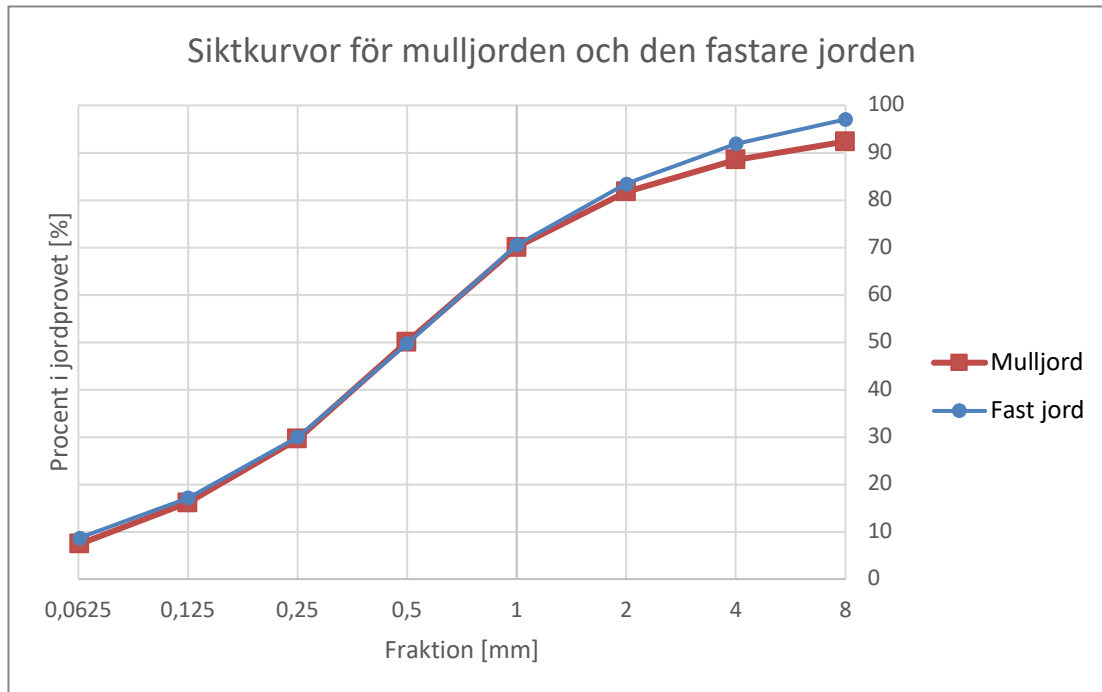
$w = \text{vattenkvoten}$

$m_w = \text{vattnets massa}$

$m_s = \text{fasta fasens massa}$

9.4. Resultat och analys

Resultatet för siktkurvan både för den organiska jorden och för den fastare jorden redovisas i Figur 40 nedan.



Figur 40. Siktkurva för den organiska jorden respektive den fasta jorden.

Resultatet av laborationen för vattenkvot redovisas i Tabell 24. Benämningarna på proverna är enligt namnen på deglarna och aluminiumformarna och har ingen åtanke i sig.

Tabell 24. Resultat för bestämning av vattenkvot.

Prov	Naturfuktigt [g]	Torkat i 105°C i 24h [g]	Vattenkvot [%]
7 (mull)	130,539	109,306	19,43
11 (mull)	143,227	120,142	19,21
L (mull)	445,033	374,820	18,73
M (mull)	459,479	389,008	18,12
3 (fast)	181,756	163,173	11,39
4 (fast)	189,213	168,923	12,01
K (fast)	496,827	442,951	12,16
H (fast)	485,237	432,850	12,10

Resultatet av laborationen för glödningsförlusten redovisas i Tabell 25 på kommande sida.

Tabell 25. Resultat för bestämning av glödningsförlust.

Prov	Torkat i 105°C i 24 och siktat till <2 mm [g]	Torkat i 905°C i 1h [g]	Glödningsförlust [g]	Glödningsförlust [%]
83 (mull)	123,691	118,722	4,696	4,02
15 (mull)	122,272	117,314	4,958	4,05
81 (fast)	127,202	124,493	2,709	2,13
16 (fast)	147,131	144,083	3,048	2,07

Utrullningsförsöket resulterade i en tråd på cirka 6 mm för den organiska jorden respektive 7 mm för den fastare jorden. Dessa prover medför att jorden i båda fallen kan klassas som en grovsiltig jord (Svenska geotekniska föreningen, 2016). Utifrån detta resultat kunde en bedömning av lerhalten utföras av en specialist på geoteknik. Denna bedömdes ligga i ett intervall på mellan 0–5 % (Griwell, 2019). Det kunde också göras en bedömning av karbonathalten i jorden. Denna bedömdes ligga på mellan 0–1 % (Griwell, 2019). En känslighetsstudie genomfördes genom att värden i detta intervall för karbonat och ler matades in i Ekvation 11. Reduktionen samt den organiska halten som ett resultat från Ekvation 11 redovisas i Tabell 26 nedan.

Tabell 26 Organisk halt med varierande reduktion av glödningsförluster.

Lerhalt	Karbonathalt	Reduktion[% -enheter]	83 (mull) [%]	15 (mull) [%]	81 (fast) [%]	16 (fast) [%]
0	0	0,75	3,27	3,30	1,38	1,32
0,01	0,002	0,90	3,12	3,16	1,23	1,17
0,02	0,004	1,05	2,97	3,01	1,08	1,03
0,03	0,006	1,19	2,82	2,86	0,94	0,88
0,04	0,008	1,34	2,68	2,71	0,79	0,73
0,05	0,01	1,49	2,53	2,56	0,64	0,58

Detta resultat kan verifieras med hjälp av erfarenhetsvärden av reduktionen. Enligt SGI Rapport 27 bör en sandartad jord ha en reduktion på mellan 0,4–1,2 % och ett medeltal på ungefär 1 % (Larsson, et al., 1985). Därmed dras slutsatsen att ett ungefärligt värde på den organiska halten i jorden i det översta skiktet ligger på 3 % och i den fastare jorden 1 %.

9.5. Analys och diskussion

Siktningen som genomfördes var en torrsiktning. Egentligen borde även en tvättsiktning genomföras för att skilja material mindre än 0,063 mm så långt som möjligt, men detta var vid tidpunkten laborationen gjordes inte möjligt. Detta är en möjlig felkälla till vårt resultat. Sikt kurvorna för de olika jordarna skiljer sig inte särskilt mycket åt utan är relativt lika. Den största skillnaden gäller de större fraktionerna, där den fastare jorden har en något större

andel av material större än 4 mm. Finmaterialet mindre än 0,063 mm ligger för båda jordarna på runt 7–8 %. Över 80 % hos båda jordarna har material mindre än 2 mm, vilket möjliggjorde att stor del av dessa kunde användas till att glödgas. Enligt Tabell 7 kan det konstateras att benämningen av båda jordarna är silt.

Utifrån resultatet i Tabell 23 kan man se att vattenkvoten är betydligt högre i den orörda organiska jorden än vad den är i den fastare jorden i terrassen, 7–8 %-enheter högre. Detta kan bero på att jorden innehåller en högre halt organiskt material ihop med att det nyligen regnat. För material med fraktioner av denna storlek är denna vattenkvot relativt hög. För detta finkorniga material skulle det kunna tänkas att den optimala vattenkvoten vid dessa nivåer är passerad.

Den organiska halten skiljde sig som beskrivet i resultatet då jorden från det översta skiktet hade en halt på ungefär 3 % och den fastare jorden en halt på ungefär 1 %. Vid genomförandet av laborationen för glödgningsförlust frångicks standarden på några steg. Bland annat genom att jordproverna skulle torkats ytterligare 2 h i 205°C efter de att jordproverna svalnat efter första torkningen under 24 h, detta bör genomföras för att garantera att jordproverna helt har torkat. Genom bedömning att jorden var torr och då det fanns en viss tidsbrist i laboratoriet gjordes ett avsteg från standarden och detta moment uteslöts. Ytterligare avsteg från standarden gjordes vid avsvälningen av proverna, detta skulle göras i en exsickator med blågel, men istället svalnade proverna öppet utan exsickator. En bedömning gjordes att den fukt som eventuellt skulle binda till jordproverna under avsvälningen från luften kunde anses vara försumbar. I övrigt så är metoden för att mäta den organiska halten med denna metod ifrågasatt utifrån flera perspektiv. Dels så är reduktionen på glödgningsförlusterna orimligt stor i förhållande till hur stora förlusterna var, framförallt då bedömningen av ler- och karbonathalt uppskattats utan någon noggrannare mätning. Det kan vidare heller inte konstateras vad som i jordproverna har försvunnit vid glödgningen eftersom någon exakt materialsammansättning inte genomförts. De slutsatser som kan konstateras är att det organiska innehållet i proverna generellt är låga och att det översta jordskiktet innehåller en något högre andel än den fastare jorden.

En annan felkälla är att glödgningsmetoden egentligen är till för jordar innehållande organiskt material över 20 % som beskrivits tidigare. Det skulle egentligen för denna jord använts kolorimetermetoden men då denna metod inte används i samma utsträckning och inte bedömdes lämplig vid denna laboration valdes det att avstå från denna metod.

För samtliga mätningar så finns felkällan att de delprover som tagits ut inte är representativa för hela jorden. Dessa skulle kunna skilja en del vad gäller materialsammansättning och mineralinnehåll.

I detta kapitel redogörs en utförd dimensioneringsprocess. Kapitlet inleds med en bakgrund och ett syfte till varför en dimensionering utfördes och hur den gick till. Därefter presenteras resultatet från dimensioneringen i två separata avsnitt. Avslutningsvis följer ett analys- och diskussionsavsnitt som kort sammanfattar resultatet.

10. Dimensionering

10.1. Bakgrund och syfte till dimensioneringen

Denna dimensionering sker med hjälp av datorprogrammet PMS objekt som baseras på Trafikverkets regelverk för vägkonstruktioner TRVK Väg. Konstruktionens överbyggnad antas vara av typen GBÖ (grusbitumen överbyggnad) genom hela dimensioneringen.

Syftet med dimensioneringen är att kunna jämföra olika konstruktioners uppbyggnad beroende på varierande förutsättningar med samma ändamål. Resultatet av dimensioneringen jämförs sedan utifrån de ekonomiska aspekterna, beroende på mäktigheten på de olika lagren i konstruktionen som krävs.

I PMS objekt är det inte möjligt att välja ett materials organiska halt. Därför skapas ett eget terrassmaterial som antas motsvara det mullhaltiga materialets egenskaper. Egenskaperna i detta material antas vara densamma som det mullhaltiga material som det i föregående kapitel laborerades på. För att utforma ett eget terrassmaterial i PMS objekt krävs att man antar värden för jordens egenskaper. När det kommer till värden som behövs för cykelvägens bärighet så är det jordens styvhetsmodul som är väsentligt. För att sedan också testa cykelvägen mot tjälfarlighet krävs värden för egenskaper såsom, torrdensitet, vattenkvot, porositet, vattenmättnadsgrad och värmeledningsförmåga. Då detta är värden som skulle antagits med en väldigt stor osäkerhet och ifall detta skulle mätas rent praktiskt skulle det vara tvunget att mätas i fält vilket inte var möjligt i detta fallet.

De alternativ som dimensionerades var en cykelväg byggd på blandkorning jord, materialtyp 3B med givna egenskaper från PMS objekt. Detta jämfördes med en cykelväg byggd på en terrass med 40 % sämre styvhetsmodul än den tidigare använda terrassen. Detta material ska motsvara en jord med en högre organisk halt. Från studien utförd på VTI av Lars Bäckman (1989) kan det urskönjas en kraftig sänkning av styvhetsmodulen då en jords organiska halt överstiger 2 vikt%. Med en sänkning av styvhetsmodulen med 40 % kan det ur Figur 7 konstateras att detta skulle motsvara en organisk halt på omkring 3 vikt% för ett krossmaterial med inblandning av gytta. För båda alternativen räknas det med en oändligt tjock terrass, det är vidare förstärkningslagrets tjocklek som dimensioneras upp till dess att TRVK vägs krav uppfyllts.

Ett krav som ställs är på maximal vertikal töjning med avseende på extremlast. Dessa beror på vilken klimatzon vägen byggs i. I Tabell 27 och 28 redovisas kraven på töjningar för respektive klimatzon.

Tabell 27. Maximal töjning materialtyp 2,3 4a.

Klimatzon	1	2	3	4	5
Töjning	0,0025	0,0024	0,0023	0,0022	0,0021

Tabell 28. Maximal töjning, materialtyp 4b, 4c, 4d, 4e, 4f.

Klimatzon	1	2	3	4	5
Töjning	0,0013	0,0012	0,0011	0,0010	0,0010

Det andra krav som ställs på bärigheten är på töjningen i underkant för bitumenlagret samt minsta töjningen i terrassytan. Det är framförallt töjningen i terrassytan som är väsentlig och kan bli problematiskt i vårt analyserande fall.

10.2. Dimensionering med bra terrassmaterial

Konstruktionens uppbyggnad med en terrass av materialtyp 3B för att klara kraven i TRVK väg redovisas i Tabell 29 nedan.

Tabell 29. Konstruktionens uppbyggnad.

Material	Tjocklek [mm]	Vinter [MPa]	Tjälvinter [MPa]	Tjällossning [MPa]	Senvår [MPa]	Sommar [MPa]	Höst [MPa]
Bitumenbundet slitlager	45	14500	13000	13000	11000	3500	9000
Obundet bärlager	80	1000	150	300	450	450	450
Förstärkningslager	210	450	450	450	450	450	450
Terrass (blandad grovkornig jord)		1000	1000	35	50	100	100
Total överbyggnad	335						

Trycktöjningarna som uppstår i konstruktionen på grund av extremaster redovisas i Tabell 30 nedan. Det är dessa som jämförs med kraven i Tabell 27 och 28.

Tabell 30. Trycktöjningar på terrassytan på grund av extremast.

Plattnamn	Vinter [strain]	Tjäl. Vinter [strain]	Tjällossning [strain]	Senvår [strain]	Sommar [strain]	Höst [strain]
Standard GC ≤ 8 ton	0,0001	0,0001	0,0010	0,0009	0,0007	0,0006

Resultatet från bärighetsberäkningen i PMS objekt med hänsyn till töjningarna från 150 000 standardaxlar redovisas i Figur 41.



Figur 41. Resultat från bärlighetsberäkning i PMS-objekt för en cykelväg utan mulljord i terrassen.

10.3. Dimensionering med mullhaltigt terrassmaterial

Konstruktionens uppbyggnad med en terrass av jord innehållande en högre halt organiskt material redovisas i Tabell 31 nedan. Tjocklekarna är tillräckliga för att klara kraven som ställs i TRVK väg.

Tabell 31. Konstruktionens uppbyggnad.





Material	Tjocklek [mm]	Vinter [MPa]	Tjälvinter [MPa]	Tjällossning [MPa]	Senvår [MPa]	Sommar [MPa]	Höst [MPa]
Bitumenbundet slitlager	45	14500	13000	13000	11000	3500	9000
Obundet bärlager	80	1000	150	300	450	450	450
Förstärkningslager	260	450	450	450	450	450	450
Terrass (mulljord)		600	600	21	30	60	60
Total överbyggnad	385						

Trycktöjningarna som uppstår i konstruktionen på grund av extremlaster redovisas i Tabell 32 nedan. Det är dessa som jämförs med kraven i Tabell 27 och 28.

Tabell 32. Trycktöjningar på terrassytan på grund av extremlast.

Plattnamn	Vinter [strain]	Tjälvinter [strain]	Tjällossning [strain]	Senvår [strain]	Sommar [strain]	Höst [strain]
Standard GC ≤ 8 ton	0,0004	0,0004	0,0025	0,0022	0,0018	0,0017

Resultatet från bärlighetsberäkningen i PMS objekt med hänsyn till töjningarna från 150 000 standardaxlar redovisas i Figur 42.

Antal axellaster, ackumulerat avseende			
Töjning i underkant bitumenlager	Ntill,bb 663 626	Nekv 150 000	 
Töjning i terrassytan	Ntill,te 306 164	Nekv * 2 300 000	 

Figur 42. Resultat från bärighetsberäkning i PMS-objekt för en cykelväg byggd på mulljord i terrassen.

10.4. Analys och diskussion

Genom att jämföra konstruktionerna kan det konstateras att cykelvägen innehållande en sämre terrass, möjligtvis på grund av att den innehåller organiskt material kräver ett förstärkningslager som är 50 mm tjockare, jämfört med ett terrassmaterial som håller en högre kvalitet.

Detta är en enkel dimensionering med osäkerheter. Den största osäkerheten är antagligen den uppskattning av sänkningen av styvhetsmodul som en jord med högre organisk halt innebär. Troligt är att en stor variation på denna minskning finns beroende på vilken typ av organisk jord som återfinns i terrassmaterialet.

