

Thesis 271

# Asfaltbeläggning på busshållplatser

## Förändring av beläggningsskador

Amani Ramadan

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





Copyright © Amani Ramadan

LTH, Institutionen för Teknik och samhälle  
CODEN: LUTVDG/(TVTT-5237)/1-82/2015  
ISSN 1653-1922

Tryckt i Sverige av Media-Tryck, Lunds universitet  
Lund 2015



Examensarbete

CODEN: LUTVDG/(TVTT-5237)/1-82/2015

Thesis / Lunds Tekniska Högskola,  
Institutionen för Teknik och samhälle,  
Trafik och väg, 271

ISSN 1653-1922

Author: Amani Ramadan

Title: Asfaltbeläggning på busshållplatser - Förändring av beläggningsskador

English title: Asphalt at bus stops - Change of damages in asphalt

Language Svenska

Year: 2015

Keywords: Beläggningsskador, asfaltbeläggning, regressionsmodell, inventering, förklaringsgrad, residualanalys

Citation: Amani Ramadan, Asfaltbeläggning på busshållplatser - Förändring av beläggningsskador. Lund, Lunds universitet, LTH, Institutionen för Teknik och samhälle. Trafik och väg 2015. Thesis. 271

#### Referat:

Resandet med busstrafik har ökat successivt i Sverige under de senaste åren. Denna ökning av busstrafik medför att fler busshållplatser behöver byggas och fler busshållplatser behöver underhållas. För att kunna planera underhåll av busshållplatser är det väsentligt att undersöka hur skador och defekter på vägbeläggningen förändras med tiden. Skador och defekter som kan uppkomma på vägbeläggningen är exempelvis spårbildning, längs- och tvärgående sprickor, krackelering, slaghål och stensläpp med mera. Denna studie har genomförts med syfte att vidareutveckla en modell som beskriver hur beläggningsskador på busshållplatser förändras under en tidsperiod. Fokus ligger på beläggningar som är gjorda av asfalt.

En okulär inventering genomfördes på totalt 61 busshållplatser i Malmö stad under våren 2015 enligt Bära eller brista av Svenska kommunförbundet och den står i grund för utvecklingen av modellen. De faktorer som undersöks i analysen är åldern på beläggningen, aktuell trafikmängd, förekomsten av rännal och brunnar på busshållplatsen, temperaturen då beläggningen lades samt förekomsten av polymermodifierat bindemedel i beläggningens slit- och bindlager. Genom att undersöka hur dessa parametrar förhåller sig till skadorna kan man optimera planering av drift- och underhållsåtgärder och det kan även underlätta valet av vägbeläggning på busshållplatser.

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

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



# Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	5
Förord	3
Sammanfattning	5
Abstract	6
1 Inledning	8
1.1 Bakgrund	8
1.2 Syfte	9
1.3 Avgränsningar	9
2 Litteraturstudie	11
2.1 Vägkonstruktion	11
2.1.1 Slitlager	11
2.1.2 Bärlager	11
2.1.4 Förstärkningslager	12
2.1.5 Skyddslager	12
2.1.6 Underbyggnad/Undergrund	12
2.2 Asfaltbeläggningar	13
2.2.3 Polymermodifierat bindemedel	13
2.3 Skador och defekter på vägar	14
2.3.1 Spårbildning	14
2.3.2 Sprickbildning	14
2.3.3 Ytliga skador och defekt	16
2.4 Okulär besiktning av vägar	17
3 Metod och genomförande	19
3.1 Inventering	19
4 Beräkningsmodell	23
4.1 Regressionsanalys	23
4.2 Residualanalys	24

4.3	Standardavvikelse	25
4.4	Förklaringsgrad	25
5	Resultat	27
5.1	Spårdjup	27
5.1.1	Regressionsanalys	27
5.1.2	Residualanalys	27
5.1.3	Standardavvikelse	28
5.1.4	Förklaringsgrad	29
5.2	Sprickor i hjulspår	29
5.2.1	Regressionsanalys	29
5.2.2	Standardavvikelse	30
5.2.3	Förklaringsgrad	30
5.3	Krackelering	30
5.3.1	Regressionsanalys	30
5.3.2	Standardavvikelse	31
5.3.3	Förklaringsgrad	31
5.4	Tvärgående sprickor	31
5.4.1	Regressionsanalys	31
5.4.2	Standardavvikelse	32
5.4.3	Förklaringsgrad	32
5.5	Fogsprickor	32
5.5.1	Regressionsanalys	32
5.5.2	Standardavvikelse	33
5.5.3	Förklaringsgrad	33
5.6	Kantsprickor	33
5.6.1	Regressionsanalys	33
5.6.2	Standardavvikelse	34
5.6.3	Förklaringsgrad	34
5.7	Ojämnheter	34
5.7.1	Regressionsanalys	34
5.7.2	Standardavvikelse	35
5.7.3	Förklaringsgrad	35
5.8	Blödning	35
5.8.1	Regressionsanalys	35



5.8.2	Standardavvikelse	36
5.8.3	Förklaringsgrad	36
5.9	Stensläpp	36
5.9.1	Regressionsanalys	36
5.9.2	Standardavvikelse	37
5.9.3	Förklaringsgrad	37
5.10	Otillräcklig ytvattenavledning	37
5.10.1	Regressionsanalys	37
5.10.2	Standardavvikelse	38
5.10.3	Förklaringsgrad	38
6	Diskussion och slutsats	41
6.1	Resultatdiskussion och slutsats	41
6.2	Metoddiskussion	42
	Rekommendationer	43
7	Referenser	45
	Bilaga 1 - Skadekarteringsprotokoll	47
	Bilaga 2 - Tabellvärden	48
	Bilaga 3 - Residualanalys	64
	Residualanalys för sprickor på hjulspår	64
	Residualanalys för krackelering	65
	Residualanalys för tvärgående sprickor	66
	Residualanalys för fogsprickor	67
	Residualanalys för kantsprickor	68
	Residualanalys för ojämnheter	69
	Residualanalys för blödning	70
	Residualanalys för stensläpp	71
	Residualanalys för otillräcklig ytvattenavledning	72







# Förord

Varje stor erfarenhet kräver hjälp och stöd från många människor för erfarenheten att vara riktigt bra. Under sex månader har jag lärt mig och upplevt en hel del som alltid kommer att bli ihågkommen. Produkten av upplevelsen är denna rapport som omfattar ett examensarbete på 30 högskolepoäng och som utförts under vårterminen 2015. Det ingår som ett avslutande moment i min civilingenjörsstudie i Lunds Tekniska Högskola.

Framgången och det slutliga resultatet av denna studie krävde en hel del vägledning och stöd från många människor. Jag vill ge ett stort tack till mina handledare Sven Agardh och Peter Lindelöf för att ha hjälpt och väglett mig under hela arbetsgången. Jag vill även rikta ett hjärtligt tack till min examinator Ebrahim Parhamifar som kommer att korrigera min undersökning och bidra med värdefulla synpunkter som ger mig möjligheten att förbättra helheten i studien.

Slutligen vill jag tacka min familj och mina vänner som har tålamodigt visat sitt stöd och ännu ett tack till alla som på ett eller annat sätt har gjort det möjligt för mig att skriva detta examensarbete.

Lund, juni 2015

Amani Ramadan



# Sammanfattning

Ökandet av den svenska kollektivtrafiken medför att fler busshållplatser behöver byggas och allt flera befintliga busshållplatser måste underhållas. Svårigheter och diskussioner som dyker upp är planeringen av drift- och underhåll på busshållplatsernas vägbeläggningar samt val av egenskaper till dessa. Orsaken till svårigheterna är att beläggningar ofta får skador och defekter såsom spårbildning, sprickor i hjulspår och slaghål som kan uppkomma av olika faktorer, vilka påverkar beläggningar olika mycket. Exempel på sådana faktorer är bland annat trafikmängden, åldern, materialkvaliteten och beläggningstemperaturen på en beläggning.

I denna studie har en regressionsmodell som beräknar hur 10 olika beläggningsskador på busshållplatser förändras under en tidsperiod tagits fram. De faktorer som valdes att undersökas och som ingår i modellen är åldern på beläggningen, aktuell trafikmängd, förekomsten av rännal och brunnar på busshållplatsen, temperaturen då beläggningen lades samt förekomsten av polymermodifierat bindemedel i beläggningens slit- och bindlager. Modellen bygger på en okulär inventering som genomfördes på totalt 61 busshållplatser i Malmö stad under våren 2015. Fokus har lagts på busshållplatser som har en beläggning av asfalt. Orsaken till varför modellen skapades är för att planeringen av befintliga beläggningars drift- och underhåll ska optimeras och även för att egenskaper för framtida beläggningar ska väljas på ett effektivt sätt.

Resultatet visar att den uppskattade regressionsmodellen som har skapats fungerar olika bra för olika skador. För att kontrollera hur bra modellen är beräknades bland annat förklaringsgraden och standardavvikelsen för varje skada. Beräkningarna gav en standardavvikelse som varierar mellan 12 procent och 55 procent samt ett relativt lågt värde på förklaringsgraden, vilket tyder på att modellen förklarar skadorna ganska dåligt. En jämförelse gjordes även mellan värdena som den uppskattade modellen gav och värdena från inventeringen för att se hur bra modellen stämmer överens med verkligheten. Det visade sig att de uppskattade värdena skilde sig relativt mycket från verkligheten. Regressionsmodellen visar även att de faktorerna som undersöktes påverkar skadornas utveckling olika mycket. Bland annat visar modellen att förekomsten av rännal och brunnar leder till mindre beläggningsskador med tiden. Dock är detta påstående begrundat enligt modellen och varierar troligtvis i verkligheten.