11. Ekonomi

I detta kapitel diskuteras ekonomi och kostnader för cykelvägar. Siffrorna som redovisas är baserade på 2019 års kostnadsbild. Kapitlet delas upp genom att först i ett avsnitt redogöra en övergripande kostnads kalkyl utifrån utförd dimensionering i föregående kapitel. Sedan följer ett avsnitt som är mer generell angående vilka faktorer som är betydande kostnader för cykelvägar, och hur redan byggda cykelvägar kan skilja sig åt kostnadsmässigt beroende på om befintliga massor bevarats i undergrunden.

11.1 Kostnadsberäkning utifrån dimensionering

En övergripande ekonomisk kalkyl gjordes för de två alternativ som dimensionerades i PMS objekt. Detta för att kunna jämföra priset mellan en cykelväg som byggts på en terrass med en högre halt organiskt material med en cykelväg som byggts genom att ersätta befintliga massor med nya, bättre massor. Där båda två alternativen uppfyller kraven för bärighet. Priserna som tagits med i kalkylen är priserna för överbyggnaden med de lager som använts vid dimensioneringen i PMS objekt och priserna för schakt- och fyllnadsmassor.

Detta gjordes genom att studera mängdförteckningar som blev tilldelade av Trafikverket. Tre olika mängdförteckningar studerades över cykelvägen Arrie – Käglinge, där priser kunde tas ut för schakt av massor gällande Fall B. Med Fall B menas massor som inte kan tas tillvara på i projektet utan som måste transporteras iväg. Ett genomsnittligt å-pris från de tre mängdförteckningarna beräknades och användes i kostnads kalkylen. I detta projekt fanns det ett överskott av massor, därmed blev allt fyllnadsmaterial enligt Fall A, som betyder att massor som används till fyllning kommer ifrån projektets tidigare schaktade massor.

Cykelvägen Arrie – Käglinge är som tidigare beskrivet byggt enligt AMA:s Kategori A, därmed bedömdes dess överbyggnad inte vara representerande för en generell kostnadsberäkning. En överbyggnad byggd enligt Kategori C bedömdes mer representativ. För överbyggnaden användes i och med det mängdförteckningen för cykelvägen Kivik – Ravlunda som är byggd enligt kategori C.

Det bedömdes också att de schakt- och fyllnadsmassor som bör representera en generell ekonomisk kalkyl bör vara enligt fall B. Det vill säga massor som inte hanteras inom projektet utan måste hämtas utifrån. I mängdförteckningarna från cykelväg Arrie – Käglinge fanns det beskrivet för schaktmassor kostnader för fall B, till skillnad från Kivik – Ravlunda, därför användes de förstnämnda i kalkylen. I fyllnadsmassorna fanns det istället bara beskrivet priset för fall B för cykelväg Kivik – Ravlunda, därför användes detta pris. Ett medelvärde för dessa tre mängdförteckningar beräknades och nyttjades.

I fallet där mulljorden schaktades bort antogs det krävas en urschaktning om 400 mm, varpå denna mängd sedan fylldes upp med ett 450mm lager av enligt mängdförteckningen lägst materialtyp 4B. Den extra mängden fyllning som krävdes beror på att skillnaden i den totala överbyggnadstjockleken var 50mm, för att då komma upp i samma slutgiltiga höjd så krävs det alltså 50mm extra fyllnadsmaterial till den konstruktionen där den mullhaltiga jorden tas bort. Priserna som användes visas i Tabell 33.

Tabell 33. Priser som används vid ekonomisk beräkning.

Kostnadsställe	Typ av material	Pris
Slitlager	Kat.C ABT11	210 kr/m ²
Obundet bärlager	Kat.C	50 kr/m ²
Förstärkningslager	Kat.C	400 kr/m ³
Schaktmassor	Mullhaltig jord	307 kr/m ³
Fyllnadsmassor	Mtrl. typ minst 4B	100 kr/m ³

Med avseende på Tabell 29 och 31 som avser dimensionen för de båda cykelvägarna samt den urschaktning och fyllning som krävs, beräknas kvadratmeterpriset för vägarna. Resultatet för detta visas i Tabell 34 nedan.

Tabell 34. kvadratmeterpris för de dimensionerande cykelvägarna.

Utan mullhaltig jord	512 kr/m ²
Med mullhaltig jord	364 kr/m ²

11.2. Kostnader för cykelvägar generellt

En sammanställning av hur ekonomin ser ut för olika typer av cykelvägar har genomförts tillsammans med en kalkylsamordnare på Trafikverket (Fattahi, 2019). Det kan konstateras att det är en mängd faktorer som påverkar det slutgiltiga priset för olika cykelvägar.

Vad som exempelvis är av yttersta betydelse är marknadsläget och regeringens planer för olika infrastrukturprojekt. Är det allmänt få projekt igång kan det leda till att många entreprenörer lämnar anbud och priset pressas ner, men är det istället få anbudsgivare kan priset istället bli betydligt högre (Fattahi, 2019).

Andra viktiga faktorer som kan påverka priset är entreprenadformen samt hur skicklig och erfaren personalen som arbetar med projektet är (Fattahi, 2019).

Det kan också fastslås att storleken på projektet har stor inverkan. Är det en lång cykelväg med många avancerade konstruktioner så som broar och stödmurar så blir det totala priset givetvis mycket högre än motsatsen. I sammanställningen räknades allt som inte rör överbyggnaden och undergrunden bort för att få en så jämförbar bild som möjligt. Längden på vägarna är svårare att ta hänsyn till med tanke på att omfattningen på projektet kan påverka vilka entreprenörer som lockas till att lämna anbud. Generellt så blir priset per kvadratmeter högre för en kortare sträcka då omkostnader såsom etablering har en större inverkan jämfört med en längre sträcka (Fattahi, 2019).

Sammanställningen på Trafikverket jämförde anläggningar utifrån enbart själva cykelvägen, övriga kostnader såsom för ledningar, belysning och stödmurar tas inte i hänsyn. Det visade sig att det slutgiltiga priset för en cykelväg byggd som utförandeentreprenad direkt på befintliga massor hamnade på omkring 950 kr/m². För en cykelväg där nya massor tillsätts hamnade priset på 1900 kr/m² (Fattahi, 2019). Dvs. ungefär halva priset per kvadratmeter. Det gjordes även en översiktlig beräkning för cykelvägar byggda som totalentreprenader, där hamnade det slutgiltiga priset sett enbart till cykelvägen på runt 650 kr/m².

12. Intervjustudie

Intervjuer gjordes med tre platschefer av fem för de studerade cykelvägarna, samt en specialist inom vägteknik. Syftet var att skapa ett bredare perspektiv och en djupare förståelse för produktionen. Mallen som användes vid intervjuerna är bifogade i Bilaga 6 och för fullständiga intervjuer hänvisas till Bilaga 7. I detta avsnitt, sammanvägs samtliga intervjuer med platscheferna. Underrubrikerna i detta kapitel är de frågeställningar och ämnen som diskuterats under intervjuerna. De platschefer som medverkat var: Nicklas Hallgren platschef för Arrie – Käglinge, Martin Ekdahl platschef för Kivik – Ravlunda, Ted Marthell platschef för Bäckaskog – Gualöv. Intervjun med specialisten på vägteknik Klas Hermelin redovisas i avsnitt 12.2. i sin helhet.

12.1. Intervjuer med platschefer

12.1.1. Vanliga problem som kan ankomma vid anläggandet av cykelvägar

Det råder en aning delade meningar i denna fråga. En av de intervjuade menar på att vattnet i massorna skapar de största problemen, eftersom de då kan bli svårt att packa. Han tror även att kombinationen med hög organisk halt och mycket vatten kan skapa problem, han säger: *”Det är ännu känsligare om man ska bygga med mullhaltiga massor, dessa är väldigt känsliga för vatten. Man måste ju kunna få en stabilitet i massorna för att kunna packa det.”*

En av de intervjuade menar på att en tunn överbyggnad kan skapa problem under produktionen, han säger: *”Det vanligaste problemet är under produktionen, det är ju att överbyggnaden inte tål de belastningarna, alltså att det projekterats för tunn överbyggnad för att kunna köra med tunga maskiner på och få ut material med lastbilar”*. Han instämmer också i att det ofta handlar om att hålla vatten borta under byggskedet.

En annan av de intervjuade pekar på en annan problematik, han säger: *”Jag tycker att längden på cykelvägen och att arbetsområdet ofta är för smalt kan vara ett problem. Det kan bli problem med logistiken och markägarna”*. Men håller också han med om problematiken med att packa blöta massor.

12.1.2. Organiska haltens påverkan på cykelvägarnas kvalitet

En av de intervjuade framhäver att sambandet mellan kvaliteten på själva utförandet och en förhöjning av den organiska halten kan bero på att det inte längre då finns någon tydlig beskrivning i AMA för utförandet, han säger: *”Överträder man AMA:s krav finns det inte längre beskrivet för hur man ska packa jorden. Hur många överfarter, vilka maskiner man ska använda, vilka vattenkvoter det ska vara. Då måste man gå in och beskriva för entreprenören hur man ska göra om man då gör det som en utförandeentreprenad.”*

Samtliga intervjuade är eniga angående att det inte bör bli någon större skillnad i slutändan vad avser kvaliteten på cykelvägarna.

12.1.3. Skillnad mellan utförande- respektive totalentreprenad

En av de intervjuade beskriver den största skillnaden som: Den stora skillnaden är att man inte har reglerbara mängder som vid utförandeentreprenad. *”Vid en totalentreprenad så har man ju 1 st. cykelväg, sen om det är 1000 kubik schakt eller 5000 kubik schakt, det får vi bestämma själva hur vi hanterar massorna. Vid totalentreprenad så har vi en profil vi ska följa och sen lite gestaltningsmässiga krav, det är det enda vi ska följa.”*

En annan intervjuad nämner att det nästan uteslutande är som utförandeentreprenader som de utför sådana här projekt.

En av de intervjuade ser både positiva och negativa faktorer med båda entreprenadformerna, han säger: *”Positivt med totalentreprenad är ju att man ritar allting själv och får det som man vill ha det, utan att behöva förhålla sig till någon annans handlingar. Negativt är ju att det kan bli ganska mycket jobb att få ihop det och att det är vi som bär ansvaret för att det blir bra.”*

12.1.4. Vilken kategori byggdes din cykelväg enligt?

Niclas Hallgren säger: *”Denna blev kategori A. Men jag hade ju inte valt att ställa det kravet på en cykelväg.”*

Martin Ekdahl säger: *”Kivik – Ravlunda byggdes enligt kategori C. Men det är inte jättetydligt i förfrågningsunderlaget, ofta så är det motstridigheter i handlingarna och då måste man fråga beställaren vad det är som gäller.”*

Ted Marthell minns inte detta, men han vet att dem följde riktlinjerna som Trafikverket ställde.

12.1.5. Vid högre halt än 2 vikt%, påverkas då cykelkomforten?

Ingen av platscheferna tror att cykelkomforten i slutändan påverkas av den organiska halten. Nicklas Hallgren menar dock på att det kan bero på vilken typ av organisk jord som återfinns i undergrunden, han säger: *”Så länge det inte är lager av gytta som ligger och gungar så ska det nog inte hända något.”*

12.1.6. Går produktionen till annorlunda vid högre halter organiskt material?

En av de intervjuade platscheferna menar på att allt hänger på de yttre faktorerna. Är förhållandena bra så ska det inte behöva bli någon skillnad. Han anser att mycket handlar om att lyckas packa jorden ordentligt.

Den stora skillnaden säger en annan intervjuad är att mer massor behöver flyttas om högre krav ställs. *”Men framförallt så är ju skillnaden det här med massorna, att man behöver köra bort mer massor om högre krav ställs.”*

En av de intervjuade menar att det kan bli skillnad om man inte har möjligheten att köra på jorden med tyngre maskiner och att det då kan krävas ett större arbetsområde.

12.1.7. Vilka är fördelarna med att bygga på befintliga massor?

Samtliga platschefer är eniga i frågan. De alla menar att det finns stora ekonomisk och miljömässig vinning om transporter minskar. En platschef säger: *”Ju mer massor man kan använda inom projektet desto bättre, det blir bättre ekonomiskt för alla inblandade.”*

12.1.8. Vilken årstid är det bäst att anlägga en cykelväg?

Alla intervjuer påkar på att sommarhalvåret är den bästa att bygga på. Det vill säga en så torr årstid som möjligt. En av de intervjuade platscheferna menar på att årstiden spelar roll utifrån flera perspektiv, han säger: *”Årstiden för byggandet påverkar både produkten som Trafikverket eller slutkunden får samt vår effektivitet och priserna som blir. Får man jobbet på sommaren blir det också troligtvis ett lägre pris.”*

Projektet Kivik – Ravlunda som Martin Ekdahl var platschef för pågick mellan november 2018 till november 2019. Han anser att det var en ganska perfekt tid att bygga på tidsmässigt.

Ted Marthell anser att våren är den bästa tiden att bygga cykelvägar på, vilket de även gjorde i projektet Bäckaskog – Gualöv som han var platschef för.

12.1.9. Garantitider då kraven i AMA kringgås

Samtliga platschefer instämmer i att det inte bör vara någon skillnad vad gäller garantitider när kraven kringgås.

12.1.10. Besiktningar då kraven i AMA kringgås

Alla håller med om att det inte heller vid besiktningar bör skilja sig mellan huruvida kraven följs eller inte. Allt handlar istället om vilka krav som ställs i handlingarna för respektive projekt.

12.2. Intervju med vägspecialist

En intervju gjordes med en vägspecialist på Trafikverket för att reda ut mer generella frågor angående hela idén med att anlägga cykelvägar på befintliga massor och vart gränsen på 2 % fyllningsmaterial grundar sig i. Samt att utreda de restriktioner som ställs i AMA anläggning inom ämnet. Intervjun grundar sig från en mall som är bifogad som Bilaga 6 och hela intervjun är redovisad i Bilaga 7. I detta kapitlet presenteras en sammanställning av hela intervjun.

Vägspecialisten hade själv ingen erfarenhet av att bygga på en högre organisk halt men trodde inte det skulle vara några större problem att bygga med. Däremot trodde han att materialets egenskaper är något sämre om det har en organisk halt på mer än 2 %. Den intervjuade vägspecialisten menar på att den här 2 % gränsen vid klassificering av jord har funnits med väldigt länge och att det troligen grundar sig i egenskapsskillnader hos materialet.

Han menar också på att de egenskaper som kan skilja kan framförallt vara moduler men också till en viss mån deformationsegenskaper. Att det säkert är betydligt sämre hos en jord innehållande 5,5 % organiskt material än vad det är hos en jord med 2,2 % organiskt material. Han tror att det säkert har gjorts mätningar på detta för 60-70 år sedan, dock anpassade till vanliga vägar och att det säkert inte har gjorts något liknande för cykelvägar utan att de bara har följt med.

Den intervjuade vägspecialisten menar på att det är inte AMA i sig själv som ställer kraven på hur mycket organiskt material jorden får innehålla. Utan det är projekteringen eller dimensioneringen som sätter kraven. Risken som man tar är att beläggningen håller sämre och att man får deformationer av snöröjningsfordon eller andra tyngre fordon. Han menar på att det eventuellt behöver kompenseras med en tjockare överbyggnad ifall man väljer att bygga på en högre organisk halt. Exempelvis ett tjockare förstärkningslager.

Genom en diskussion under intervjun angående AMA anläggning och de olika kraven som ställs för kategorierna och den organiska halten kunde vi konstatera att de är något motsägelsefullt. Detta då kategori C har högst krav gällande den organiska halten för fyllnadsmaterial. Det som är motsägelsefullt är att när materialtyperna räknas upp så nämner man att det inte får vara mer än 2 % organisk halt. Men samtidigt står att det får vara mer än 2 % ifall det är minst 2 under färdig vägyta. Detta var något som den intervjuade inte tänkt på tidigare utan skulle titta närmare på.

Generellt tycker den intervjuade väg specialisten att det inte är någon dum idé att titta lite noggrannare med det här ämnet om att anlägga cykelvägar på befintliga massor med en eventuell högre organisk halt. Han menar på att Trafikverkets regelverk är anpassat för vägar trafikerade med bilar och att det inte när någon som djupare analyserat det här med cykelvägar utifrån just denna aspekten. Han antyder på att kravställningarna för cykelvägar i princip bara hängt med kravställningarna för bilvägar.



13. Sammanvägd diskussion

Denna del av rapporten är en sammanvägd diskussion som tar upp och diskuterar de olika resultaten som kommit fram under examensarbetet. Den kopplar ihop litteraturstudien, de mätningar som genomförts och svaren från intervjuerna. Även felkällor för de olika momenten diskuteras.

De delar som har tittats på och som diskuteras i detta examensarbete är vad den organiska halten har för inverkan för en cykelväg när det kommer till cykelkomfort, bärighet, ekonomi och produktion. I detta kapitel diskuteras övergripande resultaten som erhållits för varje delmoment. Här tas inga specifika exempel upp utan en mer generell tolkning av vad resultaten har påvisat diskuteras. För mer ingående siffror och exempel hänvisas till en specifik diskussion för vardera delmoment.