# Abstract

The increase of the Swedish public transport causes more bus stops to be built and more existing bus stops to be maintained. The difficulties and discussions that crops up associated with the increasing public transport is the planning of operation and maintenance of bus stop pavements surface and the choice of properties to them. The reason for the difficulties is that damages and defects, such as groove formation, longitudinal cracks and potholes, often occurs on the pavement surface. These damages occurs due to various factors, whom affect the pavement different. Example of such factors are the age, the bus traffic volume, material quality and the coating temperature.

In this study has a model that computes how 10 different damages on the pavement surface changes over a period of time been created. The factors that has been taken into account when creating the model is the age, the bus traffic volume, the presence of a valley and wells on the bus stop, the coating temperature and the presence of polymer modified binders in the wearing- and binder layer. The model is based on an inventory of 61 bus stops that was conducted in spring 2015 in Malmo. The study is focused on bus stops that is made of asphalt. The reason why the model was created is to optimize the planning of operation and maintenance and also to streamline the selection of properties of future pavement surfaces.

The results of this study show that the estimated model that has been created is various good and applies differently for each damage. The degree of explanation and the standard deviation among other things, was calculated to check how good the model is and how applicable it is to reality. The standard deviation varies between 12 percent and 50 percent and according to the calculations the degree of explanation is relatively low value, which indicates that the model explains the damages rather bad. A comparison was made between the values that the model yielded and the values of the inventory to see how well the model was consistent with reality. It turned out that the estimated values differed quite a lot from reality and the factors that were examined affects the damage development in different ways. The model also showed that the presence of a valley and wells on a bus stop leads to less damage over time. However, this statement is pondered according to the model and varies likely in reality.





# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund

Den svenska kollektivtrafiken har ökat successivt i Sverige under de senaste åren. Resandet med kollektivtrafik uppskattades till 1420 miljoner påstigningar under år 2014, vilket gav en ökning med tre procent från år 2012 (Svenskkollektivtrafik, 2015). Busstrafikens andel av kollektivtrafiken är drygt 50 procent (Sveriges bussföretag, 2015). Eftersom ökandet av busstrafik leder till att fler busshållplatser behöver byggas är en viktig förutsättning för en smidig busstrafik att busshållplatserna är väl genomförda, trygga och tilltalande. För att kunna planera underhåll av busshållplatser är det väsentligt att undersöka hur skador på vägbeläggningen förändras med tiden. Beläggningen på busshållplatser brukar vanligtvis bli mer utsatt för påfrestningar jämfört med beläggningen på resterande vägsträckor. Det beror bland annat på bussarnas vikt och längre belastningstid samt värmen som bussar släpper ut. Även den varma lufttemperaturen under sommaren har negativ inverkan på en beläggning (Trafikkontoret Göteborg, 2011). Skador som kan uppkomma på vägbeläggningen är exempelvis spårbildning, längs- och tvärgående sprickor, krackelering, slaghål och stensläpp med mera.

Ett vanligt material som används för vägbeläggningar är asfalt. Användning av asfalt på busshållplatser är väldigt enkel och smidig. Beroende på val av stenstorlek, stenmaterial och bindemedel kan man få varierande egenskaper på asfaltmassan. För busshållplatser är det vanligt att bitumenet i en beläggning förstärks genom att tillföra polymer (en kemisk förening som består av långa kedjor som är uppbyggda av mindre repeterande delar). Tillsatsmedlet kallas för polymermodifierat bitumen, PMB, och bidrar bland annat till en förbättrad beständighet men bibehåller stabiliteten i beläggningen (Vägverket, 2009). Ständigt försöker man förbättra egenskaperna för en beläggning genom att testa olika material och tillsatsmedel men eftersom användning av asfalt är så pass vanligt och dominerande ligger stort fokus på förbättring av just det materialet.

Stora resurser satsas årligen även på att förbättra tillståndet på busshållplatsernas beläggningar och kunna bidra till tryggare bussturer. Vissa faktorer ger en stor påverkan på hur skador och defekter betar sig på busshållplatsernas vägbeläggning. Exempel på sådana faktorer är bland annat trafikmängden, åldern, materialkvaliteten och beläggningstemperaturen för en beläggning. Genom att undersöka hur dessa parametrar förhåller sig till skadorna kan man bland annat förbättra planering av drift- och underhållsåtgärder och det kan även användas som ett hjälpmedel vid val av vägbeläggning på busshållplatser. Flera entreprenörer och kommuner söker efter metoder som gör det lättare för dem att förhindra skador på befintliga och planerade busshållplatser. En metod som kan vara ett bra hjälpmedel är en modell som kan beräkna fram hur eventuella skador kommer att förändras under en tidsperiod. På så sätt kan planeringen av befintliga beläggningars drift- och underhåll optimeras och dessutom kan även egenskaperna för framtida beläggningar väljas på ett effektivt sätt.

## 1.2 Syfte

Syftet med examensarbetet var att vidareutveckla en modell som beskriver hur beläggningsskador på busshållplatser förändras under en tidsperiod. Den ursprungliga modellen finns beskrivet i examensarbetet "Cementstabiliserad asfalt på busshållplatser" av Wissam Bader och Noorullah Shirzad. Den ursprungliga modellen bygger på en okulär inventering som genomfördes på diverse busshållplatser med en beläggning av cementstabiliserad asfalt i Malmö. De faktorer som togs hänsyn till i den ursprungliga studien var; ålder, trafikbelastning och förekomsten av rännal i modellen. En annan viktig skillnad mellan denna studie och den tidigare är att det tidigare arbetet gällde cementstabiliserade beläggningar och i denna studie är det asfaltbeläggningar som har undersökts. I detta examensarbete har det tagits hänsyn till sju faktorer och huvudfrågan är; Hur förändras beläggningsskador under en tidsperiod med hänsyn till följande parametrar:

- Åldern på beläggningen
- Trafikmängden på beläggningen
- Förekomsten av rännal och brunnar på busshållplatsen
- Temperaturen då beläggningen lades.
- Förekomsten av polymermodifierat bindemedel i beläggningens slit- och bindlager

## 1.3 Avgränsningar

Studien omfattade busshållplatser som har en beläggning av asfalt. Modellen bygger endast på en okulär inventering av befintliga busshållplatser i Malmö Stad och inventeringen genomfördes enligt "Bära eller brista" av Svenska Kommunförbundet, 2003. Fokus har lagts på busshållplatser som utformades tidigast år 2009 eftersom information om tidigare beläggningar inte fanns tillgänglig. Vid framtagning av modellen togs det endast hänsyn till ovannämnda parametrar men andra faktorer, som exempelvis materialkvalitet och genomförandet av beläggningen, finns inte med i beräkningarna. Det beror på att sådan information om busshållplatserna inte har varit tillgänglig och har därför inte kunnat tas med i modellen.



## 2 Litteraturstudie

### 2.1 Vägkonstruktion

En vägkonstruktion består av ett antal materiallager som har olika funktioner. Tillsammans har de till uppgift att säkerställa en säker, bärig och beständig väg under dess livslängd. Belastningen från trafiken ska tas upp och fördelas nedåt på sådant sätt att deformationer och skador inte uppkommer i underliggande lager. Den typiska lagerföljden för en vägöverbyggnad framgår i Figur 2.1 nedan. Vägbyggnader brukar delas in i flexibla, styva och halvstyva konstruktioner. I flexibla konstruktioner är de bundna lagren bitumenbundna, de styva består av betong och de halvstyva är en kombination av cementbundna och bitumenbundna lager (Granhage, 2009).

Slitlager
Bundet bärlager
Obundet bärlager
Förstärkningslager
Skyddslager
Underbyggnad/Undergrund

Figur 2.1 Vägkroppens principiella uppbyggnad.

#### 2.1.1 Slitlager

Slitlagrets främsta syfte är att skydda underliggande lager från slitage och ge vägen en jämn och säker yta. Ett typiskt slitlager på stadsmiljö kan utgöras av standardmassa som bland annat *tät asfaltbetong* (ABT) och *stenrik asfaltbetong* (ABS) eller förstärkta varianter (Trafikverket, 2002).

#### 2.1.2 Bärlager

Bärlager har till uppgift att fördela belastningen från trafiken till underliggande lager för att undvika stora påkänningar på förstärkningslager och underbyggnad. Det utgör fundamentet för belägningen och ska säkerställa att deformationer inte uppstår. Lagret kan vara både

obundet och bundet, beroende på lasten som vägen är dimensionerad för. Ett bundet bärlager ökar en vägkonstruktions styvhet och deformationsresistens (Granhage, 2009).

#### **2.1.4 Förstärkningslager**

Förstärkningslagrets uppgift är att ta upp de spänningar som förs ned från bärlagret och sprida ned dessa vidare till underliggande lager. Det är viktigt att bygga upp förstärkningslagret av ett så pass grovt material att det ska vara dränerande och inte vara känsligt mot frost (Granhage, 2009).

#### **2.1.5 Skyddslager**

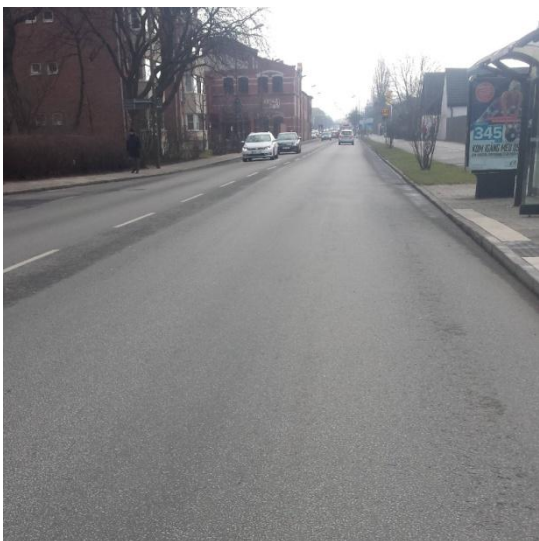
Skyddslager används för att skydda förstärkningslagret och förhindra terrassmaterial från att trängas upp och ta sig in i överbyggnaden. Lagret ska även säkerställa att överbygganden får en tillräckligt stor tjocklek att risken för tjälproblem inte uppkommer (Granhage, 2009).

#### **2.1.6 Underbyggnad/Undergrund**

Underbyggnad/undergrund är den konstruktion som ligger under terrassen och avgör hur stor tjockleken på ovanliggande förstärkningslager, slitlager och obundet bärlaget ska vara. Vid skärning kallas lagret för undergrund och vid bankfyllning kallas det för underbyggnad (Granhage, 2009).

## 2.2 Asfaltbeläggningar

Asfalt består av krossat stenmaterial och bindemedlet bitumen som värms upp och blandas till en asfaltmassa (Asfaltboken, 2002). Beroende på val av stenstorlek, stenmaterial och bindemedel kan man få varierande egenskaper på asfaltmassan. Således förekommer asfaltbeläggningar i många varianter, anpassade till olika förutsättningar. Fördelarna med asfaltbeläggningar är att de är mycket flexibla och kostnadseffektiva. Dessutom är det enkelt att arbeta med materialet. Asfalt är det mest dominerande vägbeläggningsmaterialet i världen (Asfaltskolan, 2011). Vanligaste typ av asfaltbeläggningar är bland annat Stenrik Asfaltbetong (ABS), Tät Asfaltbetong (ABT), Asfaltbundet bindlager (ABb) och Asfaltgrus (AG) (NCC, 2014).



Figur 1.2 Asfaltbeläggning på en busshållplats i Malmö.

### 2.2.3 Polymermodifierat bindemedel

Polymermodifierat bitumen, även förkortat PMB, framställs genom att tillföra polymer (kemiska föreningar som är uppbyggda av långa kedjor som består av mindre repeterande delar) i bitumen. Tillsatsmedlet används i asfalt för att förbättra beständigheten, flexibiliteten och utmattningshållfastheten men bibehålla stabiliteten i beläggningen (Vägverket, 2009). Därutöver blir beläggningen mindre temperaturkänslig än en konventionell asfaltbeläggning, vilket passar bra i Sveriges klimat då temperaturskillnaderna kan vara stora. Bitumenet i asfalten blir även mer elastiskt. PMB används främst på hårt trafikerade vägar, på flygplatser och i hamnar samt på utsatta ytor som exempelvis busshållplatser och parkeringshus (Nynas, 2009).

## 2.3 Skador och defekter på vägar

Nedan redogörs kortfattat olika skador och defekter som kan förekomma på en beläggning samt orsaken till deras uppkomst.

### 2.3.1 Spårbildning

Spårbildning definieras som tvärgående ojämnheter på vägar och orsakas av upprepad belastning av tunga fordon. I vägkonstruktioner med relativt tunna asfaltlager förekommer det vanligtvis deformationer i de obundna lagren eller i undergrunden på grund av att påkänningarna på dessa lager blir förhållandevis stora. Påkänningar på de obundna materialen minskar avsevärt i konstruktioner med tjockare asfaltlager (Svenska Kommunförbundet, 2003).

Orsaken till spårbildning kan bero på ett par olika faktorer, bland annat avnötning på grund av dubbdäckstrafik, plastisk deformation och bärighetsberoende deformationer. Spårbildningen som har orsakats av avnötning på grund av dubbdäckstrafik har vanligtvis ett centrumavstånd på ca 150 cm mellan spåren. Avståndet motsvarar en personbils spårvidd. Vid bärighetsberoende deformationer och plastiska deformationer är centrumavståndet mellan spåren ca 190 cm, vilket motsvarar ett tungt fordon's spårvidd (Svenska Kommunförbundet, 2003).



Figur 2.3 Spårbildning på busshållplats Möllevångstorget A, Malmö.

### 2.3.2 Sprickbildning

#### *Sprickbildning i hjulspår*

Sprickbildning i hjulspår uppkommer då tungtrafik genererar påkänningar i form av horisontella dragtöjningar i beläggningens underkant. Med tiden bildar dragtöjningarna sprickor som tar sig upp till beläggningens yta och uppträder i form av längsgående sprickor i hjulspåren. Den tunga trafiken kan även orsaka dragspänningar i beläggningens yta som ger upphov till längsgående sprickor i kanten av spåret eller små tvärsprickor i spåret (Svenska Kommunförbundet, 2003). En möjlig orsak till sprickbildning i hjulspår kan vara att vägkonstruktionens dimensionerande livslängd har



löpts ut men det kan även bero på att trafikbelastningen har varit större än beräknat (Svenska Kommunförbundet, 2003).



Figur 2.4 Sprickor på hjulspår på busshållplats Professorgatan B, Malmö.

### ***Tvärgående sprickor***

Tvärgående sprickor på vägar definieras som sprickor som sträcker sig över hela vägens bredd. Sådana sprickor orsakas inte av en belastningstyp utan är ofta en följd av termiskt betingade krympspänningar i vägkonstruktionen. Det kan också bero på lokala ändringar i bärighet till exempel vid trummor eller ledningar. Dock kan den tunga trafiken förvärra sprickorna (Svenska Kommunförbundet, 2003).

### ***Fogsprickor***

Fogsprickor kan förekomma mellan två beläggningsdrag som har dålig skarvning eller överlappning. Fogsprickorna uppträder som längsgående sprickor i skarven mellan beläggningsdragen och är vanligtvis belägen mitt i vägbanan eller i skarven mellan körfält och vägren. Främsta orsaken till uppkomst av fogsprickor är dålig packning av vägöverbyggnad (Svenska Kommunförbundet, 2003).

### ***Krackelering***

Krackelering omfattar en serie sammanbundna sprickor. Sprickorna uppträder först som en eller flera längs- och tvärgående sprickor som sammanlänkas efter ytterligare påkänningar från trafiken. Dessa sprickor bildar tillsammans ett mönster som liknar ett krokodilskinn med flersidiga och distinkta bitar (Svenska Kommunförbundet, 2003).

En anledning till varför det kan uppstå krackelering på beläggningslagren är bland annat att vägkonstruktionen har ett vatten- och tjälkänsligt material nära beläggningslagren. Det kan även bero på att beläggningslagren är för styva för att tåla de rörelser som de obundna lagren ger (Svenska Kommunförbundet, 2003).



**Figur 2.5** Krackelering på busshållplats Professorsgatan A, Malmö.

### ***Kantsprickor***

Kantsprickor definieras som längsgående sprickor som befinner sig 0,2 och 0,5 meter från beläggningens kanten. Uppkomsten av kantsprickor beror på många faktorer, bland annat otillräckligt sidostöd och dålig vattenavrinning vid kanterna av beläggningen (Svenska Kommunförbundet, 2003)

## **2.3.3 Ytliga skador och defekt**

### ***Ojämnheter***

Ojämnheter på vägbanan innebär ojämnheter i vägens längd- eller tvärriktning, dock inte regelbundna ojämnheter som spår vilket istället tillhör skador enligt avsnittet ”2.3.1 Spårbildning” (Svenska Kommunförbundet, 2003).

Sättningar och ojämna tjällyftningar är främsta orsaken till ojämnheter på vägbanan. Sättningarna kan uppstå i samband med besvärliga grundförhållanden och förändringar i grundvattennivån. När det gäller ojämna tjällyftningar är det oftast på lågtrafikerade vägar som problemet kan uppstå (Svenska Kommunförbundet, 2003).

### ***Blödande beläggning***

Blödande beläggning innebär att vägytan blir mycket slät och hal i samband med regn. Blödningar kan uppträda överallt i vägytan på asfaltbeläggningar eftersom företeelsen sker i samband med läggning av asfaltmassan (Svenska Kommunförbundet, 2003).

Anledningen till varför det uppstår blödningar på en ytbehandling beror främst på att halten bindemedel är för hög i förhållande till trafikmängden och ythårheten för underliggande lager. När det gäller blödningar på asfaltbeläggningar beror det mestadels på att finmaterial och bindemedel separeras från det grövre stenmaterialet (Svenska Kommunförbundet, 2003).

## **Stensläpp**

Stensläpp innebär att ytbehandlingsstenarna nöts ut och medför, i värre fall, att stenar släpper på större sammanhängande ytor på vägytan. Brist på bindemedel, dålig överlappning vid skarv och otillräcklig vidhäftning är exempel på möjliga orsaker som kan leda till stensläpp (Svenska Kommunförbundet, 2003).

## **Otillräcklig ytvattenavledning**

Vid otillräcklig ytvattenavledning blir vatten stående längre tid på vägytan och utgör en fara för trafiken. Dessutom finns det risk att vattnet tränger sig ner genom beläggningen till de obundna lagren. För att undvika defekten bör vägar ha ett bra tvärfall och en jämn beläggningssyta (Svenska Kommunförbundet, 2003).



Figur 2.7 Otillräcklig ytvattenavledning på busshållplats Kronetorpsgatan B, Malmö.