13.1. Cykelkomfort

För att mäta cykelkomforten har en fältstudie, en lasermätning och en korrelationsberäkning genomförts. Vad som har visat sig gällande cykelkomfort är framförallt att de cykelvägar som studerats har haft en mycket god komfort och bra värden för ojämnheter. Den huvudsakliga orsaken till detta är troligtvis att de alla är byggda väldigt nära i tid och därför håller en hög kvalitet. I och med detta bör en uppföljning göras om ett antal år för att få ett mer pålitligt resultat angående cykelkomfort.

Det går inte att direkt se något samband mellan en sämre cykelkomfort och en högre organisk halt. Det är många faktorer som kan påverka resultaten för dessa mätningar. Ser man till den bedömda cykelkomforten så är det en mycket subjektiv mätmetod, resultatet kan variera mycket beroende på vem som utför bedömningen, vilken typ av cykel som använts och yttre faktorer så som väder och vind. För att få en större säkerhet i resultatet skulle det framförallt krävs en större omfattning i antalet cyklisterna. Men olika parametrar hade också kunnat utvärderats mer noggrant, så som hastighet, längd på delsträckor och fler cykeltyper.

När det kommer till lasermätningen så var det två olika typer av resultat som analyserades. Två olika längder på rätskenor, en på 3 meter och en på 0,5 meter. I båda fallen flyttades rätskenan i steg om 10 centimeter och det maximala avståndet ner till asfalten erhöles. Resultatet från 3 meters rätskenan är det som vanligtvis används för ojämnhetsmätningar på vägar och ansågs vara ett bra medel för att kunna jämföra cykelvägarnas ojämnheter emellan. Detta med avseende på eventuella sättningar som berott på den organiska halten i undergrundsmaterialet. Hypotesen var däremot att en så lång rätskena inte skulle ge en särskilt bra korrelation med cykelkomforten. Därför framtogs även data för 0,5 meters rätskenan från dataprogrammet ProVal. Det finns en mängd olika typer av analyser och utvärderingar man kan göra utifrån den data som gavs från lasermätningen. Den metod som valdes bygger på den studie VTI gjorde där delsträckor graderas efter största värde, medelvärde och tredje största värde, på rätskenornas utslag. Metoden ansågs vara ett lämpligt sätt att klassificera cykelvägarna.

Liksom den subjektiva bedömningen av cykelvägarna så visar resultatet från lasermätningen att alla cykelvägar håller en väldigt god kvalitet. Resultatet visar heller inte på något tydligt

samband mellan en högre organisk halt och en mer ojämn cykelväg. Under mätningen skedde en manuell inventering av vägen, där ojämnheter på grund av en stor mängd löv, brunnar eller korsande överfart markerades i längdmätningen manuellt. Dessa värden togs sedan bort vid analysen. Här finns en osäkerhet att felaktiga ojämnheter har missats under inventeringen. Likadant finns det en felkälla i bristande erfarenhet utav analys av denna typ av data och vid val av analysmetod. Det skulle kunna vara så att den skillnad som finns i klassificeringen av cykelvägarna i stor del kan bero på dessa felkällor.

Det som kan konstateras utifrån korrelationsberäkningen är att det är en rätskena på 0,5 meter som är mest lämplig att använda som ojämnhetsmått för en cykelväg vilket också följer hypotesen. Detta efter att korrelationen mellan den subjektiva bedömningen och den objektiva lasermätningen gjorts för de båda rätskenorna.

13.2. Bärighet

Vad gäller den tunga fallvikten bör det inledningsvis nämnas att de beräkningar som utförs för ytmodul, undergrundsmodul, asfaltstojning, bärförmågeklass och maximal bärighet är anpassade för vägar och inte för cykelvägar. Hänsyn tas alltså inte i beräkningsmetodiken för att cykelvägar har en klenare överbyggnad jämfört med vanliga vägar.

Om en jämförelse mellan cykelvägarna byggda som utförandeentreprenad och byggda enligt AMAs referensverk och de som kringgått referensverket så kan man konstatera att de tidigare har en större bärförmåga än de senare. Detta med avseende på beräknad ytmodul, undergrundsmodul och bärförmågeklass. Det kan däremot inte konstateras att detta samband beror på hur stor den organiska halten är, vilket visas i Figur 34 och Figur 35. Där en förhöjning av glödningsförlusten i vissa punkter inte utmärker en försämring av ytmodul och undergrundsmodul. Orsaken till försämringen i bärförmåga i vissa delar kan bero på en mängd olika produktionsmässiga bristfälligheter.

Vad avser en eventuell begränsning till vilka laster som ska finnas på cykelvägarna kan man konstatera att samtliga cykelvägar som undersökts klarar en last över 8 ton. Detta då det ses till den 10:onde percentilen för den maximala bärigheten i mätpunkterna för den tunga fallvikten, vilket kan anses vara det mest trovärdiga att dimensionera efter. Sett till denna 10:onde percentil så kan det också sägas att en viss skillnad finns mellan de cykelvägar byggda på befintliga massor och de som byggts enligt AMA. En rimlig begränsning för maximal tillåten last på cykelvägarna skulle kunna vara följande: Cykelvägar Kivik – Ravlunda och Hedeskoga – Sövestad inte får belastas med större axellaster än 8 ton, cykelvägar Bäckaskog – Gualöv, Förslöv – Fogdarp och Arrie – Käglinge inte får belastas med större axellaster än 10 ton.

Med avseende på den lätta fallvikten så motsäges hypotesen till viss mån, då denna var att bärigheten skulle vara störst för det undre jordskiktet och också störst för jord i packat tillstånd. Resultaten från den lätta fallvikten visade på större E-moduler och mindre sättningar hos det opackade materialet jämfört med det packade materialet. Troligtvis beror detta så som tidigare nämnts på att den optimala vattenkvoten var överskriden. Vad man kan konstatera är däremot att jord oavsett organisk halt är svår att packa när den innehåller en stor mängd vatten. Sett till den sista mätningen av den lätta fallvikten, när fastare jord fyllts upp och packats, visar den på förhållandevis mycket låga E-moduler och höga deformationer. Det går därmed inte att dra slutsatsen att bara för att man avlägsnar jord med en högre organisk halt och fyller på med teoretiskt bättre material så medför det en bättre hållfasthet. Det hade ur den synvinkeln varit bättre att låta mulljorden ligga kvar.

Trots osäkerheten i laborationen på glödningsförlusten och vatteninnehåll, så kan det konstateras att det är en skillnad i organisk halt och vattenkvot mellan den s.k. fastare jorden och den s.k. mulljorden, vilket är i enlighet med vad som förväntades. Just skillnaden i vatteninnehåll i de båda jordarna skulle kunna vara orsaken till den skillnad i hållfasthetsvärden som visar sig mellan det första fallviktsförsöket (mulljord i opackat tillstånd) och det tredje (fastare jord i opackat tillstånd). Alltså kan det inte med tillräckligt stor säkerhet konstateras att fastare jord har en bättre hållfasthet jämfört med mulljord. Därmed är problematiken inte för bärigheten i detta fall den organiska halten, utan de båda jordarnas förmåga att uppta vatten.

13.3. Ekonomi och produktion

Från dimensioneringen i PMS objekt kunde man se att för att uppfylla kraven från TRVK väg krävdes ett något tjockare förstärkningslager (i detta fall 50 mm) för cykelvägen byggd på en sämre terrass. I PMS objekt fanns inget färdigt lager som motsvarade ett jordlager med en högre organisk halt. Därav skapades ett eget lager med bärighetsegenskaper motsvarande 60 % av egenskaperna för ett terrassmaterial med blandad grovkornig jord. Denna procentsats utgår från sambandet mellan organisk halt och elasticitetsmodul, Figur 7. Här skiljer sig värdena mycket åt beroende på vilken typ av organisk jord det är, d.v.s. om det är en torv eller en gyttna. Detta har en stor betydelse för dimensioneringen och kan därför anses som en stor felkälla.

Vad som också är av stor betydelse för det beräknade slutgiltiga priset är vilka mängdförteckningar som använts och vad i mängdförteckningarna som räknats in. I denna beräkning så ansågs det vara av störst betydelse att priset skulle motsvara en så generell cykelväg som möjligt, d.v.s. en cykelväg byggd enligt kategori C och att massorna hanteras enligt fall B. För att få ett än mer sanningsenligt pris så hade det krävts att fler mängdförteckningar hade analyserats och ett medelvärde för dessa hade använts.

När det kommer till hur produktionen skulle gå till för anläggandet av en cykelväg på jord innehållande en högre halt organiskt material gjordes ett försök att genom intervjuer utreda detta. Samtliga intervjuade platschefer instämde i att det inte bör vara några problem att produktionsmässigt anlägga en cykelväg på jord med högre organisk halt. Utan att det istället är vatteninnehållet i jorden som kan ställa till problem för produktionen, oavsett hur stor halt organiskt innehåll jorden har. Samtliga platschefer såg också en stor ekonomisk och tidsmässig vinning i att kunna anlägga cykelvägar på detta sätt. Vad som från intervjuerna med platscheferna också kan konstateras är att planeringen inför ett projekt är av ytterst stor vikt. När på året produktionen inträffar spelar också stor roll, där en så torr årstid som möjligt är att föredra. Det kan också konstateras att AMA:s referensverk beskriver kraven som avser organisk halt på ett otydligt sätt, detta verifieras av intervjun med Klas Hermelin. Platschefer anser också att kravet på 2 vikt% organiskt material i fyllningen är orimligt ställt med avseende på den last som cykelvägarna kommer att utsättas för.



14. Slutsatser

Den viktigaste och största slutsatsen som kan fastslås utifrån detta examensarbete och med de avgränsningar som gjorts, är att den merkostnad som tillkommer när cykelvägar byggs med nya massor inte står i paritet med den lilla kvalitetsänkning som uppstår när cykelvägar byggs på befintliga massor. Detta kan fastslås med stöd utifrån följande:

De komfortmätningar som utförts kan inte påvisa ett samband mellan cykelvägar byggda på befintliga massor och en sämre komfort. Detta både vad avser den subjektiva bedömningen och den objektiva rätskenemetoden med laser.

Ur en bärighetsmässig synvinkel kan det konstateras att cykelvägar byggda med nya massor i undergrunden uppvisar något högre värden vad gäller ytmodul, undergrundsmodul, asfaltstjörning, bärformågeklass, jämfört med cykelvägar byggda på befintliga massor. Däremot kan det inte konstateras att ett tydligt samband visas mellan en försämring i bärighet och en förhöjning av organisk halt i undergrunden. Även den maximala tillåtna lasten antar högre värden för cykelvägar byggda enligt AMA. Det kan trots det fastslås att samtliga cykelvägar klarar av att bära en belastning på minst 8 ton.

Den lätta fallviktsmätningen påvisar att vikten av vatteninnehållet i jorden är av mycket stor vikt för att nå en tillräcklig packningsgrad. Den visar också på att cykelvägar byggda på fastare jord som terrass bör uppnå en större bärighet än cykelvägar som byggs på befintliga massor.

Intervjustudien visar att det inte är några problem rent produktionsmässigt att anlägga en cykelväg på befintliga massor med en jord innehållande en högre organisk halt än 2 %. Detta om de övriga rätta förutsättningar finns, så som jordens vatteninnehåll och vilken typ av jord som ligger under den överlagrade mer organiska jorden.

Det kan också utifrån intervjustudien sägas att när kraven för organisk halt beskrivs i AMA anläggning behöver detta göras tydligare och att det bör finnas krav som styr hur terrasser och undergrunder som består av materialtyp 6A och 6B ska hanteras.

Enligt den dimensionering och de ekonomiska beräkningar som genomförts kan det konstateras att kostnaderna för anläggandet av cykelvägar kan minskas markant om de befintliga jordmassorna bevaras, trots att de har viss högre halt organiskt material än vad som föreskrivs för fyllnadsmaterial i AMA Anläggning. Besparingar tillkommer då också gällande miljöpåverkan, då det krävs färre transporter.

14.1. Vidare studier

För en fullständig studie av ämnet hade viss vidareanalys krävts. Där framförallt egenskaperna efter längre tid hade behövts studeras. En liknande studie som genomförts i detta examensarbete hade kunnat göras om ett antal år när cykelvägarna som analyserats är äldre. Det som kan tänkas hända är att cykelvägarna byggda på befintliga massor kan få något kortare livslängd och att sättningar kan uppkomma med tiden.

Även en mer ingående utredning som avser tjälfarlighet hade varit intressant att analysera. Det vill säga en vidare studie som behandlar sambandet mellan en förhöjning av den organiska halten och materialets tjälfarlighet.

Vad som i en vidare studie också hade varit av intresse att undersöka närmre är påverkan av själva utformningen av cykelvägar när det kommer till kostnadsbild och kvalitet.

Litteratur

- Agardh, S. & Parhamifar, E., 2014. *Vägbyggnad*. Stockholm: Liber AB.
- Bäckman, L., 1989. *Bestämning av organisk halt i grovkorniga material (bärlager)*, Linköping: VTI.
- Bengtsson, A. & Ekholm, J., 2007. *Besiktningar inom byggbranschen*, u.o.: u.n.
- Berglund, A., 2009. *Tjäle - en litteraturstudie med särskilt fokus på tjällossning*, Luleå: u.n.
- Borga, 2019. *borga.se*. [Online]
Available at: <https://www.borga.se/bekymmersfri-byggnation/entreprenadskolan/>
- Ezzadin, B., 2015. *Bärighetsmätningar med Traffic Speed Deflectometer*, Lund: Lunds Tekniska Högskola.
- Fattahi, D., 2019. *Ekonomimöte* [Intervju] (27 11 2019).
- Granhage, L., 2009. *Kompendium i vägbyggnad*, Göteborg: Chalmers Tekniska Högskola.
- Griwell, F., 2019. [Intervju] (05 11 2019).
- Larsson, R., 2008. *Jords egenskaper*, Linköping: Statens geotekniska institut.
- Larsson, R., Nilson, G. & Rogbeck, J., 1985. *Bestämning av organisk halt, karbonathalt och sulfidhalt i jord*, Linköping: Statens geotekniska institut.
- Niska, A., Sjögren, L. & Gustafsson, M., 2011. *Jämnhetsmätning på cykelvägar*, Linköping: VTI.
- Regeringen, 2009. *Mål för framtidens resor och transporter prop. 2008/09:93*, Stockholm: Regeringen .
- Samuelsson, B., 2005. De viktigaste nyheterna i AB 04 och konsekvenser i AF AMA. *AMA-nytt*, 1.
- SIS - Standardiseringskommissionen i Sverige, 1990. *Svensk standard SS027105*, u.o.: u.n.
- Statens geotekniska institut, 2019. *Jordmateriallära*. [Online]
Available at: <https://www.swedgeo.se/sv/kunskapscentrum/om-geoteknik-och-miljogeoteknik/geoteknik-och-markmiljo/jordmateriallara/>
- Statens Geotekniska Institut, 2019. *Swedgeo.se*. [Online]
Available at: <https://www.swedgeo.se/sv/kunskapscentrum/om-geoteknik-och-miljogeoteknik/geoteknik-och-markmiljo/jordmateriallara/skjuvhallfasthet/>
- Statens Vegvesen, 2018. *Feltundersøkelser Håndbok R211*, Norge: Statens Vegvesen.
- Svensk byggtjänst, 2017a. *AMA Anläggning*, u.o.: u.n.
- Svensk byggtjänst, 2017a. *AMA Anläggning 17*, u.o.: u.n.
- Svensk Byggtjänst, 2017b. *AMA AFD.471*, u.o.: Svensk Byggtjänst.