## **2.4 Okulär besiktning av vägar**

Okulär inventering är en metod som används för att bedöma tillståndet av en vägs yta. Bedömningen kan utgöra ett underlag för val av underhållsåtgärder samt som ett hjälpmedel för bedömning av orsaken till eventuella skador. Vid inventeringen tas det hänsyn till följande faktorer:

- Identifiering av skador och defekter
- Bedömning av skadans/defektens svårighetsgrad
- Bedömning av skadans/defektens omfattning

Alla bedömningar och iakttagelser ska noteras i ett protokoll, se bilaga 1, och kan kompletteras med foton av vägsnittet (Svenska Kommunförbundet, 2003).



## 3 Metod och genomförande

### 3.1 Inventering

En inventering av ett urval befintliga busshållplatser i Malmö stad har genomförts under våren 2015, den 21 februari till 5 mars. Totalt inventerades 61 busshållplatser. Fokus har lagts på busshållplatser som har en vägbeläggning av asfalt och som utformades tidigast år 2009. Materialuppbyggnaden på vägkonstruktionen varierar en aning mellan busshållplatserna. Av totalt 61 busshållplatser har 55 st ett bindlager som är förstärkt med PMB medan resterande är utan bindlager. När det gäller slitlagern har 29 busshållplatser ett slitlager som är förstärkt med PMB, 13 st är standard ABS samt 19 slitlager med fiberförstärkning. Det innebär att majoriteten av bindlagern är förstärkta med PMB och slitlagern varierar från standard ABS till förstärkta varianter med PMB eller fiber. I bilaga 2 finns de utvalda busshållplatser listade. Dessa valdes ut med hjälp av handledaren från Gatukontoret i Malmö stad. Nedan, i tabell 3.1, redovisas de olika varianter på beläggningarna som inventerades.

Tabell 3.1 De olika varianterna på beläggningar som inventeras.

	Variant 1	Variant 2	Variant 3	Variant 4
Beläggningstyp (Slitlager)	PMB förstärkt	ABS	ABS	Fiberförstärkning
Beläggningstyp (Bindlager)	PMB förstärkt	Bindlager saknas	PMB förstärkt	PMB förstärkt

Inventeringen har utförts enligt Svenska kommunförbundets riktlinjer beskrivna i Bära eller brista. Skadekarteringsprotokollet som har använts kan ses i bilaga 1. För varje busshållplats har ett sådant protokoll fyllts i där eventuella skador och defekter har noterats och fotograferats samt bedömts med avseende på svårighetsgrad och utbredning. Svårighetsgraden på skadan/defekten bedömdes med en skala från 0 till 3, där 0 är ingen skada/defekt, 1 representerar en lindrig, 2 är en medelmåttig skada/defekt och 3 utgör en svår skada/defekt. Vid bedömning av utbredningen av skadan/defekten delades graderingen i fyra kategorier; ingen, lokal, måttlig och generell. Nedan beskrivs hur varje typ av skada/defekt värderades.

#### Spårbildning

##### Svårighetsgrad:

1. Spårdjup mindre än 10 mm.
2. Spårdjup mellan 10 och 20 mm.
3. Spårdjup större än 20 mm.

##### Utbredning:

- Lokal: Mindre än 20 % av vägsnittets längd.  
Måttlig: Mellan 20-50 % av vägsnittets längd.  
Generell: Mer än 50 % av vägsnittets längd.

## Sprickbildning

- Sprickbildning i hjulspår

### Svårighetsgrad:

1. Enskilda minimala sprickor.
2. Fortsatt utveckling av ovan beskrivna sprickor.
3. Sprickor har utvidgats avsevärt och material lossnar från sprickkanten.

### Utbredning:

- Lokal: Mindre än 20 % av vägsnittets längd.  
Måttlig: Mellan 20-50 % av vägsnittets längd.  
Generell: Mer än 50 % av vägsnittets längd.

- Krackelering

### Svårighetsgrad:

1. Enskilda minimala sprickor.
2. Fortsatt utveckling av ovan beskrivna sprickor till ett sammanhängande mönster.
3. Sprickor har utvidgats avsevärt och material lossnar från sprickkanten.

### Utbredning:

- Lokal: Mindre än 20 % av vägsnittets längd.  
Måttlig: Mellan 20-50 % av vägsnittets längd.  
Generell: Mer än 50 % av vägsnittets längd.

- Tvärgående sprickor

### Svårighetsgrad:

1. Sprickorna är mindre än 5 mm breda.
2. Sprickorna är mellan 5 mm och 10 mm breda.
3. Sprickorna är mer än 10 mm breda.

### Utbredning:

- Lokal: Högst en spricka per 100 m väg.  
Måttlig: 2-3 sprickor per 100 m väg.  
Generell: Fler än 3 sprickor per 100 m väg.

- Fogsprickor

### Svårighetsgrad:

1. Sprickorna är mindre än 5 mm breda.
2. Sprickor är mellan 5 mm och 10 mm breda.
3. Sprickorna är mer än 10 mm breda.

### Utbredning:

- Lokal: Mindre än 20 % av vägsnittets längd.  
Måttlig: Mellan 20-50 % av vägsnittets längd.  
Generell: Mer än 50 % av vägsnittets längd.

- Kantsprickor

### Svårighetsgrad:

1. Sprickorna är mindre än 5 mm breda.
2. Sprickor är mellan 5 mm och 10 mm breda.
3. Sprickorna är mer än 10 mm breda.

### Utbredning:

- Lokal: Mindre än 20 % av vägsnittets längd.  
Måttlig: Mellan 20-50 % av vägsnittets längd.  
Generell: Mer än 50 % av vägsnittets längd.

## Ytliga skador och defekter

- Ojämnheter

### Svårighetsgrad:

1. Ojämnheter påverkar körkomforten lite.
2. Ojämnheter påverkar körkomforten en del.
3. Ojämnheter bedöms påverka körkomforten mycket negativt.

### Utbredning:

- Lokal: Mindre än 20 % av vägsnittets längd.  
Måttlig: Mellan 20-50 % av vägsnittets längd.  
Generell: Mer än 50 % av vägsnittets längd.

- Blödande beläggning

### Svårighetsgrad:

1. Beläggnings ytskrovlighet är endast lite försämrad.
2. Beläggnings ytskrovlighet är klart försämrad.
3. Beläggningsytan är helt blank, inga stentoppar sticker ut.

### Utbredning:

- Lokal: Mindre än 20 % av vägsnittets längd.  
Måttlig: Mellan 20-50 % av vägsnittets längd.  
Generell: Mer än 50 % av vägsnittets längd.

- Stensläpp

### Svårighetsgrad:

1. Enstaka stenar har släppt från beläggningen.
2. En tydlig urglesning av stenar.
3. Större sammanhängande släta ytor har uppstått på grund av urglesning av stenar.

### Utbredning:

- Lokal: Mindre än 20 % av vägsnittets längd.  
Måttlig: Mellan 20-50 % av vägsnittets längd.  
Generell: Mer än 50 % av vägsnittets längd.

- Slaghål

### Svårighetsgrad:

1. Mindre än 10 cm i diameter.
2. Mellan 10 och 20 cm i diameter.
3. Mer än 20 cm i diameter.

### Utbredning:

- Lokal: Ett slaghål per 100 m väg.  
Måttlig: Högst tre slaghål per 100 m väg.  
Generell: Fler än tre slaghål per 100 m väg.

- Otillräcklig ytvattenavledning

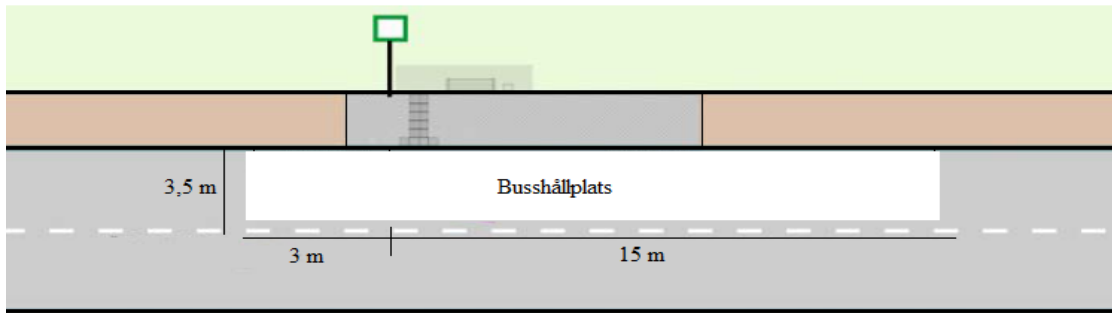
### Svårighetsgrad:

1. Vattensamlingar med vattendjup < 5 mm.
2. Vattensamlingar med vattendjup mellan 5 och 10 mm.
3. Vattensamlingar med vattendjup > 10 mm.

### Utbredning:

- Lokal: Mindre än 20 % av vägsnittets längd.  
Måttlig: Mellan 20-50 % av vägsnittets längd.  
Generell: Mer än 50 % av vägsnittets längd.

Under inventeringen har busshållplatsernas område begränsats till 15 m bakom respektive 3 m framför hållplatsstolpen samt 3,5 m i vägbredden, se figur 5. Valet av dessa mått togs i samråd med handledare från Gatukontoret. Motiveringen till valet av måtten grundades på att storleken på en standardbuss i Malmö stad håller sig inom ramarna för området som har valt att inventeras. För varje busshållplats som inventerats har även förekomsten av rännal och brunnar noterats, då dessa två faktorer antas påverka skadebildningen och också undersöks i denna studie.



**Figur 3.1** Mått på vägområde som har inventerats.

Datum då busshållplatserna utfördes togs fram från Gatukontorets arkiv (tidplaneringar osv) och på så sätt kunde medelmånadstemperaturen vid genomförandet erhållas. Klimatdata hämtades från SMHI:s väderstationer.

Med hjälp av Gatukontorets databas på datorprogrammet MapInfo kunde information om vägbeläggningarnas ålder samt vägkonstruktionens uppbyggnad inhämtas. Åldern antecknades och alla busshållplatser som har ett bindlager som är förstärkt med PMB noterades.

Information gällande trafikbelastningen för berörda busshållplatser inhämtades från Skånetrafiken. Trafikdata innefattade trafikbelastningen på busshållplatserna per vardagsdygn, det vill säga antal planerade avgångar per vardag som finns i tidtabellen under våren 2015.



# 4 Beräkningsmodell

## 4.1 Regressionsanalys

Metodikerna som har använts för att undersöka hur vägbeläggningar påverkas av parametrarna; trafikmängden, ålder på beläggningen, förekomsten av rännal, brunn och polymermodifierat bindemedel i asfaltbeläggningen samt temperaturen då beläggningen lades är en regressionsanalys. En regressionsanalys är en statistisk metod som beskriver sambandet mellan en beroende variabel,  $y$ , och en eller flera oberoende  $x$ -variabler. Det görs genom att ett funktionssamband, av typen  $y=f(x)$ , skapas och anpassas till eventuell data (Andersson, 1994).

För att skapa en regressionsmodell definieras alla ingående parametrar och ställs upp enligt:

$$I_i = C'_1 \cdot A_i + C'_2 \cdot B_i + C'_3 \cdot D_i + C'_4 \cdot E_i + C'_5 \cdot F_i + C'_6 \cdot G_i + C'_7 \cdot H_i + C'_8 \quad [\text{Ekv. 1}]$$

där:

$I_i$  = verklig skada per år [skadegrad]

$A_i$  = ålder på beläggning [år]

$B_i$  = busstrafikering [busstur/dag]

$D_i$  = förekomst av brunn [styck]

$E_i$  = förekomst av rännal

$F_i$  = temperatur [C]

$G_i$  = förekomst av polymermodifierat bindemedel i slitlager

$H_i$  = förekomst av polymermodifierat bindemedel i bindlager

$C'_1, C'_2, C'_3, C'_4, C'_5, C'_6, C'_7$  och  $C'_8$  är konstanter

Regressionsanalysen är baserad på den information som har erhållits från inventeringen samt data som har hämtats från Gatukontorets arkiv. Skadorna som inventerades har viktats, enligt Trafikverkets tekniska krav (TRVK Väg, 2011), för att få fram skadegraden på eventuell beläggning. Viktningen av skadorna utfördes med hjälp av tabell 4.1.

Tabell 4.1 En beläggnings skadegrad.

	Svårighetsgrad		
Utbredning	1	2	3
Lokal	1	2	3
Måttlig	2	4	5
Generell	3	5	6

När alla ingående parametrar var kända ställdes regressionsmodellen mot varje skada som inventerades. På så sätt kunde de okända konstanterna lösas ut ur ekvationen.

Med hjälp av den uppskattade modellen ska man kunna förutspå ungefär hur skadan kommer att utvecklas under en tidsperiod. Det som måste vara tillgängligt för en busshållplats är; åldern, aktuella trafikbelastningen, förekomsten av rännedal och brunnar på busshållplatsen, temperatur då beläggningen lades samt förekomsten av PMB i slit- och bindlager.

Den uppskattade modellen:

$$I_i = C_1 \cdot A_i + C_2 \cdot B_i + C_3 \cdot D_i + C_4 \cdot E_i + C_5 \cdot F_i + C_6 \cdot G_i + C_7 \cdot H_i + C_8 \quad [\text{Ekv. 2}]$$

där:

$I_i$  = uppskattad skada [skadegrad]

$A_i$  = ålder på beläggning [år]

$B_i$  = busstrafikering [busstur/dag]

$D_i$  = förekomst av brunn [styck]

$E_i$  = förekomst av rännedal

$F_i$  = temperatur [C]

$G_i$  = förekomst av polymermodifierat bindemedel i slitlager

$H_i$  = förekomst av polymermodifierat bindemedel i bindlager

$C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7$  och  $C_8$  är uppskattade konstanter

## 4.2 Residualanalys

En residualanalys utförs på regressionsmodellen för att undersöka om det finns busshållplatser som har en avvikelse från resterande busshållplatser samt om det finns ett systematiskt fel i modellen. Residualer för de 61 busshållplatser beräknas genom att jämföra den beräknade skadan, som fås av regressionsmodellen, och den verkliga skadan från inventeringen enligt ekvation 2 nedan.

$$r_i = I'_i - I_i \quad [\text{Ekv. 3}]$$

där:

$r_i$  = residualen

$I'_i$  = verklig skada

$I_i$  = uppskattad skada

## 4.3 Standardavvikelse

Standardavvikelse är ett mått på hur mycket de olika värdena i en modell avviker från medelvärdet. Ju större standardavvikelsen är, desto större är spridningen bland värdena i modellen (Matteboken, 2014). Genom att beräkna standardavvikelsen för varje skada på de 61 busshållplatser kan felet i den uppskattade modellen uppskattas samt ta reda på vilka busshållplatser som avviker mest i den uppskattade modellen. Standardavvikelsen beräknas enligt ekvationen nedan:

$$\sigma = \sqrt{1/(n - 1)\sum(I'_i - I^*)^2} \quad [\text{Ekv. 4}]$$

där

$\sigma$  = standardavvikelse

$I^*$  = medelvärdet av skadorna

$I'_i$  = uppskattad skada

$n$  = antal busshållplatser

De beräknade standardavvikelserna delas in i tre följande fall:

Fall 1:

Busshållplatser som har residualer mindre än  $2 \cdot \sigma$  tas med i modellen eftersom de har ganska låg avvikelse.

Fall 2:

Busshållplatser som har residualer mellan  $2 \cdot \sigma$  och  $3 \cdot \sigma$  tas med i modellen samt undersöks noggrannare för att ta reda på orsaken till den stora avvikelsen.

Fall 3:

Busshållplatser som har residualer högre än  $3 \cdot \sigma$  tas inte med i modellen eftersom avvikelsen från resterande busshållplatser är för stor och de anses inte vara representativa.

## 4.4 Förklaringsgrad

Förklaringsgrad, även kallad determinationskoefficient, är ett mått på hur väl en uppskattad modell stämmer överens med verkligheten. Ju högre värde på förklaringsgraden, desto bättre speglar den uppskattade modellen verkligheten. Det beräknas genom att dividera kvadratsummorna för regressionsmodellen med den totala kvadratsumman. I denna studie används förklaringsgraden för att beskriva hur väl den uppskattade modellen stämmer överens med verkligheten.



# 5 Resultat

## 5.1 Spårdjup

### 5.1.1 Regressionsanalys

Värdena på de uppskattade koefficienterna  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $C_6$ ,  $C_7$  och  $C_8$  samt vilken parameter som hör ihop med respektive koefficient redovisas i tabell 5.1 nedan. De uppskattade koefficienterna används i ekvation 2 som visar den uppskattade modellen. Regressionsmodellen för spårdjup kommer således innefatta alla ingående parametrar och deras sammanhängande koefficienter samt en konstant,  $C_8$ .

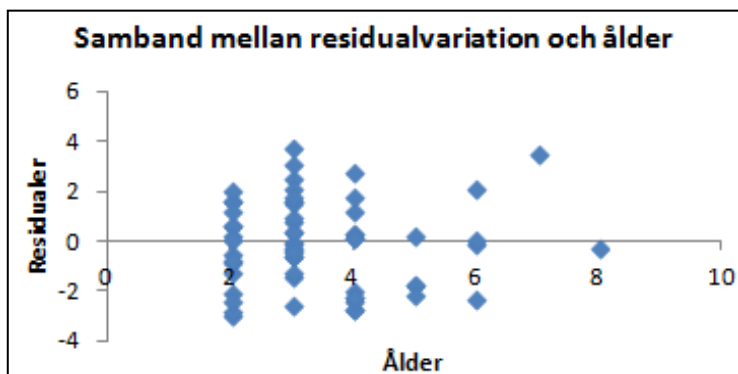
Tabell 5.1 Värden på de uppskattade koefficienterna för spårbildning.

Parameter	Koefficient	Värde
Ålder	$C_1$	-0,2015
Busstrafikering	$C_2$	0,0024
Förekomst av brunn	$C_3$	-0,4437
Förekomst av rännadal	$C_4$	-0,1443
Temperatur	$C_5$	-0,0793
Förekomst av PMB (slitlager)	$C_6$	-0,0186
Förekomst av PMB (bindlager)	$C_7$	-0,6526
Konstant	$C_8$	4,6235

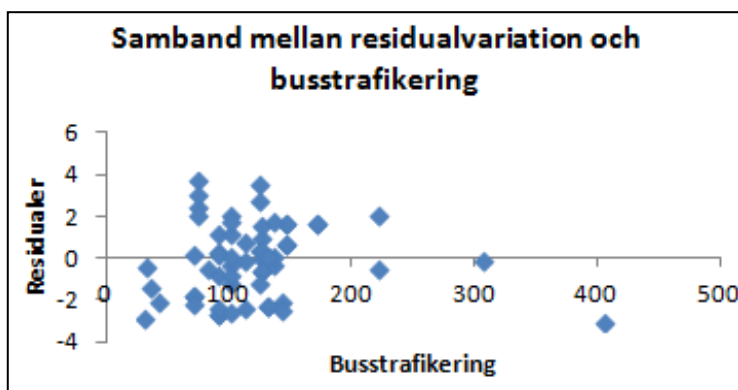
### 5.1.2 Residualanalys

Figur 5.1-5.3 redovisar residualvariationen med hänsyn till ålder, busstrafikering och temperatur för busshållplatserna och överlag varierar residualerna för den uppskattade modellen mellan 0,0221 och 3,7410. Det uppstår inget tydligt mönster i residualerna och det finns inget samband mellan residualerna och ålder/busstrafikering/temperatur vilket innebär att modellen som har skapats för spårdjup inte har ett systematiskt fel.