-
- Svenska Geotekniska Föreningen , 2016. *Jordarternas indelning och benämning Rapport 1:2016*, Luleå: SGF Rapport.
- Svenska geotekniska föreningen, 2016. *Jordarternas indelning och benämning*, Luleå: u.n.
- Trafikverket, Sveriges Kommuner och Landsting, 2015. *Vägars och gators utformning*, Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket, 2003. *ATB väg, Kapitel C Dimensionering*, u.o.: u.n.
- Trafikverket, 2011. *TRVK Väg Trafikverkets tekniska krav Vägkonstruktioner*, Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket, 2012. *TRVMB 114 Bearbetning av deflektionsmätdata, erhållna vid provbelastning av väg med FWD-apparat*, Borlänge : Trafikverket.
- Trafikverket, 2015a. *För utförande av gång- och cykelväg mellan Bäckaskog och Gualöv, Kristiansstad och Bromölla kommun, Skånelän*, Malmö: u.n.
- Trafikverket, 2015b. *Krav för Vägars och gators utformning*, Malmö: Trafikverket.
- Trafikverket, 2015c. *Råd för Vägars och gators utformning*, Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket, 2016a. *PMS Objekt*. [Online]
Available at: <https://www.trafikverket.se/for-dig-i-branschen/teknik/Tekniska-dokument/Vagteknik/PMS-Objekt/>
- Trafikverket, 2016b. *Väg 13, Gång- och cykelväg Hedeskoga - Sövestad Ystad kommun, Skåne län Teknisk PM Geoteknik TPGeo*, Malmö: u.n.
- Trafikverket, 2017. *trafikverket.se*. [Online]
Available at: <https://www.trafikverket.se/om-oss/var-verksamhet/sa-har-jobbar-vi-med/Fran-planering-till-byggande/>
- Trafikverket, 2018a. *GC-väg väg 101 Arrie-Käglinge smat TS-åtgärder Arrie, V Ingelstad och Ö Grevie. Tekniskt PM Geoteknik*, Malmö : u.n.
- Trafikverket, 2018b. *GC-väg väg 101 Arrie-Käglinge samt TS-åtgärder Arrie, V Ingelstad och Ö Grevie. Projekterings PM vägteknik*, Malmö: u.n.
- Trafikverket, 2018c. *GC-väg Kivik-Ravlunda Väg 9, Kivik-Ravlunda Simrishamns Kommun, Skåne län markteknisk undersökningsrapport, Geoteknik och vägteknik*, Malmö: Trafikverket (1).
- Trafikverket, 2018d. *GC-väg Kivik-Ravlunda, Projekterings PM, Geoteknik*, Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket, 2018e. *Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik MUR/Geo GC-väg väg 101 Arrie-Käglinge samt TS-åtgärder Arrie, V Ingelstad och Ö Grevie*, Borlänge: Trafikverket.
- Trafikverket, 2018f. *PM Vägteknik Väg 9 GC-väg Kivik-Ravlunda Simrishamns kommun, Skåne län*, Malmö: Trafikverket.
- Trafikverket, 2019. *Väg 1723, Hjärnarp - Förslöv, gång- och cykelväg delen Margretetorp - Fogdarp*, Malmö : u.n.
- Trafikverket, u.d. *Trafikverket.se*. [Online]
Available at:
https://www.trafikverket.se/contentassets/6d85131ada3e49dfa250f900467f1230/bilaga_3_t

[ill_forstarkningsprojektering.pdf?fbclid=IwAR0u6nRezaYpNbZJLCGHa4Mbaym2gk6UHq76SsYcL6VDKDNkoxGIyo3V5KM](#)

[Använd 28 11 2019].

Vägverket, 2000. *Bearbetning av deflektionsmätdata, erhållna vid provbelastning av väg med FWD-apparat, metodbeskrivning 114:2000*, Borlänge: Vägverket.

Vägverket, 2008. *Sommarcykelvägar - huvudstudie*, u.o.: Vägverket.

Westdahl, C., 2013. *Laboratoriepackning och materialseparationsförsök på ett krossat filtermaterial*, Luleå: Luleå tekniska universitet.



Bilagor

- Bilaga 1 Resultat av skruvprovtagning samt glödgningsförlust
- Bilaga 2 Resultat av fältstudien avseende komfort på sträckan
- Bilaga 3 Resultat av lasermätningen
- Bilaga 4 Metod och material för lätt fallviktsmätning
- Bilaga 5 Metod och material för laboration
- Bilaga 6 Intervjufrågor
- Bilaga 7 Intervjuer

Bilaga 1 Resultat av skruvprovtagning samt glödgningsförlust

Arrie - Käglinge

Borrhål	Längdmätning	Jordart	Djup [m]	Mtrl. typ	Tjälf. klass	Glödgningsförlust [%]
AF2	0/100	Humusjord	0,0–0,3			
		Sandig siltig lera	0,3–1,0	5A	4	
AF3	0/159	Humushaltig siltig sand	0,0–0,3	5B	4	5
		Lera	0,3–3,0			
AF5	0/279	Mulljord	0,0–0,3			
		Sandig siltig lera	0,3–1,2	5A	4	
AF6	0/339	Humushaltig siltig sand	0,0–0,3	5B	4	4
		Sand	0,3–3			
AF9	0/519	Humushaltig siltig sand	0,0–0,3	5B	4	4
		Siltig sand	0,3–3	3B	2	
AF11	0/638	Mulljord	0,0–0,3			
		Lera	0,3–1,0			
AF12	0/699	Humushaltig siltig sand	0,0–0,3	5B	4	5
		Lera	0,3–0,8			
AF16	0/939	Humusjord	0,0–0,3			
		Humushaltig siltig sand	0,3–1,0	3B	2	
AF20	1/181	Humusjord	0,0–0,3			
		Sandig siltig lera	0,3–2,0	5A	4	
AF24	1/419	Humusjord	0,0–0,3			
		Lera	0,3–1,8			
AF25	1/477	Humushaltig siltig sand	0,0–0,4	5B	4	5
		Siltig sand	0,4–2,0	3B	2	
AF29		Sandig Humusjord	0,0–0,3			
		Lera	0,3–1,5			
AF31		Humusjord	0,0–0,3			

Cykelvägar anlagda på befintlig jord

		Humushaltig lera	0,3–1,0			
AF32		Humusjord	0,0–0,4			
		Humushaltig lera	0,4–1,8			
AF33		Humusjord	0,0–0,3			
		Humushaltig lera	0,3–1,0			
AF34		Sand	0,0–0,4			
		Lera	0,4–1,5			
AF36		Lera	0,0–1,2			
		Siltig lera	1,2–2,0	5A	4	
AF37		Humusjord	0,0–0,3			
		Lera	0,3–0,9			
AF38		Humusjord	0,0–0,4			
		Lera	0,4–1,0			

Förslöv - Fogdarp

Borrhål	Längdmätning	Jordart	Djup [m]	Mtrl. typ	Tjälf. klass	Glödningsförlust [%]
18AT01	0/020	Humushaltig grusig sand	0,0–0,3	2	1	
		Grusig sand	0,3–0,9	2	1	
18AT02	0/090	Humushaltig sandig lera	0,0–0,5	5B	4	3
		Sandig lermorän	0,5–2,0	4B	3	
18AT03	0/160	Lerig humusjord	0,0–1,6	6A	3	4
		Sandig lermorän	1,6–3,0	4B	3	
18AT04	0/220	Humushaltig grusig sand	0,0–0,9	2	1	
		Siltig grusig sand	0,9–1,4	2	1	
18AT05	0/300	Gyttjig humusjord	0,0–0,5	6B	1	5
		Siltig sandmorän	0,5–1,2	3B	2	
18AT06	0/360	Humushaltig grusig sand	0,0–1,5	2	1	
		Siltig och grusig sand	1,5–2,3	2	1	
18AT07	0/500	Humushaltig grusig sand	0,0–0,4	2	1	
		Något lerig grusig sand	0,4–1,8	2	1	
18AT08	0/570	Humushaltig grusig sand	0,0–0,4	2	1	
		Grusig sand	0,4–0,8	2	1	
18AT09	0/660	Humushaltig grusig sand	0,0–0,3	2	1	
		Grusig sand	0,3–1,0	2	1	

Cykelvägar anlagda på befintlig jord

18AT10	0/730	Grusig humushaltig sand	0,0–1,9	2	1	
		Grusig sand	1,9–2,8	2	1	
18AT11	0/820	Humushaltig sand	0,0–0,5	5B	4	3
		Grusig sand	0,5–1,4	2	1	
18AT12	0/890	Humushaltig grusig sand	0,0–0,5	2	1	
		Siltig och grusig sand	0,5–1,2	2	1	
18AT13	0/975	Humushaltig grusig sand	0,0–1,1	2	1	
		Siltig, grusig sand	1,1–2,8	2	1	
18AT14	1/060	Humushaltig grusig sand	0,0–0,3	2	1	
		Grusig sand	0,3–1,2	2	1	
18AT15	1/170	Lerig humusjord	0,0–0,4	6A	3	5
		Grusig siltig sand	0,4–1,2	3B	2	
18AT16	1/300	Grusig humushaltig sand	0,0–0,4	2	1	
		Siltig sandmorän	0,4–3,0	4A	3	
18AT17	1/390	Något lerig humusjord	0,0–0,4	6B	1	8
		Lerig sandmorän	0,4–1,0	3B	2	
18AT18	1/490	Lerig humusjord	0,0–0,4	6B	1	8
		Siltig sandmorän	0,4–2,0	3B	2	
18AT19	1/610	Humushaltig grusig sand	0,0–1,0	2	1	
		Något siltig sandmorän	1,0–1,6	4A	3	

18AT20	1/730	Lerig humusjord och grus	0,0–0,5	6A	3	4
		Lerig humusjord och grus	0,5–1,0	6A	3	3
		Humushaltig lera och grus	1,0–1,5	5B	4	4
		Humusjord	1,5–1,8	6B	1	5
		Siltig sand	1,8–3,6	3B	2	
18AT21		Humushaltig grusig sand	0,0–0,5	2	1	
		Grusig sand	0,5–1,1	2	1	
18AT22	1/820	Sandig humusjord och grus	0,0–0,6	5B	4	4
		Grusig sand	0,6–1,4	2	1	
18AT23		Humushaltig grusig sand	0,0–0,3	2	1	3
		Grusig sand	0,3–0,8	2	1	
18AT24		Humushaltig sand	0,0–0,4	2	1	
		Grusig sand	0,4–1,3	2	1	
		Grusig sand	1,3–2,0	2	1	
18AT25		Humushaltig sand och grus	0,0–0,6	5B	4	4
		Grusig sand	0,6–0,9	2	1	
18AT26		Lerig humushaltig sand	0,0–0,5	4A	3	
		Grusig sand	0,5–1,0	2	1	
18AT27		Humushaltig sand och grus	0,0–0,4	5B	4	4

Cykelvägar anlagda på befintlig jord

		Humushaltig grusig sand	0,4–1,0	2	1	
		Siltig sandmorän	1,0–2,6	3B	2	
18AT28		Humushaltig sand	0,0–0,3	5B	4	4
		Humushaltig grusig sand	0,3–1,4	2	1	2
		Grusig sand	1,4–3,0	2	1	

Bäckaskog – Gualöv

Borrhål	Längdmätning	Jordart	Djup [m]	Mtrl. typ	Tjälf. klass	Glödningsförlust [%]
1	0/010	Brun mullhaltig grusig siltig SAND, växtdelar	0,0–0,5	5B	4	3
		Brun ngt grusig siltig SAND	0,5–1,0	2	1	2
2	0/100	Mörkbrun mullhaltig siltig SAND, enst gruskorn, växtdelar	0,0–0,5	5B	4	
		SAND, FINSAND	0,5–2,0			
3	0/200	Mörkbrun sandig siltig MULLJORD	0,0–0,5	6A	3	
		FINSAND	0,5–1,5			
4	0/300	Mörkbrun mullhaltig siltig SAND, växtdelar	0,0–0,4	5B	4	5
		FINSAND	0,4–1,0			
5	0/400	Gråbrun sandig siltig MULLJORD	0,0–0,4	6A	3	
		Siltig SAND	0,4–1,0			
6	0/500	Gråbrun sandig siltig MULLJORD	0,0–0,4	6A	3	
		FINSAND	0,4–2,0			
7	0/600	gråbrun sandig siltig MULLJORD	0,0–0,4	6A	3	
		FINSAND (enl. fälttekn.)	0,4–0,7			
8	0/700	brun siltig SAND	0,0–0,4	3B	2	
		siltig LERA (enl. fälttekn.)	0,4–3,0			
9	0/800	Brun mullhaltig ngt lerig siltig SAND	0,0–0,4	5B	4	
		Siltig LERA	0,4–3,3			
10	0/900	gråbrun mullhaltig siltig SAND, växtdelar	0,0–0,4	5B	4	

Cykelvägar anlagda på befintlig jord

		SAND (enl. fälttekn.)	0,4–0,7			
11	1/000	gråbrun mullhaltig siltig SAND, enst. gruskorn och växtdelar	0,0–0,5	5B	4	
		FINSAND (enl. fälttekn.)	0,5–1,2			
12	1/100	gråbrun mullhaltig siltig SAND, växtdelar	0,0–0,6	5B	4	
		FINSAND (enl. fälttekn.)	0,6–1,2			
13	1/200	gråbrun mullhaltig siltig SAND, växtdelar	0,0–0,4	5B	4	5
		FINSAND (enl. fälttekn.)	0,4–2,0			
14	1/300	gråbrun mullhaltig siltig SAND, enst. växtdelar	0,0–0,4	5B	4	
		FINSAND (enl. fälttekn.)	0,4–1,4			
15	1/400	gråbrun mullhaltig siltig SAND, enst. växtdelar	0,0–0,4	5B	4	
		FINSAND (enl. fälttekn.)	0,4–2,0			
16	1/500	grå mullhaltig siltig SAND	0,0–0,3	5B	4	
		FINSAND (enl. fälttekn.)	0,3–1,7			
17	1/600	gråbrun mullhaltig siltig SAND, växtdelar	0,0–0,4	5B	4	3
		gråbrun mullhaltig siltig SAND, enst. gruskorn, växtdelar	0,4–0,7	5B	4	6
18	1/700	gråbrun sandig siltig MULLJORD	0,0–0,4	6A	3	
		FINSAND (enl. fälttekn.)	0,4–2,0			
19	1/800	F/ gråbrun mullhaltig siltig SAND, växtdelar /	0,0–0,4	5B	4	
		gråbrun mullhaltig siltig SAND, växtdelar	0,4–0,6	5B	4	

20	1/900	mörkgrå sandig siltig MULLJORD	0,0– 0,4	6A	3	
		FINSAND (enl. fälttekn.)	0,4– 2,0			
21	2/000	mörkgrå mullhaltig siltig SAND, växtdelar	0,0– 0,3	5B	4	5
		gråbrun mullhaltig siltig SAND, växtdelar	0,3– 0,5	5B	4	3
22	2/100	mörkbrun mullhaltig siltig SAND, växtdelar	0,0– 0,4	5B	4	
		FINSAND (enl. fälttekn.)	0,4– 2,0			
23	2/200	mörkgrå sandig siltig MULLJORD	0,0– 0,3	6A	3	8
		gråbrun mullhaltig siltig SAND	0,3– 0,5	5B	4	3
24	2/300	mörkgrå sandig siltig MULLJORD	0,0– 0,6	6A	3	
		ngt siltig FINSAND (enl. fälttekn.)	0,6– 2,0			
25	2/400	F/ brun siltig SAND, enst växtdelar /	0,0– 0,4	3B	2	
		F/ gråbrun sandig siltig MULLJORD, enst gruskorn /	0,4– 0,6	6A	3	
26	2/500	brun mullhaltig siltig SAND, enst växtdelar	0,0– 0,3	5B	4	
		ngt siltig FINSAND (enl. fälttekn.)	0,3– 2,0			
27	2/600	brun mullhaltig siltig SAND, enst växtdelar	0,0– 0,3	5B	4	3
		ngt siltig FINSAND (enl. fälttekn.)	0,3– 0,9			
28	2/640	brun sandig siltig MULLJORD	0,0– 0,3	6A	3	7
		ngt siltig FINSAND (enl. fälttekn.)	0,3– 2,0			
29	2/700	mörkgrå sandig siltig MULLJORD	0,0– 0,3	6A	3	
		ljusbrun rostfläckig siltig SAND	0,3– 2,0	3B	2	

Cykelvägar anlagda på befintlig jord

30	2/800	mörkgrå sandig siltig MULLJORD	0,0– 0,0– 0,33	3B		
		gråbrun siltig SAND, enst växtdelar	0,3– 0,7	3B	2	2
31	2/900	gråbrun sandig siltig MULLJORD	0,0– 0,4	6A	3	
		ngt siltig FINSAND (enl. fälttekn.)	0,4– 2,0			
32	3/000	gråbrun mullhaltig siltig SAND, växtdelar	0,0– 0,4	5B	4	
		ngt siltig FINSAND (enl. fälttekn.)	0,4– 2,0			
33	3/100	mörkgrå mullhaltig siltig SAND, enst växtdelar	0,0– 0,4	5B	4	4
		ngt siltig FINSAND (enl. fälttekn.)	0,4– 2,0			
34	3/160	gråbrun mullhaltig siltig SAND	0,0– 0,3	5B	4	
		ngt siltig FINSAND (enl. fälttekn.)	0,3– 2,0			
35	3/300	gråbrun siltig SAND	0,0– 0,3	3B	2	
		ngt siltig FINSAND (enl. fälttekn.)	0,3– 2,0			
36	3/400	gråbrun siltig SAND, enst växtdelar	0,0– 0,3	3B	2	
		brun rostfläckig siltig SAND	0,3– 1,1	2	1	
37	3/500	brun mullhaltig siltig SAND	0,0– 0,5	5B	4	3
		brun varvig LERA, siltskikt	0,5– 2,1	5A	4	

Kivik – Ravlunda

Borrhål	Längd- mätning	Jordart	Djup [m]	Mtrl. Typ	Tjälf. klass	Glödningsförlust [%]
1	0/000	F/muGrSa, St	0,0–0,3	5B	4	3
		Sa	0,3–0,7	2	1	
3	0/100	muSa	0,0–0,2	5B	4	3
		Sa	0,2–0,7	2	1	
5	0/200	muSa	0,0–0,2	2	1	1
		Sa	0,2–0,45	2	1	
7	0/300	muSa	0,0–0,2	2	1	1
		siSa	0,2–0,6	3B	2	
11	0/500	muSa	0,0–0,2	5B	4	3
		Sa	0,2–0,5	2	1	
13	0/600	MuSa	0,0–0,1	5B	4	3
		Sa	0,1–0,9	2	2	
15	0/700	MuSa	0,0–0,55	5B	4	
		siSa	0,55–1,0	2	1	
17	0/800	saMu	0,0–0,2	6A	3	3
		saLe sa	0,2–1,15	4B	3	
19	0/900	saMu	0,0–0,2	6A	3	4
		siLe sa	0,2–2,0	5A	4	
21	1/000	muSa	0,0–0,3	5B	4	4
		Sa	0,3–1,2	2	1	
23	1/100	grsaMu	0,0–0,3	6A	3	7
		grSa	0,3–2,0	2	1	
25	1/200	siMu	0,0–0,4	6A	3	
		musiSaf	0,4–1,0	5B	4	4
27	1/250	muSa	0,0–0,45	5B	3	4
		(gr)Sa	0,45–1,0	2	1	
29	1/350	muSa	0,0–0,7	2	1	
		(si)Sa	0,7–1,3	2	1	2
31	1/450	(gr)muSa	0,0–0,35	5B	4	
		lesaMn	0,35–1,1	3B	2	5
33	1/550	grsaMu	0,0–0,5	5B	3	
		(gr)Sa	0,5–1,15	2	1	3
35	1/650	muLe	0,0–0,2	6A	3	3
		siLe	0,2–1,35	5A	4	
37	1/750	simuSa	0,0–0,5	5B	4	3
		siLe	0,5–2,0	5A	4	
39	1/850	simuSa	0,0–0,45	5B	4	4

Cykelvägar anlagda på befintlig jord

		siSa	0,45– 1,25	3B	2	
41	1/950	simuSa	0,0–0,4	5B	4	3
		siSa	0,4–1,05	2	1	
43	2/050	simuSa	0,0–0,8	5B	4	
		muSa	0,8–1,35	5B	4	1
45	2/150	simuSa	0,0–0,45	5B	4	
		siSa	0,45– 0,75	3B	2	1
47	2/250	simuSa	0,0–0,35	5B	4	
		siLe	0,35– 0,55	5A	4	1
49	2/350	simuSa	0,0–0,3	5B	4	
		siSa	0,3–1,0	3B	2	2
51	2/450	muSa	0,0–1,0	2	1	1
		siSa	1,0–1,6	3B	2	
53	2/550	muSa	0,0–0,7	5B	3	
		Sa	0,7–1,3	2	4	1
55	2/650	muSa	0,0–0,35	2	1	
		siSa	0,35–0,5	3B	2	2
57	2/750	saMu	0,0–0,35	6A	3	
		muSa	0,35–1,1	5B	3	1
59	2/850	saMu	0,0–0,35	6A	3	
		muSa	0,35– 1,05	5B	4	
62	2/950	saMu	0,0–0,5	6A	3	
		muSa	0,5–0,8	5B	4	
64	3/000	saMu	0,0–0,2	6A	3	
		muSa	0,2–0,6	5B	4	
66	3/100	sisamu	0,0–0,3	6A	3	
		muSa	0,3–0,55	5B	4	
68	3/200	muSa	0,0–0,3	5B	4	
		Sa	0,3–1,9	2	1	
70	3/300	muSa	0,0–0,5	5B	4	
		muSa	0,5–0,7	5B	4	
72	3/400	muSa	0,0–0,3	5B	4	
		siSa	0,3–1,1	3B	2	
74	3/500	muSa	0,0–0,8	5B	4	
		siSa	0,8–1,75	3B	2	
76	3/600	muSa	0,0–1,2	5B	4	
		siSaf	1,2–1,6	3B	2	
78		muSa	0,0–0,6	5B	4	

		Sa	0,6–0,8	2	1	
80		muSa	0,0–0,65	5B	4	
		siSa	0,65–1,9	3B	2	
82		muSa	0,0–0,95	5B	4	
		Sa_si	0,95–1,1	2	1	
84		muSa	0,0–0,5	5B	4	
		Sa	0,5–1,1	2	1	
86		muSa	0,0–1,1	5B	4	
		siSa	1,1–1,6	3B	2	
88		muSa	0,0–0,2	5B	4	
		Sa	0,2–2,0	2	1	
92		muSa	0,0–2,0	5B	4	
94		grmuSa	0,0–2,0	5B	4	
96		grmuSa	0,0–0,5	5B	4	
		muSaf	0,5–1,3	3B	4	
98		grmuSa	0,0–0,4	5B	4	
		muSa	0,4–1,65	5B	4	
100	3/820	muSa	0,0–0,9	5B	4	
		Sa	0,9–1,4	2	1	2
102	3/910	muSa	0,0–0,9	5B	3	4
		Sa	0,9–1,4	2	1	
104	4/015	saMu	0,0–0,5	6A	3	
		Sa	0,5–1,7	2	1	2
106	4/110	saMu	0,0–0,35	6A	3	7
		muSa	0,35–0,85	5A	4	
108	4/200	muSa	0,0–0,2	5B	4	
		siSa	0,2–0,55	3B	2	1
110	4/350	grmuSa	0,0–0,8	5B	4	5
		siSa	0,8–1,25	3B	2	
112	4/600	grmuSa	0,0–1,7	5B	4	4
		siSa	1,7–2,0	3B	2	

Hedeskoga – Sövestad

Borrhål	Längdmätning	Jordart	Djup [m]	Mtrl. typ	Tjälf - klass	Glödgningsförlust [%]
AF2	0/036	F / mörkbrun mullhaltig sandig LERA /	0,0–0,4	5B	4	
		/ mörkbrun mullhaltig sandig LERA, enstaka gruskorn /	0,4–1,0	5B	4	
AF4	0/225	F/mörkbrun mullhaltig sandig LERA /	0,0–0,4	5B	4	
		F/brun mullhaltig sandig LERA /	0,4–1,0	5B	4	
AF6	0/394	MULLJORD (enl. fälttekn.)	0,0–0,3			6
		brun ngt grusig lerig siltig SANDMORÄN	0,3–1,0	3B	2	
AF7	0/503	mörkbrun sandig lerig MULLJORD	0,0–0,4	6A	3	6
		LERMORÄN (enl. fälttekn.)	0,4–1,0			
AF9	0/637	MULLJORD (enl. fälttekn.)	0,0–0,4			
		brun sandig lerig SILTMORÄN	0,4–1,1	5A	4	
AF12	0/873	F/MULLJORD / (enl. fälttekn.)	0,0–0,3			
		F/mörkbrun mullhaltig sandig LERA /	0,3–0,9	5B	4	
AF15	1/113	mörkbrun mullhaltig sandig LERA	0,0–0,3	5B	4	
		brun sandig lerig SILTMORÄN	0,3–0,8	5A	4	
AF16	1/201	MULLJORD (enl. fälttekn.)	0,0–0,3			
		brun sandig siltig LERMORÄN	0,3–1,3	5A	4	
AF19	1/430	mörkbrun mullhaltig sandig LERA	0,0–0,4	5B	4	

		brun rostfläckig siltig	0,4– 1,5	5A	4	
AF22	1/670	brun rostfläckig mullhaltig sandig LERA	0,0– 0,3	5B	4	
		LERMORÄN (enl. fälttekn.)	0,3– 3,0			
AF23	1/733	MULLJORD (enl. fälttekn.)	0,0– 0,3			5
		brun rostfläckig siltig LERMORÄN	0,3– 1,0	5A	4	
AF25	1/912	mörkbrun mullhaltig sandig LERA	0,0– 0,3	5B	4	
		LERA (enl. fälttekn.)	0,3– 3,0			
AF26	1/993	F/MULLJORD / (enl. fälttekn.)	0,0– 0,3			6
		F/mullhaltig LERMORÄN / (enl. fälttekn.)	0,3– 0,7			
AF27	2/071	mörkbrun lerig MULLJORD	0,0– 0,3	6A	3	
		SAND (enl. fälttekn.)	0,3– 1,0			
AF28	2/155	MULLJORD (enl. fälttekn.)	0,0– 0,4			6
		brun lerig siltig SAND, enstaka gruskorn	0,4– 1,0	3B	2	
AF29	2/232	mörkbrun mullhaltig LERA	0,0– 0,4	5B	4	
		LERMORÄN (enl. fälttekn.)	0,4– 3,0			
AF30	2/311	MULLJORD (enl. fälttekn.)	0,0– 0,4			
		gråbrun rostfläckig siltig	0,4– 1,0	5A	4	
AF33	2/549	MULLJORD (enl. fälttekn.)	0,0– 0,3			
		brun rostfläckig ngt sandig siltig LERA, sandskikt, enstaka växtdelar	0,3– 1,0	5A	4	
AF34	2/629	gråbrun mullhaltig siltig	0,0– 0,3	5B	4	

Cykelvägar anlagda på befintlig jord

		LERA, kalkkörtlar				
		SANDMORÄN (inget prov) (enl. fälttekn.)	0,3– 0,8			
AF35	2/701	MULLJORD (enl. fälttekn.)	0,0– 0,3			10
		SANDMORÄN (enl. fälttekn.)	0,3– 0,8			
AF37	2/859	F/MULLJORD / (enl. fälttekn.)	0,0– 0,3			
		F/mullhaltig LERMORÄN / (enl. fälttekn.)	0,3– 1,0			
AF40	3/101	mörkbrun mullhaltig sandig LERA	0,0– 0,3	5B	4	
		brun rostfläckig siltig	0,3– 1,0	5A	4	
AF41	3/181	MULLJORD (enl. fälttekn.)	0,0– 0,5			
		gråbrun rostfläckig sandig SILT, lerkörtlar	0,5– 1,0	5A	4	
AF45	3/499	MULLJORD (enl. fälttekn.)	0,0– 0,3			6
		brun rostfläckig siltig	0,3– 1,0	5A	4	
AF47	3/660	mörkbrun lerig MULLJORD	0,0– 0,3	6A	3	6
		grå rostfläckig siltig	0,3– 1,0	5A	4	
AF48	3/737	MULLJORD (enl. fälttekn.)	0,0– 0,3			
		grå grusig siltig SAND	0,3– 2,0	3B	2	
AF51	3/976	mörkbrun mullhaltig grusig SAND	0,0– 0,3	5B	4	
		SANDMORÄN (enl. fälttekn.)	0,3– 2,0			
AF52	4/056	MULLJORD (enl. fälttekn.)	0,0– 0,3			6
		brun grusig sandig SILTMORÄN	0,3– 0,8			
AF53	4/162	brun mullhaltig sandig LERA,	0,0– 0,3	5B	4	

		enstaka gruskorn, växtdelar				
		LERMORÄN (enl. fälttekn.)	0,3– 3,0			
AF54	4/215	F/MULLJORD / (enl. fälttekn.)	0,0– 0,3			5
		F/LERMORÄN / (enl. fälttekn.)	0,3– 1,0			
AF56	4/375	mörkbrun mullhaltig sandig LERA	0,0– 0,3	5B	4	
		LERMORÄN (enl. fälttekn.)	0,3– 3,0			

Bilaga 2 Resultat av fältstudien, komfortbedömning

Arrie – Käglinge

Längdmätning	Cyklist 1	Cyklist 2	Genomsnitt
0/100	9	9	9
0/200	9	9	9
0/300	8	9	8,5
0/400	6	9	7,5
0/500	6	7	6,5
0/600	9	9	9
0/700	9	9	9
0/800	9	9	9
0/900	7	7	7
1/000	9	8	8,5
1/100	9	9	9
1/200	9	9	9
1/300	9	8	8,5
1/400	9	9	9
1/500	9	9	9
1/600	9	9	9
Genomsnitt	8,44	8,63	8,53



Hedeskoga - Sövestad

Längd- mätning	Cyklis- t 1	Cyklist 2	Genom- snitt	Del- sträcka	Cyklist 1	Cyklist 2	Genoms- nitt
0/100	7	8	7,5	2/400	6	7	6,5
0/200	7	8	7,5	2/500	7	8	7,5
0/300	8	8	8	2/600	6	7	6,5
0/400	8	8	8	2/700	6	6	6
0/500	8	7	7,5	2/800	7	7	7
0/600	7	7	7	2/900	7	7	7
0/700	6	7	6,5	3/000	8	8	8
0/800	7	6	6,5	3/100	6	7	6,5
0/900	8	7	7,5	3/200	7	7	7
1/000	5	7	6	3/300	7	7	7
1/100	6	6	6	3/400	6	8	7
1/200	7	7	7	3/500	5	7	6
1/300	7	8	7,5	3/600	8	7	7,5
1/400	8	7	7,5	3/700	7	7	7
1/500	6	7	6,5	3/800	6	7	6,5
1/600	5	8	6,5	3/900	5	6	5,5
1/700	7	7	7	4/000	6	7	6,5
1/800	7	8	7,5	4/100	6	7	6,5
1/900	8	8	8	4/200	6	6	6
2/000	8	7	7,5	4/300	5	6	5
2/100	6	7	6,5	4/400	7	8	7,5
2/200	7	8	7,5	4/500	6	6	6
2/300	7	7	7	Genomsnit- t	6,67	7,13	6,90

Kivik – Ravlunda

Längdmätning	Cyklist 1	Cyklist 2	Genomsnitt
0/100	8	8	8
0/200	8	8	8
0/300	9	9	9
0/400	7	6	6,5
0/500	8	7	7,5
0/600	8	7	7,5
0/700	7	8	7,5
0/800	8	8	8
0/900	8	9	8,5
1/000	8	9	8,5
1/100	8	8	8
1/200	Del ej färdig	Del ej färdig	Del ej färdig
1/300	Del ej färdig	Del ej färdig	Del ej färdig
1/400	9	9	9
1/500	9	8	8,5
1/600	8	8	8
1/700	9	8	8,5
1/800	9	9	9
1/900	9	9	9
2/000	9	9	9
2/100	9	8	8,5
2/200	8	7	7,5
2/300	7	7	7
2/400	8	8	8
2/500	9	8	8,5
2/600	9	8	8,5
2/700	9	9	9
2/800	9	8	8,5
2/900	9	9	9
Genomsnitt	8,37	8,11	8,24

Bäckaskog – Gualöv

Längdmätning	Cyklist 1	Cyklist 2	Genomsnitt
0/100	9	9	9
0/200	9	9	9
0/300	8	8	8
0/400	9	9	9
0/500	9	9	9
0/600	9	9	9
0/700	9	9	9
0/800	9	9	9
0/900	9	9	9
1/000	7	8	7,5
1/100	9	9	9
1/200	9	9	9
1/300	9	9	9
1/400	8	9	8,5
1/500	9	8	8,5
1/600	9	8	8,5
1/700	9	9	9
1/800	8	9	8,5
1/900	9	9	9
2/000	9	9	9
2/100	9	9	9
2/200	9	9	9
2/300	8	9	8,5
2/400	9	9	9
2/500	9	9	9
2/600	7	8	7,5
2/700	8	9	8,5
2/800	9	9	9
2/900	9	9	9
3/000	9	9	9
3/100	9	9	9
3/200	6	7	6,5
3/300	9	9	9
3/400	9	9	9
3/500	9	9	9
3/600	9	9	9
Genomsnitt	8,67	8,81	8,74

Förslöv - Fogdarp

Längdmätning	Cyklist 1	Cyklist 2	Genomsnitt
0/100	8	8	8
0/200	7	8	7,5
0/300	7	7	7
0/400	8	7	7,5
0/500	9	8	8,5
0/600	7	7	7
0/700	9	8	8,5
0/800	7	8	7,5
0/900	6	7	6,5
1/000	9	7	8
1/100	9	8	8,5
1/200	9	8	8,5
1/300	7	7	7
1/400	5	6	5,5
1/500	6	7	6,5
1/600	7	8	7,5
1/700	8	8	8
1/800	7	9	8
1/900	7	8	7,5
2/000	9	8	8,5
2/100	7	8	7,5
Genomsnitt	7,52	7,62	7,57