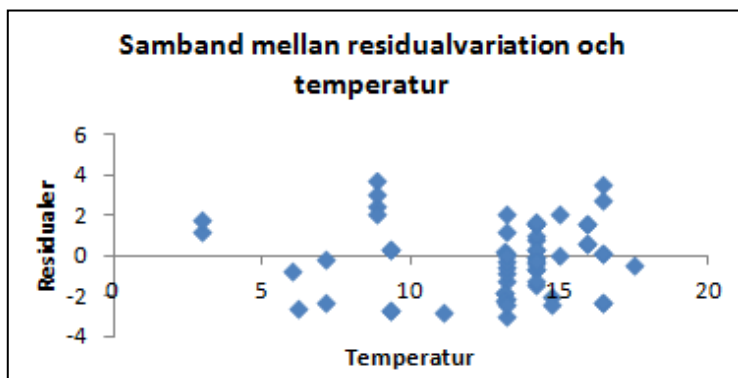
Eftersom residualanalys för de resterande beläggningsskadorna har liknande resultat som för spårdjupet redovisas de inte i styckeindelningen för varje skada. Diagrammen finns i bilaga 3.



Figur 5.1 Samband mellan residualvariation och ålder för spårdjup.



Figur 5.2 Samband mellan residualvariation och busstrafikering för spårdjup.



Figur 5.3 Samband mellan residualvariation och temperatur för spårdjup.

### 5.1.3 Standardavvikelse

Standardavvikelsen för den uppskattade modellen är  $\sigma = 0,4152$ . Tabell 5.2 illustrerar antalet busshållplatser som ligger inom tre intervaller; Fall 1 är busshållplatser som har residualer mindre än  $2 \cdot \sigma$ , fall 2 är busshållplatser med residualvärde som ligger mellan  $3 \cdot \sigma$  och  $2 \cdot \sigma$  och fall 3 är då residualvärdet är större än  $3 \cdot \sigma$ . Busshållplatser som hamnade i fall 3 sorterades inte bort från analysen eftersom antalet blev stort och de resterande busshållplatser i fall 1 och 2 bedömdes vara för få för att analyseras med en statistisk metod.

**Tabell 5.2 Antal busshållplatser som ligger inom respektive intervall.**

Intervall	Antal busshållplatser inom intervallen [st]	Antal busshållplatser inom intervallen [%]
$<\sigma$	15	24,9
$3\cdot\sigma < n < 2\cdot\sigma$	15	24,9
$>3\cdot\sigma$	31	50,2

#### 5.1.4 Förklaringsgrad

Förklaringsgraden för den uppskattade modellen för att beräkna hur spårbildning på en beläggning kommer att utvecklas under en tidsperiod är 0,0545.

## 5.2 Sprickor i hjulspår

#### 5.2.1 Regressionsanalys

Värdena på de uppskattade koefficienterna  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $C_6$ ,  $C_7$  och  $C_8$  redovisas i tabell 5.3 nedan.

**Tabell 5.3 Värden på de uppskattade koefficienterna för sprickor i hjulspår.**

Parameter	Koefficient	Värde
Ålder	$C_1$	0,3011
Busstrafikering	$C_2$	0,0012
Förekomst av brunn	$C_3$	-0,0362
Förekomst av rännedal	$C_4$	-0,2395
Temperatur	$C_5$	-0,0901
Förekomst av PMB (slitlager)	$C_6$	-0,0703
Förekomst av PMB (bindlager)	$C_7$	-0,1913
Konstant	$C_8$	0,6192

## 5.2.2 Standardavvikelse

Standardavvikelsen för den uppskattade modellen är  $\sigma = 0,5177$ .

Tabell 5.4 Antal busshållplatser som ligger inom respektive intervall.

Intervall	Antal busshållplatser inom intervallen [st]	Antal busshållplatser inom intervallen [%]
$<\sigma$	22	36,1
$3\cdot\sigma < n < 2\cdot\sigma$	11	18
$>3\cdot\sigma$	28	45,9

## 5.2.3 Förklaringsgrad

Förklaringsgraden för den uppskattade modellen för att beräkna hur sprickor på hjulspår på en beläggning kommer att utvecklas under en tidsperiod är 0,3048.

# 5.3 Krackelering

## 5.3.1 Regressionsanalys

Värdena på de uppskattade koefficienterna  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $C_6$ ,  $C_7$  och  $C_8$  redovisas i tabell 5.5.

Tabell 5.5 Värden på de uppskattade koefficienterna för krackelering.

Parameter	Koefficient	Värde
Ålder	$C_1$	0,2063
Busstrafikering	$C_2$	0,0008
Förekomst av brunn	$C_3$	-0,0266
Förekomst av rännedal	$C_4$	-0,0759
Temperatur	$C_5$	-0,0191
Förekomst av PMB (slitlager)	$C_6$	-0,1567
Förekomst av PMB (bindlager)	$C_7$	-0,2762
Konstant	$C_8$	-0,0325



### 5.3.2 Standardavvikelse

Standardavvikelsen för den uppskattade modellen är  $\sigma = 0,3116$ .

Tabell 5.6 Antal busshållplatser som ligger inom respektive intervall.

Intervall	Antal busshållplatser inom intervallen [st]	Antal busshållplatser inom intervallen [%]
$<\sigma$	22	36,1
$3\cdot\sigma < n < 2\cdot\sigma$	11	18
$>3\cdot\sigma$	28	45,9

### 5.3.3 Förklaringsgrad

Förklaringsgraden för den uppskattade modellen för att beräkna hur krackelering på en beläggning kommer att utvecklas under en tidsperiod är 0,2880.

## 5.4 Tvärgående sprickor

### 5.4.1 Regressionsanalys

Värdena på de uppskattade koefficienterna  $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_7$  och  $C_8$  redovisas i tabell 5.7 nedan.

Tabell 5.7 Värden på de uppskattade koefficienterna för tvärgående sprickor.

Parameter	Koefficient	Värde
Ålder	$C_1$	0,1100
Busstrafikering	$C_2$	0,0004
Förekomst av brunn	$C_3$	-0,1326
Förekomst av rännedal	$C_4$	-0,0194
Temperatur	$C_5$	0,0115
Förekomst av PMB (slitlager)	$C_6$	-0,1677
Förekomst av PMB (bindlager)	$C_7$	0,2137
Konstant	$C_8$	-0,5047

## 5.4.2 Standardavvikelse

Standardavvikelsen för den uppskattade modellen är  $\sigma = 0,1946$ .

Tabell 5.8 Antal busshållplatser som ligger inom respektive intervall.

Intervall	Antal busshållplatser inom intervallen [st]	Antal busshållplatser inom intervallen [%]
$<\sigma$	26	42,6
$3\cdot\sigma < n < 2\cdot\sigma$	7	11,5
$>3\cdot\sigma$	28	45,9

## 5.4.3 Förklaringsgrad

Förklaringsgraden för den uppskattade modellen för att beräkna hur tvärgående sprickor på en beläggning kommer att utvecklas under en tidsperiod är 0,1116.

# 5.5 Fogsprickor

## 5.5.1 Regressionsanalys

Värdena på de uppskattade koefficienterna  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $C_6$ ,  $C_7$  och  $C_8$  redovisas i tabell 5.9.

Tabell 5.9 Värden på de uppskattade koefficienterna för fogsprickor.

Parameter	Koefficient	Värde
Ålder	$C_1$	0,0756
Busstrafikering	$C_2$	-0,0009
Förekomst av brunn	$C_3$	0,0035
Förekomst av rännedal	$C_4$	-0,4710
Temperatur	$C_5$	-0,0310
Förekomst av PMB (slitlager)	$C_6$	0,8553
Förekomst av PMB (bindlager)	$C_7$	-0,0719
Konstant	$C_8$	1,0821

## 5.5.2 Standardavvikelse

Standardavvikelsen för den uppskattade modellen är  $\sigma = 0,3527$ .

Tabell 5.10 Antal busshållplatser som ligger inom respektive intervall.

Intervall	Antal busshållplatser inom intervallen [st]	Antal busshållplatser inom intervallen [%]
$<\sigma$	18	29,5
$3\cdot\sigma < n < 2\cdot\sigma$	17	27,9
$>3\cdot\sigma$	26	42,6

## 5.5.3 Förklaringsgrad

Förklaringsgraden för den uppskattade modellen för att beräkna hur fogsprickor på en beläggning kommer att utvecklas under en tidsperiod är 0,1473.

## 5.6 Kantsprickor

### 5.6.1 Regressionsanalys

Värdena på de uppskattade koefficienterna  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $C_6$ ,  $C_7$  och  $C_8$  redovisas i tabell 5.11 nedan.

Tabell 5.11 Värden på de uppskattade koefficienterna för kantsprickor.

Parameter	Koefficient	Värde
Ålder	$C_1$	0,1063
Busstrafikering	$C_2$	0,0001
Förekomst av brunn	$C_3$	-0,2102
Förekomst av rännedal	$C_4$	-0,0297
Temperatur	$C_5$	0,0153
Förekomst av PMB (slitlager)	$C_6$	-0,0102
Förekomst av PMB (bindlager)	$C_7$	-0,2396
Konstant	$C_8$	0,0457

## 5.6.2 Standardavvikelse

Standardavvikelsen för den uppskattade modellen är  $\sigma = 0,2067$ .