Bilaga 3 Resultatet av lasermätningen

Arrie – Käglinge 3 m rätskena

Längd- mätning	Mitten			Höger		
	Maxvärde [mm]	Medelvärde [mm]	Tredje max [mm]	Maxvärde [mm]	Medelvärde [mm]	Tredje max [mm]
0/100	8,0	4,0	4,1	11,7	3,8	3,6
0/200	2,7	2,2	2,5	7,1	2,9	2,9
0/300	7,7	3,6	3,8	5,6	3,1	3,7
0/400	5,2	3,2	4,6	7,2	3,2	3,2
0/500	4,1	3,1	3,8	3,0	2,4	2,6
0/600	10,3	3,9	4,7	7,4	3,9	4,3
0/700	7,7	4,2	4,7	8,8	4,1	4,1
0/800	6,5	4,3	5,7	5,0	3,4	3,9
0/900	6,8	4,9	5,0	5,2	3,4	3,5
1/000	7,2	3,5	4,4	5,9	3,0	2,9
1/100	3,7	2,6	3,2	4,4	2,9	3,4
1/200	4,2	2,6	3,5	4,0	2,4	2,8
1/300	8,8	5,0	5,6	7,5	4,5	5,4
1/400	3,8	2,5	3,2	3,9	2,2	2,7
1/500	4,8	3,1	3,3	4,3	2,9	3,6

Arrie – Käglinge 0,5 m rätskena

Längdmätning	Mitten			Höger		
	Maxvärde [mm]	Medelvärde [mm]	Tredje max [mm]	Maxvärde [mm]	Medelvärde [mm]	Tredje max [mm]
0/100	2,6	1,0	1,0	2,6	1,0	1,2
0/200	0,8	0,6	0,7	3,6	1,0	1,0
0/300	1,1	0,6	0,7	1,1	0,7	0,8
0/400	1,4	0,7	0,8	1,5	0,8	1,0
0/500	9,1	1,6	1,0	3,9	1,4	1,3
0/600	1,5	0,9	0,9	2,0	1,0	1,3
0/700	1,2	0,9	1,0	1,3	0,9	1,1
0/800	2,2	1,0	1,2	1,5	0,8	1,0
0/900	5,1	1,9	2,5	5,9	1,8	2,3
1/000	1,4	0,8	1,3	13,1	2,3	1,3
1/100	1,5	0,7	0,8	1,9	0,7	0,9
1/200	1,2	0,7	0,9	1,3	0,8	1,1
1/300	1,8	1,1	1,4	2,0	1,2	1,4
1/400	1,4	0,7	0,7	1,0	0,6	0,8
1/500	0,9	0,7	0,8	0,9	0,6	0,7

Hedeskoga – Sövestad 3 m rätskena

Längdmätning	Mitten			Höger		
	Maxvärde [mm]	Medelvärde [mm]	Tredje max [mm]	Maxvärde [mm]	Medelvärde [mm]	Tredje max [mm]
0/100	16,9	7,8	11,8	20,0	6,9	7,6
0/200	4,8	3,3	4,4	7,6	4,5	5,9
0/300	4,6	3,2	4,1	4,4	2,9	3,2
0/400	3,8	2,9	3,5	4,9	3,3	4,0
0/500	7,6	3,8	4,4	8,2	4,0	4,7
0/600	13,3	4,0	3,4	3,6	3,0	3,4
0/700	5,3	3,3	4,4	4,8	3,3	4,2
0/800	13,1	4,3	5,6	13,0	4,2	4,6
0/900	11,7	5,7	5,6	8,2	5,0	6,7
1/000	7,9	4,5	5,4	5,2	3,6	4,8
1/100	8,2	4,5	4,6	6,2	4,5	5,4
1/200	7,5	4,9	6,1	8,0	4,6	4,9
1/300	5,6	3,3	5,2	7,2	3,9	5,0
1/400	5,1	3,6	4,3	6,8	4,3	5,1
1/500	8,0	4,4	4,8	7,5	3,5	3,7
1/600	24,0	9,3	11,2	13,6	6,2	6,9
1/700	11,9	5,6	6,3	4,2	2,8	2,5
1/800	4,5	2,7	3,2	4,0	2,3	2,2
1/900	5,3	2,8	3,1	3,5	2,5	2,9
2/000	11,3	4,2	4,9	6,2	3,2	3,4
2/100	9,4	3,3	3,1	4,7	2,9	3,2
2/200	6,1	3,6	4,7	6,2	3,3	4,5
2/300	4,1	2,8	3,5	4,4	2,7	2,9
2/400	8,6	4,3	4,7	6,5	3,5	3,6
2/500	4,4	3,2	3,7	4,1	3,2	3,5
2/600	9,2	5,9	6,7	7,0	4,7	6,5
2/700	10,7	5,7	7,9	9,1	4,9	5,7
2/800	5,8	4,0	3,9	6,5	4,1	3,9
2/900	6,8	4,3	4,9	4,5	3,7	4,1
3/000	12,7	4,2	4,0	4,0	2,4	2,6

3/100	7,9	3,2	4,3	5,2	2,7	3,4
3/200	5,6	3,2	3,2	6,7	3,4	5,3
3/300	2,9	2,3	2,8	6,1	3,0	3,6
3/400	17,7	10,0	12,3	12,8	7,2	10,4
3/500	9,8	3,3	3,4	4,3	2,6	3,3
3/600	4,6	2,8	3,2	4,1	2,8	3,3
3/700	7,0	3,9	3,3	3,7	2,7	2,7
3/800	6,9	3,6	3,8	7,5	3,7	3,6
3/900	7,1	3,7	4,8	11,3	3,9	4,4
4/000	5,4	3,9	4,1	4,3	3,0	3,8
4/100	3,7	2,6	3,2	5,0	2,8	3,4
4/200	11,4	4,6	5,4	11,8	4,3	4,2
4/300	8,3	5,6	6,7	6,0	4,3	5,4
4/400	10,8	4,7	7,5	6,7	3,5	3,5
4/463	6,6	5,0	4,8	5,2	3,7	3,4

Hedeskoga – Sövestad 0,5 m rätskena

Längdmätning	Mitten			Höger		
	Maxvärde [mm]	Medelvärde [mm]	Tredje max [mm]	Maxvärde [mm]	Medelvärde [mm]	Tredje max [mm]
0/100	6,5	1,7	1,5	4,7	1,5	1,6
0/200	1,5	0,8	0,9	2,0	1,0	1,5
0/300	1,7	1,0	1,4	1,1	0,7	0,9
0/400	1,3	0,8	0,9	1,8	0,7	0,7
0/500	1,2	0,8	1,1	1,4	0,8	1,2
0/600	7,1	1,3	0,8	1,5	0,8	0,9
0/700	1,3	0,9	1,3	1,3	0,8	1,1
0/800	1,6	1,1	1,5	1,3	0,8	1,1
0/900	1,6	1,1	1,2	1,2	0,9	1,1
1/000	2,2	1,1	1,2	1,8	1,2	1,5
1/100	4,9	1,8	2,2	2,2	1,2	1,5
1/200	3,4	1,3	1,4	2,1	1,1	1,1
1/300	2,8	1,3	1,6	1,7	1,0	1,3
1/400	2,0	1,1	1,3	1,7	1,0	1,2
1/500	3,1	1,5	2,3	2,4	1,2	1,8
1/600	3,3	1,5	1,7	4,0	1,4	1,4
1/700	16,8	3,7	2,4	5,4	1,8	2,0
1/800	2,6	1,3	1,7	1,8	0,9	1,1
1/900	1,3	0,7	0,8	1,2	0,8	0,8
2/000	3,5	1,3	1,9	2,0	1,1	1,6
2/100	4,6	1,2	1,0	1,2	0,7	1,0
2/200	1,8	0,8	0,7	1,8	0,9	1,0
2/300	1,8	0,9	1,2	1,8	1,0	1,2
2/400	2,2	1,2	1,5	1,8	0,9	1,1
2/500	1,7	0,8	0,8	1,1	0,7	0,9
2/600	5,5	1,7	1,7	1,8	1,1	1,4
2/700	2,0	1,1	1,4	1,3	0,8	1,1
2/800	1,6	1,1	1,3	1,5	1,0	1,4
2/900	1,7	0,8	0,9	1,3	0,7	0,9
3/000	6,1	1,5	1,3	1,5	0,8	1,1

3/100	1,7	0,9	1,0	1,8	0,8	1,3
3/200	1,5	0,8	0,9	1,3	0,8	0,9
3/300	1,2	0,8	0,9	1,2	0,7	0,8
3/400	2,7	1,0	1,2	2,3	1,0	0,8
3/500	1,7	0,8	0,9	1,4	0,8	0,8
3/600	1,5	0,9	1,3	1,5	0,8	0,8
3/700	7,4	2,0	1,7	8,5	1,9	1,2
3/800	2,2	1,4	2,0	4,9	1,7	2,7
3/900	2,7	1,5	1,7	4,2	1,4	1,6
4/000	2,5	1,7	2,3	1,9	1,2	1,7
4/100	2,2	1,1	1,9	2,0	0,8	0,7
4/200	3,4	1,4	1,8	3,2	1,2	1,5
4/300	2,9	1,3	1,6	2,0	1,0	1,0
4/400	4,8	1,5	1,7	2,0	1,1	1,3
4/463	2,8	1,6	1,7	1,6	1,0	1,0

Bäckaskog – Gualöv 3 m rätskena

Längdmätning	Mitten			Höger		
	Maxvärde [mm]	Medelvärde [mm]	Tredje max [mm]	Maxvärde [mm]	Medelvärde [mm]	Tredje max [mm]
0/010	13,1	5,8	5,6	13,8	4,7	3,2
0/100	6,1	4,8	5,8	4,2	2,8	3,6
0/200	6,2	4,9	5,2	20,3	6,6	7,8
0/300	4,7	3,5	4,1	8,5	5,0	7,4
0/400	5,1	4,4	5,0	8,7	5,0	4,7
0/500	5,4	3,5	4,0	6,2	3,2	3,2
0/600	5,1	4,3	5,0	14,5	8,1	9,5
0/700	4,8	3,6	3,6	13,7	6,7	6,6
0/800	4,1	2,5	3,0	3,8	2,4	2,8
0/900	11,1	3,9	4,0	12,0	3,4	2,6
1/000	6,3	3,0	3,8	2,5	2,0	2,4
1/100	5,4	4,0	4,7	3,0	2,3	2,5
1/200	6,5	3,4	4,6	5,3	3,2	3,8
1/300	6,3	3,4	4,1	14,4	6,4	7,0
1/400	4,0	2,5	3,2	12,6	6,5	7,6
1/500	7,4	5,1	6,4	13,0	6,8	8,1
1/600	6,4	4,8	5,9	10,3	5,4	4,9
1/700	15,6	8,7	8,2	15,0	7,6	8,6
1/800	12,4	6,1	7,7	11,8	7,7	11,1
1/900	47,8	12,8	14,0	6,3	3,6	4,6
2/000	6,8	4,0	4,6	4,4	2,9	3,8
2/100	5,3	3,3	3,6	5,2	2,4	2,6
2/200	8,9	3,8	4,1	7,5	3,2	3,4
2/300	4,6	3,3	3,7	4,6	2,7	2,7
2/400	4,8	3,3	4,2	4,5	2,9	3,8
2/500	8,6	4,1	5,1	5,0	2,8	3,0
2/600	4,4	3,3	4,0	3,3	2,1	2,3
2/700	5,1	3,2	4,1	3,7	2,5	2,9
2/800	13,0	6,8	6,7	12,9	7,0	8,8
2/900	15,1	8,0	9,3	12,1	8,8	10,6

3/000	5,1	4,1	4,9	6,2	3,9	5,8
3/100	3,8	2,6	3,1	5,1	3,6	4,6
3/200	4,2	2,4	2,6	13,2	6,8	7,6
3/300	5,0	2,8	3,3	14,1	5,6	6,4

Bäckaskog – Gualöv 0,5 m rätskena

Längdmätning	Mitten			Höger		
	Maxvärde [mm]	Medelvärde [mm]	Tredje max [mm]	Maxvärde [mm]	Medelvärde [mm]	Tredje max [mm]
0/010	3,3	1,9	2,5	3,3	1,1	1,1
0/100	2,3	1,6	2,0	1,0	0,7	0,9
0/200	2,2	1,7	1,9	6,5	2,3	2,7
0/300	2,0	1,4	1,7	4,4	1,8	3,1
0/400	2,0	1,7	1,9	3,3	1,9	2,3
0/500	3,2	1,3	1,6	3,9	1,5	2,3
0/600	1,9	1,4	1,6	14,6	6,4	8,5
0/700	1,5	1,2	1,5	10,2	4,9	7,9
0/800	1,3	0,9	1,1	1,3	0,7	0,8
0/900	1,4	1,1	1,3	3,3	1,0	1,0
1/000	1,7	1,2	1,5	1,2	0,8	0,8
1/100	2,0	1,4	1,7	1,2	0,8	0,9
1/200	3,3	1,4	1,6	2,2	1,3	1,4
1/300	1,9	1,0	1,2	6,5	2,4	3,7
1/400	2,6	1,4	1,4	6,6	2,5	2,5
1/500	3,0	1,9	2,1	4,9	2,9	3,1
1/600	7,1	2,6	2,5	6,6	2,1	1,9
1/700	9,7	4,1	5,9	8,3	3,8	5,0
1/800	7,5	1,9	1,5	4,5	2,3	3,5
1/900	16,5	4,7	6,5	2,7	1,2	1,3
2/000	4,0	1,9	2,1	1,1	0,8	0,8
2/100	1,9	1,1	1,5	1,2	0,8	0,9
2/200	2,0	1,2	1,4	2,4	1,1	1,0
2/300	1,5	1,1	1,3	1,0	0,8	0,9
2/400	2,1	1,1	1,6	0,9	0,8	0,8
2/500	5,3	1,6	1,8	2,0	0,8	0,8
2/600	1,6	1,1	1,3	0,7	0,6	0,6
2/700	1,2	0,9	1,1	1,7	1,1	1,4
2/800	8,7	4,5	5,8	11,9	6,0	8,6
2/900	7,6	4,5	6,3	7,0	3,1	4,1

3/000	1,8	1,4	1,6	3,7	1,9	2,5
3/100	1,7	1,2	1,5	2,7	1,4	1,7
3/200	1,8	1,0	1,3	6,7	2,9	3,5
3/300	1,5	1,1	1,5	9,1	2,9	3,3

Kivik – Ravlunda 3 m rätskena

Längd- mätning	Mitten			Höger		
	Max- värde [mm]	Medel- värde [mm]	Tredje max [mm]	Max- värde [mm]	Medel- värde [mm]	Tredje max [mm]
0/100	28,0	8,3	12,5	26,6	8,8	14,4
0/200	8,7	5,2	6,8	6,4	4,2	5,1
0/300	5,4	2,8	3,7	3,3	2,2	3,2
0/400	2,7	2,1	2,3	2,0	1,5	1,7
0/500	3,7	2,1	2,6	3,3	1,8	1,9
0/600	12,8	5,0	5,9	7,4	4,2	5,0
0/700	18,3	7,2	7,5	14,7	5,7	6,4
0/800	6,8	4,0	4,6	6,0	3,8	5,1
0/900	22,4	9,9	9,7	6,8	4,1	5,2
1/000	12,3	5,3	6,4	9,3	4,3	5,1
1/100	11,6	5,0	5,9	11,7	5,1	5,9
1/200	9,9	4,9	6,8	8,5	4,4	5,8
1/300	9,2	7,5		5,2	4,6	
1/400	7,8	5,2	5,8	6,8	4,7	5,5
1/500	7,7	4,1	5,0	9,3	4,2	4,6
1/600	119,2	19,6	12,5	40,5	10,9	11,0
1/700	5,4	3,2	3,5	4,9	3,0	3,5
1/800	5,3	3,8	4,5	4,3	3,3	3,8
1/900	6,0	3,6	4,1	7,4	3,9	4,8
2/000	6,2	4,1	5,2	6,1	3,6	4,9
2/100	6,4	4,0	6,0	6,9	3,9	5,0
2/200	8,9	4,4	4,7	5,9	3,1	3,7
2/300	13,2	5,6	6,7	16,2	5,5	5,2
2/400	8,3	5,0	6,5	7,2	4,5	5,2
2/500	8,2	5,1	6,2	5,8	3,7	5,4
2/600	5,2	3,1	3,7	5,6	3,1	3,4
2/700	13,3	4,7	5,3	5,9	3,7	5,1
2/800	13,6	6,2	6,6	11,2	4,8	5,5
2/900	10,1	5,1	5,8	9,3	5,4	7,3
3/000	12,5	5,6	6,0	12,3	5,3	5,9

3/100	8,7	5,7	6,2	6,1	4,8	5,6
3/200	9,2	5,5	7,5	11,6	5,3	5,5
3/300	99,5	21,0	13,8	18,5	9,5	14,3
3/400	8,1	4,3	4,8	9,2	4,0	4,4
3/500	5,0	3,6	4,1	6,4	3,5	4,1
3/600	5,6	3,5	4,7	5,3	3,5	3,9
3/700	9,2	4,8	8,1	7,4	3,9	4,5
3/800	9,9	5,6	6,7	12,5	5,7	7,6
3/900	12,6	7,7	8,9	10,5	6,8	9,0
4/000	29,0	7,6	6,4	9,5	5,1	6,5
4/100	10,5	6,5	8,9	12,0	5,8	6,9
4/200	8,0	4,3	5,4	6,6	4,0	6,2
4/300	10,2	6,1	7,5	9,3	5,1	6,0
4/400	7,4	4,5	4,6	4,1	3,0	3,1

Kivik – Ravlunda 0,5 m rätskena

Längdmätning	Mitten			Höger		
	Maxvärde [mm]	Medelvärde [mm]	Tredje max [mm]	Maxvärde [mm]	Medelvärde [mm]	Tredje max [mm]
0/100	3,0	0,8	0,7	2,2	1,0	1,7
0/200	4,3	1,4	2,2	3,9	1,3	1,9
0/300	1,4	0,8	1,0	0,9	0,6	0,8
0/400	1,1	0,7	0,8	0,6	0,5	0,5
0/500	1,0	0,8	0,9	1,0	0,6	0,8
0/600	1,8	1,3	1,5	2,2	0,9	1,1
0/700	3,0	1,7	1,9	2,3	1,1	1,3
0/800	1,8	0,8	0,8	1,0	0,6	0,7
0/900	5,3	2,1	3,9	4,5	1,7	3,0
1/000	3,2	1,2	1,2	2,5	1,1	1,3
1/100	4,9	1,4	1,3	3,5	1,2	0,9
1/200	3,0	1,4	2,3	1,8	1,0	1,4
1/300	3,3	3,0		1,5	1,2	
1/400	1,7	1,1	1,4	1,0	0,8	1,0
1/500	2,2	1,0	0,9	1,8	0,9	0,9
1/600	46,5	5,6	1,6	14,4	2,2	1,4
1/700	1,1	0,7	0,9	1,0	0,7	0,9
1/800	1,4	0,9	1,0	1,4	0,7	0,9
1/900	2,6	1,1	1,2	3,7	1,3	1,2
2/000	1,0	0,7	0,7	1,0	0,6	0,6
2/100	1,5	0,8	0,8	1,2	0,7	1,0
2/200	2,0	1,0	1,1	2,1	0,9	0,8
2/300	1,5	0,8	0,8	1,8	0,9	0,9
2/400	0,9	0,7	0,8	0,8	0,5	0,5
2/500	1,6	0,7	0,8	1,3	0,7	0,8
2/600	0,9	0,6	0,8	0,8	0,5	0,6
2/700	3,9	1,2	0,9	1,9	0,7	0,9
2/800	1,4	0,9	1,1	1,3	0,8	0,9
2/900	1,2	0,8	1,1	1,4	1,0	1,3
3/000	1,3	0,9	1,3	1,8	1,1	1,5

3/100	1,1	0,9	1,1	1,3	0,7	0,8
3/200	7,9	2,0	1,3	7,7	1,9	1,4
3/300	68,8	8,4	2,6	10,9	2,1	1,4
3/400	1,1	0,6	0,7	0,8	0,5	0,6
3/500	1,0	0,6	0,6	1,8	0,7	0,6
3/600	1,0	0,6	0,6	0,9	0,6	0,6
3/700	4,1	1,1	1,5	3,4	1,0	1,3
3/800	2,3	0,9	1,1	3,0	0,9	0,9
3/900	2,6	1,3	1,5	2,1	1,1	1,5
4/000	7,3	1,9	1,6	2,7	1,3	1,9
4/100	2,1	0,9	1,0	1,7	0,9	1,2
4/200	2,7	1,0	1,0	1,7	0,8	0,8
4/300	1,9	0,9	0,9	1,2	0,8	0,9
4/400	1,4	1,0	0,9	7,4	4,5	4,6

Förslöv – Fogdarp 3 m rätskena

Längd- mätning	Mitten			Höger		
	Max- värde [mm]	Medel- värde [mm]	Tredje max [mm]	Max- värde [mm]	Medel- värde [mm]	Tredje max [mm]
0/100	13,3	6,3	6,7	8,4	5,4	5,4
0/200	10,0	5,1	6,4	13,0	4,9	6,1
0/300	8,0	4,1	5,2	7,1	3,6	4,5
0/400	11,5	5,1	8,0	8,6	4,1	4,4
0/500	16,9	9,1	11,3	14,1	5,5	5,0
0/600	15,6	9,4	13,0	12,8	7,5	10,5
0/700	25,2	12,6	16,1	21,7	11,3	13,3
0/800	37,3	10,8	13,9	50,3	14,0	16,1
0/900	15,7	6,1	7,6	12,4	5,2	7,4
1/000	5,3	3,2	3,9	4,0	2,6	3,0
1/100	8,1	5,4	7,0	4,9	3,6	3,5
1/200	15,4	6,1	6,4	8,3	4,8	6,7
1/300	11,1	7,1	9,5	11,9	6,6	8,0
1/400	21,9	7,3	8,1	10,9	6,2	8,3
1/500	8,6	5,4	6,1	20,5	7,7	9,0
1/600	5,2	3,0	2,6	3,9	3,4	3,7
1/700	33,8	10,3	5,4	29,8	9,7	4,9

Förslöv – Fogdarp 0,5 m rätskena

Längd- mätning	Mitten			Höger		
	Max- värde [mm]	Medel- värde [mm]	Tredje max [mm]	Max- värde [mm]	Medel- värde [mm]	Tredje max [mm]
0/100	4,1	2,0	3,8	6,2	2,0	2,6
0/200	3,0	1,3	1,5	4,4	1,5	1,6
0/300	3,2	1,3	2,6	2,5	1,3	2,0
0/400	2,4	0,9	0,9	3,0	1,0	1,0
0/500	3,8	1,8	1,9	2,4	1,5	1,7
0/600	3,6	2,2	2,5	9,4	2,7	2,3
0/700	3,5	2,0	2,2	3,4	1,7	2,4
0/800	3,9	1,7	2,3	3,3	1,7	2,8
0/900	1,6	1,0	1,5	1,7	1,1	1,4
1/000	1,6	0,9	1,0	1,2	0,9	0,9
1/100	2,9	1,3	1,6	2,0	1,2	1,4
1/200	3,6	1,3	2,0	2,9	1,5	2,7
1/300	2,6	1,4	1,9	2,4	1,4	1,8
1/400	2,3	1,3	1,7	2,5	1,5	1,9
1/500	2,0	1,0	1,1	7,2	1,9	1,5
1/600	15,0	2,9	2,3	11,4	2,7	4,0
1/700	2,4	1,5	1,8	3,3	1,9	2,0

Bilaga 4 Metod och material för lätt fallviktsmätning

Metod för lätt fallviktsmätning:

1. Identifiera en lämplig yta att utföra mätningarna på, en längd på ca 10 meter och bredd på ca 6m.
2. För att kunna mäta mäktigheten på mulljorden schaktas ett hål, i nära anslutning till den tidigare valda ytan, ner till mer fast jord (terrassen)
3. Mätning av mäktigheten på mulljorden i schaktet
4. Hela ytan banas av från vegetation
5. Utsättning av 4 stycken mätpunkter genomförs på ytan.
6. Lätt fallviktsmätning sker i de 4 mätpunkterna.
7. Packning sker över hela ytan enligt standard (6 överfarter med vält)
8. Lätt fallviktsmätning sker i de 4 punkterna.
9. Schaktning på hela ytan utförs ner till den fastare jorden under den mer organiska jorden.
10. Lätt fallviktsmätning sker i de 4 mätpunkterna.
11. Packning sker över ytan enligt standard (6 överfarter med vält)
12. Lätt fallviktsmätning sker i de 4 punkterna.
13. Fyllning av ytan med fastare jordmaterial utförs

Material för lätt fallviktsmätning:

- Lätt fallviktsutrustning (erhålls av LTH)
- Yta med mulljord (mäktighet på minst 30 cm)
- Grävmaskin
- Vält
- Fyllnadsmaterial till uppfyllnad av terrass
- Spade
- Utstakningskäppar
- Plastpåsar
- Tumstock

Bilaga 5 Metod och material för laboration

Metod för glödningsförlust:

1. Jordprov delas upp i delprover.
2. Delprover värms upp i 105°C i 24 h.
3. Delprover siktas till <2 mm.
4. Delprover vägs och vikt antecknas.
5. Delprover glödgas i 950°C i 1 h.
6. Delprover svalnar till rumstemperatur.
7. Delprover vägs.
8. Glödningsförlust beräknas.

Metod för siktkurva:

1. Jordprov delas upp i delprover.
2. Delprover värms upp i 105°C i 24 h.
3. Delprover siktas från 8 mm till 0,063 mm.
4. Delproverna för respektive sikt vägs och vikt antecknas.
5. Siktkurva bestäms.

Metod för bestämning av vattenkvot:

1. Jordprov delas upp i delprover.
2. Delproverna vägs och vikt antecknas.
3. Delproverna värms upp i 105°C i 24 h.
4. Delproverna vägs och vikt antecknas.
5. Vattenkvoten beräknas.

Utrustning för samtliga laborationer:

- Ugn med drifttemperatur på 950°C
- Ugn med drifttemperatur på 105°C
- Våg med noggrannhet på 0,001g
- Aluminiumformar
- Deglar
- Mortel
- Sikt, maskvidd från 0,063 till 8 mm
- Degeltång
- Skyddshandskar
- Vakuumsäckator med blågel

Bilaga 6 Intervjufrågor

Intervjufrågor till platschefer

- Vilka är det vanligaste problemen som kan uppstå vid anläggandet av en cykelväg? och vad är det viktigaste att tänka på?
- Hur påverkar den organiska halten i jorden, cykelvägens kvalitet?
- Vad blir skillnaden mellan att ha en utförandeentreprenad och en totalentreprenad vid byggandet av cykelvägar?
- Vilken kategori i AMA byggdes denna cykelväg enligt?
- Skulle det vara möjligt att ha en organisk halt på <2 % i jorden under en cykelväg och bibehålla en god kvalitet?
- Skulle produktionen gå till annorlunda jämfört med anläggandet av en cykelväg enligt AMA?
- Finns det ekonomisk eller annan vinning ifall det är möjligt att anlägga en cykelväg på jord innehållande organiskt material? Finns det nackdelar?
- Vilken årstid är den bästa för att bygga en cykelväg?
- Hur ser du på garantitider, är det skillnad vad gäller dessa när cykelvägar byggs på mulljord och när de byggs enligt AMA?
- Hur ser du på besiktningar, är det skillnad vad gäller dessa när cykelvägar byggs på mulljord och när de byggs enligt AMA?

Intervjufrågor till Klas Hermelin

- Vad har du för erfarenhet av byggandet på en högre halt organiskt material?
- Vad är det som gör att det är sämre att bygga på jord innehållande hög organiskt halt?
- Vad är det som är bakgrunden till gränsen på 2 % organiskt material i AMA?
- Ska gränsen alltid ligga på 2 %? Eller kan gränsen varieras beroende på andra förutsättningar?
- Tror du det går att bygga cykelvägar på mulljord innehållande organiskt material på över 2 %?
- Kanske med ett eventuellt tjockare förstärkningslager?
- Tycker du att AMA är tillräckligt beskrivande vad gäller organisk halt, eller borde det läggas till något?
- Är det rimligt att ställa samma krav på garantitider om man i förfrågningsunderlaget accepterar en högre organisk halt än 2 %.
- Kan man ställa samma krav vid besiktningar av cykelvägar med en högre halt organiskt material?

Bilaga 7 Intervjuer

Intervju med Nicklas Hallgren, platschef Arrie - Käglinge

Vanliga problem vid anläggandet av en cykelväg

- *Generellt är problemen väder och vind, är det bra förhållanden och inte har för mycket grundvatten så är det sällan några problem. Så den största risken för oss entreprenörer är alltså om det är väldigt regnigt väder. Just när man ska terrassera och alltså hålla på med de mjuka massorna så är det störst problem, sen när man håller på med krossmaterialet så är det inte lika väderkänsligt. Det svåra är när man väl fått in vatten i en friktionsjord så är det svårt att få ut det. Det är ännu känsligare om man ska bygga med mullhaltiga massor, dessa är väldigt känsliga för vatten. Man måste ju kunna få en stabilitet i massorna för att kunna packa det. För det första är det svårt att nå upp till dem krav som ställs på jämnhet och för det andra är det svårt att nå upp till kraven för bärigheten. Det måste vara torrt för att dessa krav ska kunna nås. Vatten är alltså det största problemet för oss som jobbar med markentreprenader.*

Hur påverkar den organiska halten i jorden cykelvägens kvalitet?

- *Det som kan påverkas är tjälskjutningen. Sen det här med packningen, överträder man AMA:s krav finns det inte längre beskrivet för hur man ska packa jorden. Hur många överfarter, vilka maskiner man ska använda, vilka vattenkvoter det ska vara. Då måste man gå in och beskriva för entreprenören hur man ska göra om man då gör det som en utförandeentreprenad.*

Skillnader mellan utförandeentreprenad och totalentreprenad

- *Det beror på vilket regelverk man väljer att använda, vid en totalentreprenad kan det fortfarande ställas krav på att man ska gå efter AMA:s koder men sen får vi lösa det hur vi vill. Den stora skillnaden är att man inte har reglerbara mängder som vid utförandeentreprenad. Vid en totalentreprenad så har man ju 1 st. cykelväg, sen om det är 1000 kubik schakt eller 5000 kubik schakt, det får vi bestämma själva hur vi hanterar massorna. Vid totalentreprenad så har vi en profil vi ska följa och sen lite gestaltningsmässiga krav, det är det enda vi ska följa.*

Vilken kategori byggdes denna cykelväg enligt?

- *Denna blev kategori A. Det är Trafikverket som avgör kategorin, de hade kunnat välja B och C också. Jag tror det ligger mycket hos projektören, eller om Trafikverket har ställt kravet från början. Men jag hade ju inte valt att ställa det kravet på en cykelväg. Det är bättre att sänka kvaliteten för att sänka kostnaderna om man ändå inte ska ligga på väldigt noggranna nivåer och hög bärighet. Kan*

man sänka de kraven så går det ju snabbare för entreprenören att bygga och då får du ju en billigare produkt. I just det här fallet så ska det ju inte vara några större fordon som ska trafikera, utan bara cyklar.

Organisk halt >2 vikt%, går det att uppnå samma kvalitet för cyklister?

- *Det är nog inga större problem att uppnå samma kvalitet för cyklister, så länge man inte kommer upp i för hög halt. Jag har ju byggt skogsbilvägar eller ägovägar, alltså att man tar bort landsvägar och bygger sådana vägar på sidan om. Då har vi ofta haft förutsättningarna att man följer den befintliga markprofilen som finns. Vad gäller sättningar så tror jag inte att det är några problem för cykelvägar på mulljord, i alla fall inte om det inte går någon tung trafik på dem. De stora belastningarna som blir är ju när vi bygger, så tunga maskiner som kör då kommer ju aldrig att köra där senare. Jag tror heller inte att det är några problem med den lilla förmultningen som sker i jorden senare. Men skulle man förutspå en större förmultning så får man ju ha en mjukare överbyggnad som är lite mer flexibel och kan tåla dem här sättningarna. Så länge det inte är lager av gytta som ligger och gungar så ska det nog inte hända något.*

Går produktionen till annorlunda om den organiska halten i jorden är högre?

- *Det hänger mycket på vädret och hur hög den organiska halten är. Tidsmässigt så är det ingen större skillnad om det är optimala förhållanden. Det gäller bara att man lyckas packa jorden för att få så lite sättningar som möjligt senare. Om det är dåliga förhållanden så kan produktionstiden bli upp till den dubbla.*

Finns det ekonomisk eller annan vinning ifall det är möjligt att anlägga en cykelväg på jord innehållande organiskt material? Finns det nackdelar?

- *Ju mer massor man kan använda inom projektet desto bättre, det blir bättre ekonomiskt för alla inblandade. Men det ska vara möjligt också och finnas förutsättningar, sådana saker måste tas upp redan i anbudsskedet. Transporter är dyrt idag, du ska dels hitta någonstans att köra samtidigt som du vill hålla nere ekonomi och miljöpåverkan så mycket som möjligt. Så liten geografisk yta som möjligt desto bättre är det. Man kan ju också hitta utfyllnadsområden i närheten om det inte finns inom projektet.*

Vilken årstid är den bästa för att bygga en cykelväg?