Tabell 5.12 Antal busshållplatser som ligger inom respektive intervall.

Intervall	Antal busshållplatser inom intervallen [st]	Antal busshållplatser inom intervallen [%]
$<\sigma$	20	32,8
$3\cdot\sigma < n < 2\cdot\sigma$	10	16,4
$>3\cdot\sigma$	31	50,8

## 5.6.3 Förklaringsgrad

Förklaringsgraden för den uppskattade modellen för att beräkna hur kantsprickor på en beläggning kommer att utvecklas under en tidsperiod är 0,0795.

## 5.7 Ojämnheter

### 5.7.1 Regressionsanalys

Värdena på de uppskattade koefficienterna  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $C_6$ ,  $C_7$  och  $C_8$  redovisas i tabell 5.13.

Tabell 5.13 Värden på de uppskattade koefficienterna för ojämnheter.

Parameter	Koefficient	Värde
Ålder	$C_1$	0,0348
Busstrafikering	$C_2$	0,0004
Förekomst av brunn	$C_3$	0,0004
Förekomst av rännedal	$C_4$	-0,0102
Temperatur	$C_5$	0,0066
Förekomst av PMB (slitlager)	$C_6$	0,2969
Förekomst av PMB (bindlager)	$C_7$	0,0241
Konstant	$C_8$	-0,2693

## 5.7.2 Standardavvikelse

Standardavvikelsen för den uppskattade modellen är  $\sigma = 0,1241$ .

Tabell 5.14 Antal busshållplatser som ligger inom respektive intervall.

Intervall	Antal busshållplatser inom intervallen [st]	Antal busshållplatser inom intervallen [%]
$<\sigma$	25	41
$3\cdot\sigma < n < 2\cdot\sigma$	21	34,4
$>3\cdot\sigma$	15	24,6

## 5.7.3 Förklaringsgrad

Förklaringsgraden för den uppskattade modellen för att beräkna hur ojämnheter på en beläggning kommer att utvecklas under en tidsperiod är 0,3245.

# 5.8 Blödning

## 5.8.1 Regressionsanalys

Värdena på de uppskattade koefficienterna  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $C_6$ ,  $C_7$  och  $C_8$  redovisas i tabell 5.15 nedan.

Tabell 5.15 Värden på de uppskattade koefficienterna för blödning.

Parameter	Koefficient	Värde
Ålder	$C_1$	-0,1300
Busstrafikering	$C_2$	0,0007
Förekomst av brunn	$C_3$	-0,2940
Förekomst av rännedal	$C_4$	-0,4796
Temperatur	$C_5$	-0,0675
Förekomst av PMB (slitlager)	$C_6$	-0,3106
Förekomst av PMB (bindlager)	$C_7$	0,8867
Konstant	$C_8$	1,5657

## 5.8.2 Standardavvikelse

Standardavvikelsen för den uppskattade modellen är  $\sigma = 0,4902$ .

Tabell 5.16 Antal busshållplatser som ligger inom respektive intervall.

Intervall	Antal busshållplatser inom intervallen [st]	Antal busshållplatser inom intervallen [%]
$<\sigma$	4	6,6
$3\cdot\sigma < n < 2\cdot\sigma$	1	1,6
$>3\cdot\sigma$	56	91,8

## 5.8.3 Förklaringsgrad

Förklaringsgraden för den uppskattade modellen för att beräkna hur blödning på en beläggning kommer att utvecklas under en tidsperiod är 0,1225.

# 5.9 Stensläpp

## 5.9.1 Regressionsanalys

Värdena på de uppskattade koefficienterna  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $C_6$ ,  $C_7$  och  $C_8$  redovisas i tabell 5.17.

Tabell 5.17 Värden på de uppskattade koefficienterna för stensläpp.

Parameter	Koefficient	Värde
Ålder	$C_1$	-0,0011
Busstrafikering	$C_2$	-0,0006
Förekomst av brunn	$C_3$	0,1957
Förekomst av rännedal	$C_4$	-1,0661
Temperatur	$C_5$	-0,0497
Förekomst av PMB (slitlager)	$C_6$	0,9584
Förekomst av PMB (bindlager)	$C_7$	0,6259
Konstant	$C_8$	1,2969

## 5.9.2 Standardavvikelse

Standardavvikelsen för den uppskattade modellen är  $\sigma = 0,5523$ .

Tabell 5.18 Antal busshållplatser som ligger inom respektive intervall.

Intervall	Antal busshållplatser inom intervallen [st]	Antal busshållplatser inom intervallen [%]
$<\sigma$	5	8,2
$3\cdot\sigma < n < 2\cdot\sigma$	19	31,1
$>3\cdot\sigma$	37	60,7

## 5.9.3 Förklaringsgrad

Förklaringsgraden för den uppskattade modellen för att beräkna hur stensläpp på en beläggning kommer att utvecklas under en tidsperiod är 0,2924.

# 5.10 Otillräcklig ytvattenavledning

## 5.10.1 Regressionsanalys

Värdena på de uppskattade koefficienterna  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $C_6$ ,  $C_7$  och  $C_8$  redovisas i tabell 5.19 nedan.

Tabell 5.19 Värden på de uppskattade koefficienterna för otillräcklig ytvattenavledning.

Parameter	Koefficient	Värde
Ålder	$C_1$	-0,0813
Busstrafikering	$C_2$	-0,0003
Förekomst av brunn	$C_3$	-0,1022
Förekomst av rännedal	$C_4$	-0,0214
Temperatur	$C_5$	0,0014
Förekomst av PMB (slitlager)	$C_6$	-0,1883
Förekomst av PMB (bindlager)	$C_7$	-0,2802
Konstant	$C_8$	1,6313

### 5.10.2 Standardavvikelse

Standardavvikelsen för den uppskattade modellen är  $\sigma = 0,1548$ .

Tabell 5.20 Antal busshållplatser som ligger inom respektive intervall.

Intervall	Antal busshållplatser inom intervallen [st]	Antal busshållplatser inom intervallen [%]
$<\sigma$	30	49,2
$3\cdot\sigma < n < 2\cdot\sigma$	6	9,8
$>3\cdot\sigma$	25	41

### 5.10.3 Förklaringsgrad

Förklaringsgraden för den uppskattade modellen för att beräkna hur stensläpp på en beläggning kommer att utvecklas under en tidsperiod är 0,1108.

Tabell 5.21 visar en sammanställning av resultaten för de uppskattade modellerna för varje beläggningsskada.

Tabell 5.21 Sammanställning av standardavvikelse och förklaringsgrad.

Skada	Standardavvikelse	Förklaringsgrad
Spårdjup	0,4152	0,0545
Sprickor på hjulspår	0,5177	0,3048
Krackelering	0,3116	0,2880
Tvärgående sprickor	0,1946	0,1116
Fogsprickor	0,3527	0,1473
Kantsprickor	0,2067	0,0795
Ojämnheter	0,1241	0,3245
Blödning	0,4902	0,1225
Stensläpp	0,5523	0,2924
Otillräcklig ytvattenavledning	0,1548	0,1108



Tabell 5.22 visar en sammanställning av de beräknade konstanterna för varje skada.

**Tabell 5.22 Sammanställning av konstanterna C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub>, C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>, C<sub>7</sub> och C<sub>8</sub>.**

Skada	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
Spårdjup	-0,2015	0,0024	-0,4437	-0,1443	-0,0793	-0,0186	-0,6526	4,6235
Sprickor på hjulspår	0,3011	0,0012	-0,0362	-0,2395	-0,0901	-0,0703	-0,1913	0,6192
Krackelering	0,2063	0,0008	-0,0266	-0,0759	-0,0191	-0,1567	-0,2762	-0,0325
Tvärgående sprickor	0,1100	0,0004	-0,1326	-0,0194	0,0115	-0,1677	0,2137	-0,5047
Fogsprickor	0,0756	-0,0009	0,0035	-0,4710	-0,0310	0,8553	-0,0719	1,0821
Kantsprickor	0,1063	0,0001	-0,2102	-0,0297	0,0153	-0,0102	-0,2396	0,0457
Ojämnheter	0,0348	0,0004	0,0004	-0,0102	0,0066	0,2969	0,0241	-0,2693
Blödning	-0,1300	0,0007	-0,2940	-0,4796	-0,0675	-0,3106	0,8867	1,5657
Stensläpp	-0,0011	-0,0006	0,1957	-1,0661	-0,0497	0,9584	0,6259	1,2969
Otillräcklig ytvattenavledning	-0,0813	-0,0003	-0,1022	-0,0214	0,0014	-0,1883	0,2802	1,6313

Skadeutvecklingen efter 10 år beräknades för varje skada genom att använda den uppskattade modellen, se tabell 5.23. Beräkningen gjordes för att kontrollera om modellen ger rimliga värden på skadeutvecklingen. I tabellen visas exempelvis att utvecklingen av krackelering på busshållplats Möllevångstorget A kommer att öka från skadegraden 0 till 2 under 10 år. Tabellen visar även att vissa skador minskar under 10 år, exempelvis minskar spårdjupet från skadegraden 6 till 4.