- *Handlar man upp ett projekt vid årsskiftet och ha det i januari, februari, mars för att börja planera så är det bra. Det bästa är att ha frikostig byggtid. Projekten kan bli betydligt mer effektiva om vi kan planera arbetet bra innan vi sätter igång istället för att vi får jobbet och ska stätta igång om en vecka. Till att börja med ska man ha en organisation som är beredda att ta sig an arbetet. Arrie – Käglinge hade en lång byggtid och god tid till att planera. Det är inte så bra om man lämnar anbud säg innan semester och får tillgång i slutet av augusti och det ska vara färdigt i påsk. Det är liksom sämsta årstiden att bygga. Så kan man bygga på sommarhalvåret så är det absolut bästa.*
- *Årstiden för byggandet påverkar både produkten som Trafikverket eller slutkunden får samt vår effektivitet och priserna som blir. Får man jobbet på sommaren blir det också troligtvis ett lägre pris. Man behöver inte lika hög höjd för risker så som väder och vind. Visst det kan bli en regnig sommar också, men det är värre på*

vintern. Har du otur och så är det en kall vinter med tjänliga massor som du inte får bygga med de då är det inte mycket att göra.

Hur ser du på garantitider, är det skillnad vad gäller dessa när cykelvägar byggs på mulljord och när de byggs enligt AMA?

- *Det ska väl egentligen inte vara någon skillnad. Mycket handlar om att förutsättningarna finns i förfrågningsunderlaget när vi sitter och räknar, så att vi kan bedöma risken om det kan uppstå sättningar och vilka krav det ställs när garantin löper ut, vilken kvalitet skall produkten hålla då. Man får anpassa projektet efter förfrågningsunderlaget, men det är upp till kunden vilka krav de ställer och hur lång garantitid de vill ha. Så får anbudslämnarna bedöma hur mycket pengar som krävs för det. Vissa avsätter mycket pengar och vissa inga pengar alls. Men det återstår att se om det blir några problem i slutändan, utifall att det är saker som måste åtgärdas.*

Hur ser du på besiktningar, är det skillnad vad gäller dessa när cykelvägar byggs på mulljord och när de byggs enligt AMA?

- *Det ska inte skilja någonting. Som sagt så är det vad förutsättningarna är, och vad de ställs för krav. Allt hänger på de, förutsättningarna. Vilka regelverk de väljer att göra avsteg ifrån och att de är väldigt tydliga med att de vill göra avsteg.*

Vad är din generella tanke om det här med att bygga på organisk jord?

- *Är det bara rätt förutsättningar, att man bygger under rätt period och att det är utrett innan, så ser jag inga konstigheter med att bygga på det. Med rätt förutsättningar så skall det heller inte vara några problem produktionsmässigt.*

Intervju med Martin Ekdahl, platschef Kivik – Ravlunda

Vanliga problem vid anläggandet av en cykelväg

- *Det vanligaste problemet är under produktionen, det är ju att överbyggnaden inte tål de belastningarna, alltså att det projekterats för tunn överbyggnad för att kunna köra med tunga maskiner på och få ut material med lastbilar, då uppstår ofta problem. Sen för själva användningsområdet så tål den ju cyklar och personbilar. Cykelvägen i Kivik så var det dock en ganska vettig överbyggnad, jag har för mig att det var en överbyggnad på 420mm totalt. Sen beror det också helt och hållet på vilket material man har under terrassen om det är lera, silt eller sand. I Kivik var det framförallt sand i undergrunder. Vi byggde under vintern, och då är det ju blött, så det handlar mycket om att hålla undan vattnet också.*

Hur påverkar den organiska halten i jorden cykelvägens kvalitet?

- *Jag tror inte kvaliteten påverkas egentligen. I detta fall var det ju en sandförlagd VA under cykelvägen, så då grävde vi ju upp ett VA-schakt också och eftersom vi bara hade tagit bort den översta vegetationen så blandades allting. Så när vi återfyllde började det gunga eftersom vi hade rörda massor hela vägen ner till VA-ledningarna. VA ledningarna sträckte sig 3025m under cykelvägen medan GC vägen var 4500m. Så i slutändan var den ju mindre än de 5 % som stod i förfrågningsunderlaget eftersom den var uppblandad med den underliggande sanden. Och andra sidan så får du ju då rörda massor, väderlek som ställer till det och grundvatten samtidigt som man ska hantera packningen.*
- *Men rent generellt så tror jag inte att det är några problem. Nu är ju inte jag någon geotekniker, men skulle det bli små sättningar eller om det blir tjälskjutningar så kommer ju det ske ganska jämt och då blir det ju egentligen ingen försämrad kvalitet.*

Skillnader mellan utförandeentreprenad och totalentreprenad

- *Vi utför nästan uteslutande sådana här projekt enligt utförandeentreprenad, så jag har ju bara det att förhålla mig till egentligen. Men i just det här projektet så var ju inte massbalansen speciellt väl projekterad, så sådana saker kan ju bli problematiska vid utförandeentreprenad.*

Vilken kategori byggdes denna cykelväg enligt?

- *Kivik – Ravlunda byggdes enligt kategori C. Men det är inte jättetydligt i förfrågningsunderlaget, ofta så är det motstridigheter i handlingarna och då måste man fråga beställaren vad det är som gäller.*

Organisk halt >2 vikt%, går det att uppnå samma kvalitet för cyklister?

- *Ja det tror jag absolut.*

Går produktionen till annorlunda om den organiska halten i jorden är högre?

-
- *Svårt att svara på. Men ju mindre man behöver köra på terrassen, desto bättre är det. Det är ju väldigt väderberoende också. Men framförallt så är ju skillnaden det här med massorna, att man behöver köra bort mer massor om högre krav ställs.*

Finns det ekonomisk eller annan vinning ifall det är möjligt att anlägga en cykelväg på jord innehållande organiskt material? Finns det nackdelar?

- *Återigen så handlar det mycket om transporter. Om det projekteras från början så att mulljorden ska byggas in så minimerar man ju transporterna och därmed kostnaderna. Så det är absolut en stor ekonomisk vinning i att lätta på dessa krav. Sen spelar ju massbalansen väldigt stor roll också, det missade de lite i det här projektet.*

Vilken årstid är den bästa för att bygga en cykelväg?

- *Ja du, en regnfri årstid. Sommarhalvåret är väl bäst, men det är också kanske åskskurar. Vi blev drabbade rätt mycket i Kivik av dem. I slänterna var det ju i detta fall ren sand som växtbäddar, så när det regnar kraftigt så spolats ju sanden bort. Just detta projekt pågick från november 2018 till november 2019, det tror jag är ganska perfekt med så mycket tid. Men ja helt klart 20 grader varmt och medvind är väl det bästa förhållandet. En fördel med vintern är ju också att man kan nyttja tjälen då man kan köra med tunga maskiner på jorden då. Jag tycker nog ändå det är bäst att ha vintern tidigt i projektet om det pågår under ett helt år.*

Hur ser du på garantitider, är det skillnad vad gäller dessa när cykelvägar byggs på mulljord och när de byggs enligt AMA?

- *Det är ingen skillnad från vår sida. Så länge vi förhåller oss till handlingen och anmäler avvikelser och ändringar som uppstår under produktionen så är det ingen skillnad.*

Hur ser du på besiktningar, är det skillnad vad gäller dessa när cykelvägar byggs på mulljord och när de byggs enligt AMA?

- *Samma sak som garantitider gäller för besiktningar.*

Vad är din generella tanke om det här med att bygga på organisk jord?

- *Om de skulle öka halten organiskt material i handlingarna så slipper man ju extremt mycket transporter. Så rent teoretiskt så tar man ju bara bort den översta svålen och lägger åt sidan, sen kan man ju använda det till slänterna senare. Så man kan ju spara jättemycket på både ekonomi och miljö om man kan göra så.*
- *När man har en utförandeentreprenad så måste man ju förhålla sig till vad beställaren har skrivit, men helst så skulle man på vissa ställen bara vilja rulla ut en fiberduk och börja fylla så att man inte rör jorden under alls. Sen har man ju förstås höjder och lagertjocklekar att förhålla sig till ändå.*
- *Generellt så tror jag att denna idé är bra.*

Intervju med Ted Marthell, platschef Bäckaskog – Gualöv

Vilka är det vanligaste problemen som kan uppstå vid anläggandet av en cykelväg? och vad är det viktigaste att tänka på?

- *Jag tycker att längden på cykelvägen och att arbetsområdet ofta är för smalt kan vara ett problem. Det kan bli problem med logistiken och markägarna. Man måste ju få till stickvägar in till projektet då. Är det väldigt blött så kan det ju vara ett problem med packningen av massorna, vatten är aldrig kul att jobba med. Just för Bäckaskog – Gualöv så var det väldigt bra förhållanden om man tänker vädermässigt.*

Hur påverkar den organiska halten i jorden, cykelvägens kvalitet?

- *Jag tror inte att cykelvägarnas kvalitet påverkas av den organiska halten. Sen kan inte jag sätta någon övre gräns för vad man kan ha, men jag tror definitivt att man kan ha en högre halt än 2 %.*

Vad blir skillnaden mellan att ha en utförandeentreprenad och en totalentreprenad vid byggandet av cykelvägar?

- *Positivt med totalentreprenad är ju att man ritar allting själv och får det som man vill ha det, utan att behöva förhålla sig till någon annans handlingar.*
- *Negativt är ju att det kan bli ganska mycket jobb att få ihop det och att det är vi som bär ansvaret för att det blir bra.*

Vilken kategori i AMA byggdes denna cykelväg enligt?

- *Det minns jag ej i detalj, men jag vet att vi tog hänsyn till kraven som trafikverket ställde.*

Skulle det vara möjligt att ha en organisk halt på <2 % i jorden under en cykelväg och bibehålla en god kvalitet?

- *Ja jag tror absolut att kraven kan sänkas och behålla samma kvalitet för cyklister. Men det beror ju helt på vilken trafik som ska belasta, är det bara cyklister och ett och annat snöröjningsfordon så är det inga problem alls. Däremot om bönderna börjar köra med sina maskiner så kan det bli lite problem.*

Skulle produktionen gå till annorlunda jämfört med anläggandet av en cykelväg enligt AMA.

- *Det kan vara viss skillnad, det är ju inte säkert att man kan köra med grävare på mulljorden om det är alldeles för hög halt organiskt material. Då kan man ju behöva köra på sidan om vilket kan göra att ett större arbetsområde kan krävas.*

Finns det ekonomisk eller annan vinning ifall det är möjligt att anlägga en cykelväg på jord innehållande organiskt material? Finns det nackdelar?

-
- *Ja det tror jag absolut, man slipper ju köra bort rätt mycket massor och sen fylla upp igen. Jag tror att om man slipper den kostnaden så åter den upp rätt mycket av andra kostnader.*

Vilken årstid är den bästa för att bygga en cykelväg?

- *Våren är helt klart bäst att bygga alla anläggningsprojekt på. Det gjorde vi ju även i det här fallet.*

Hur ser du på garantitider, är det skillnad vad gäller dessa när cykelvägar byggs på mulljord och när de byggs enligt AMA?

- *Det ska vara samma oavsett, kanske särskilt vid totalentreprenader.*

Hur ser du på besiktningar, är det skillnad vad gäller dessa när cykelvägar byggs på mulljord och när de byggs enligt AMA?

- *Man besiktigar ju ändå efter kraven i handlingarna så det ska ju inte vara någon skillnad.*

Intervju med vägspecialist Klas Hermelin

Vad har du för erfarenhet av att bygga med en högre organisk halt?

- *Ingen*

Anser du att det skulle vara sämre att bygga med en högre organisk halt än 2 vikt%

- *Troligtvis ja. Inte att bygga med, det är nog inga större problem. Utan det handlar nog mer om egenskaperna hos materialet. Troligtvis har det något sämre egenskaper om det har mer än 2 % organiskt material. Det här 2% har funnits vid klassificering av jord och överbyggnadsmaterial hur länge som helst, det är säkert från första halvan av förra århundradet som den här gränsen på 2 % dök upp. Den beror säkerligen på egenskapsskillnader hos materialet. Jag är ju vägtekniker och inte geotekniker, men det påverkar också säkert geotekniken med skred och sättningar men dom delarna kan jag inte. Det är ju egentligen geotekniken som gör den här klassificeringen av jordar som vägverket hade en gång i tiden och som har funnits väldigt länge. Sen har man inom vägtekniken bestämt att man inte får ha högre organisk halt än 2 % närmaste metern. Den orsaken beror på som jag antar det, att de här jordarna har sämre egenskaper. Framförallt moduler och kanske i viss mån deformationsegenskaper också. Det är säkert betydligt sämre med 5,5 % än 2,2 % organisk halt, men det är ju en klassificeringsfråga, man sätter ju gränser. Eftersom vi inte bygger med dem här så har jag ju ingen erfarenhet det, eftersom vi säger att vi ska inte ska bygga med dem. Så på de viset har dem ju säkert lite sämre egenskaper, modulmässigt och styvhetmässigt.*

Är det en bedömning man har gjort, det här med 2 % organiskt material. Det är inte någon mer exakt studie för att få fram den?

- *Det har säkert gjorts mätningar på det här för 60–70 år sedan. Så det finns säkert någonstans och effekten av mjukare material under underbyggnaden kan vi. Sen om den beror på organisk halt eller höga vattenkvoter eller vad det nu beror på, så får det effekt på vägkonstruktionen sen. Sen är det väl ingen som tänkt cykelvägar egentligen, utan det är ju vägar och de laster som man har på vanliga vägar, vilket i och för sig inte var så jättestora på den tiden.*

Om man jämför cykelvägar och vägar. Är det rimligt att ha samma krav på dem.

- *AMA i sig själv sätter ju inte dessa kraven. Det är ju själva projekteringen eller dimensioneringen som sätter kraven att det inte får vara mer än 2 %. Delvis så är det ju skillnad att det inte är så mycket trafik på en cykelväg. Det beror ju lite på vilken typ av trafik man har också. Risker man tar är att beläggningen håller sämre och att man får deformationer av snöröjningsfordon eller om man har andra typer av tunga transporter som går, biltrafik är säkert inte så farligt. Men har man tyngre transporter så finns det ju en risk. Det kan hända att man måste dimensionera upp det lite, själva överbyggnaden då möjligtvis. I alla fall om man ligger ganska nära de här 2 %. Men då gäller det att stoppa in rätt egenskaper i dimensioneringen för de här materialen, och det vet jag inte riktigt om vi har.*

Till exempel med ett tjockare förstärkningslager?

-
- *Ja det är ju en variant. För de man dimensionerar egentligen är ju med dagens dimensionering töjning i underkant på beläggning. Sen dimensionerar vi ju inte tyvärr riktigt för spårbildning. Utan spårbildning och deformationer det dimensionerar vi ju med våra materialkrav egentligen.*

Om man kollar i AMA på de olika kategorierna för fyllnadsmaterial A, B och C så kan man tyda att C har högst krav gällande organiskt halt, hur hänger det ihop?

- *Ja det är lite motsägelsefullt faktiskt. Det hänger inte helt ihop, det håller jag med om.*

Om det är en materialtyp 2, 3 eller 4 med en organisk halt mellan 2 och 6 %. Ska det vara enligt materialtyp 5A. Då överstiger man ju 2 %. Men om man sedan går till Kategori C som innefattar materialtyp 5A så säger ju denna att man inte får överstiga en organisk halt på 2 %.

- *Ja man ser ju egentligen på alla. Det hänger inte riktigt ihop på Kategori C, det hänger ihop sådär lite överallt ser jag.*

Vad anser du skulle kunna vara ett förtydligande om man tittar på de här kategorierna?

- *Vad som haltar är det att när man räknar upp materialtyperna så säger man att det inte får vara mer än 2 % organisk halt. Men samtidigt säger man att det får vara mer än 2 %, 2 meter under färdig vägyta.*

Hade det varit bättre då att skriva att man inte får ha det överhuvudtaget?

- *Det är ju det man gör, men man gör både och. För man säger att fyllnadsmaterialet 5B inte får användas, det är de som haltar. Det här får jag titta på, det har jag inte tänkt på förut.*

Om man överstiger 2 vikt%. Är det rimligt att ha samma krav på garantitider.

- *Det beror på vem som bestämt det. Om det är Trafikverket eller entreprenören. Om det är Trafikverket som har bestämt det så betyder det att det är Trafikverket som har tagit ansvar för det, då spelar det ingen större roll egentligen. I och för sig så kan man göra det i den upphandlingen då att man tillåter det här med mer än 2 % organisk halt och tar en längre garantitid. Det här mer garantitider är också lite knepigt. Vi dimensionerar ju vägarna för 20 år, men det är inga garantitider som är så långa ändå.*

Ska man utgå från samma kravställning när det gäller besiktningar av cykelvägar byggda med en högre organisk halt.

- *Har beställaren tillåtit det så ska man ha samma som vanligt. Men det här området är jag inte bra på, det får ni ta med någon som är närmre produktionen.*

Har du några andra övriga tankar och synpunkter på detta?

- *Det kanske inte är en dum ide att titta på detta lite noggrannare. Vårt regelverk är ju skrivet för vägar, trafikerade med bilar. Det är ingen som har djupare*

analyserat det här med cykelvägar utifrån den här aspekten. Eller ifrågasatt det här kravet att det ska vara samma för bilvägar som för cykelvägar. Det är ingen som har tittat på det. cykelvägarna har i princip bara hängt med kravställningarna för bilvägar.