**Tabell 5.23 Utveckling av skadorna på beläggningen på Möllevångstorget om 10 år enligt den uppskattade modellen.**

Skada	Hållplats: Möllevångstorget A	
	Nuvarande skada	Skada efter 10 år
Spårdjup	6	4
Sprickor på hjulspår	0	3
Krackelering	0	2
Tvärgående sprickor	0	1
Fogsprickor	0	1
Kantsprickor	0	1
Ojämnheter	0	0,5
Blödning	3	2
Stensläpp	1	3
Otillräcklig ytvattenavledning	2	1



# 6 Diskussion och slutsats

## 6.1 Resultatdiskussion och slutsats

Resultatet visar att den uppskattade modellen är olika bra för olika skador. Förklaringsgraden varierar mellan ungefär 5 % och 32 % för modellen, vilket är relativt låga värden. Det innebär exempelvis att ekvationen för spårdjup endast kan förklara 5 % variationen i spårdjup mellan de olika hållplatserna. Dessa låga värden tyder på att regressionsmodellen förklarar skadorna ganska dåligt.

Standardavvikelsen för modellerna är relativt låga överlag och varierar mellan 12 % och 55 %, vilket innebär att observationsvärdena inte avviker avsevärt mycket från medelvärdet. Ett stort antal busshållplatser har residualer som hamnar i intervallet  $>3\cdot\sigma$  och är inte representativa för modellen.

I tabell 5.23 kan man se att användning av modellen ger orimliga värden på somliga skador; spårdjup, blödning och otillräcklig ytvattenavledning. Det ger att skadegraden om 10 år kommer att vara lägre än nuvarande skadegrad för de ovannämnda skadorna, vilket inte är troligt. Även det visar att modellen har sina brister på flera skador. Dock visar residualanalysen att residualvariationen för modellen är oberoende av ålder, trafik och beläggningstemperatur vilket innebär att regressionsmodellen inte har ett systematiskt fel. Diagrammen från residualanalysen visar en stor spridning i alla skador.

Konstanterna som har beräknats fram för den uppskattade modellen har olika värden beroende på vilken parameter det berör. Det tyder på att parametrarna påverkar skadornas utveckling olika mycket och har därför varierande betydelse för modellen. Konstanten  $C_2$ , vilket står för trafikbelastningens påverkan, har betydligt lägre värde för alla skador jämfört med de andra konstanterna, se tabell 5.22. Dock innebär det inte att trafikbelastningen har en liten påverkan på skadeutvecklingen eftersom konstanten  $C_2$  ska multipliceras med ett stort värde och kommer antagligen ha stor betydelse för skadeutvecklingen. Ålderns konstant,  $C_1$ , har en aning högre värde på alla skador jämfört med trafikbelastningen men det betyder det inte att åldern har större påverkan på skadornas utveckling för att värdet som konstanten  $C_1$  ska multipliceras med är vanligtvis mycket lägre. De andra konstanterna  $C_3$ ,  $C_4$ ,  $C_5$ ,  $C_6$ ,  $C_7$  och  $C_8$  har ungefär liknande storleksordning för alla skador dock finns ett par extremfall. Extremfallen är bland annat konstanten  $C_6$ , som representerar förekomst av PMB i bindlagers påverkan, för fogsprickor och stensläpp som är relativt hög. Dessutom är konstanterna  $C_4$  och  $C_7$  som står för förekomst av rännadal respektive PMB i bindelager, relativt höga för blödning och stensläpp, se tabell 5.22. Ett annat extremfall gällande parametern förekomst av rännadal är de väldigt låga värdena på konstanten  $C_4$ . Fallen då konstanterna har haft ett högt värde betyder att skadan det berör påverkas relativt mycket av parametern som har varit kopplad till konstanten och tvärtom. Dock är dessa påståenden begrundade enligt denna regressionsmodell och påverkan av varje parameter varierar troligen i verkligheten.

Tecknet på konstanterna varierar för de olika parametrarna, se tabell 5.22. Ett positivt värde innebär att skadan ökar ju högre värde som inmatas i ekvationen och tvärtom innebär ett negativt värde att skadan minskar ju högre värde. För spårdjup är ålderskonstanten negativ vilket innebär att skadorna minskar med ökande ålder, se tabell 5.23. Som tidigare

nämnt är det ett orimligt resultat eftersom en spårbildning inte kan minska med åldern, om inte en åtgärd utförs på beläggningen. Det gäller även för skadeutveckling av blödning, stensläpp och otillräcklig ytvattenavledning som också har ett negativt värde på ålderskonstanten.

Konstanten  $C_4$  är negativ för alla skador vilket innebär att förekomsten av rännedal leder till mindre skador enligt modellen. I den ursprungliga modellen som undersöktes för hållplatser med cementstabiliserad beläggningen blev resultaten tvärtom, de hållplatser som hade rännedal hade fler skador än hållplatser utan rännedal.

Förekomsten av brunnar resulterar i mindre skadeutveckling när det gäller spårdjup, sprickor på hjulspår, kantsprickor, tvärgående sprickor, krackelering, blödning och otillräcklig ytvattenavledning.

Enligt analysen har temperaturen då beläggningen utförs olika betydelse för olika skador. För skadorna spårdjup, sprickor på hjulspår, krackelering, fogsprickor, stensläpp och blödning är det bra med hög temperatur då beläggningen läggs och för resterande skador är det bättre med låg temperatur. Det innebär att enligt denna modell kan utvecklingen av exempelvis spårdjup och krackelering reduceras om en beläggning läggs under sommaren istället för vintern.

Slutsatsen man kan dra från resultatet är att den uppskattade modellen som har tagits fram i detta examensarbete är inte tillräckligt bra för att kunna beräkna hur skadorna utvecklas under en tidsperiod. Det räcker inte att veta åldern, trafikbelastningen, förekomsten av rännedal, brunnar och polymermodifierat bindemedel i asfaltbeläggningen samt temperaturen då beläggningen lades för att beräkna hur skadorna utvecklas med hjälp av denna modell.

## 6.2 Metoddiskussion

En viktig punkt att komma ihåg är att modellen endast bygger på värden som har tagits från inventeringen. Dessa värden är till viss del subjektiva och kan skilja beroende på vem som utfört inventeringen. När det gäller trafikbelastningen i modellen har det endast tagits hänsyn till lasten från busstrafiken och försummat belastning från andra fordon. Totalt har 10 busshållplatser av 61 en utformning som en bussficka medan resterande busshållplatser ligger längs med vägen vilket innebär att de även belastas av andra fordon konstant. Av den orsaken blir förutsättningarna som har använts för att ta fram konstanterna inte i enlighet med de verkliga förutsättningarna som beläggningarna är utsatta för.

Totalt inventerades 61 busshållplatser och som tidigare nämnt har regressionsmodellen byggts på endast dessa. Det ger en viss osäkerhet i beräkningarna eftersom regressionsmodeller blir mer noggranna ju fler observerade värden i undersökningen. Dessa busshållplatser kan vara för få för att fungera som representanter för alla asfaltbeläggningar med samma vägkonstruktion som de inventerade beläggningarna. Dessutom är busshållplatserna gjorda efter år 2009 vilket gör att många av dem har varit relativt nya och beläggningarna har inte hunnit utveckla så mycket skador. Dock behövs mycket indata för varje busshållplats när många parametrar ska bestämmas i analysen.

En väsentlig orsak till varför modellen inte har lyckats förklara de flesta skadorna bra är att det finns flera faktorer som inte har beaktats i undersökningen som påverkar skadornas utveckling på beläggningar. Dessa faktorer är bland annat materialkvalitet på beläggning, packning av de olika lagren samt lutning, utformning och placering av en busshållplats.

## Rekommendationer

I detta examensarbete valdes 7 parametrar som regressionsmodellen ska bestå av; ålder, trafikbelastning, förekomst av rännal, brunnar och polymermodifierat bindemedel i asfaltbeläggningen samt temperatur då beläggningen lades. För framtida examensarbeten rekommenderas att utveckla modellen och ta hänsyn till flera faktorer som påverkar skadorna i en beläggning. Det kan vara faktorer som bland annat materialkvalitet på beläggning och lutning på busshållplatsen. Det kan förhoppningsvis leda till en mer noggrann modell som ger mer rimliga värden. Det kan även vara bra att få mer fler busshållplatser i undersökningen för att få en mer representativ modell för asfaltbeläggningar. På grund av tidsbrist inventerades endast 61 busshållplatser i denna studie.

En intressant vidareutveckling av denna studie är att genomföra en inventering av de 61 busshållplatser efter en viss tidsperiod framöver och jämföra värdena från den nya inventeringen med de värden som fås av regressionsmodellen. På så sätt kan man få en bekräftelse på om modellen ger rimliga värden som överensstämmer med verkligheten.



## 7 Referenser

- Granhage, Leif. (2009). *Kompendium i vägbyggnad* (elektronisk) Tillgänglig: <[http://www.moodle2.tfe.umu.se/pluginfile.php/21461/mod\\_resource/content/1/Komp\\_i\\_vaegbyggnad\\_okt\\_2009.pdf](http://www.moodle2.tfe.umu.se/pluginfile.php/21461/mod_resource/content/1/Komp_i_vaegbyggnad_okt_2009.pdf)>
- Andersson, G., Jorner, U., Ågren, A. (1994). *Regressions- och tidsserieanalys med och utan datorstöd* (2:a upplagan 1994)
- Matteboken. (2014). Tillgänglig: <<http://www.matteboken.se/lektioner/matte-2/statistik/standardavvikelse>>
- Nynas. (2009). Tillgänglig: <<http://nvfnorden.org/lisalib/getfile.aspx?itemid=1742>>
- SMHI. (2014). *Luft och vindtemperatur*. Tillgänglig: <[http://data.smhi.se/met/climate/time\\_series/month/vov\\_pdf/](http://data.smhi.se/met/climate/time_series/month/vov_pdf/)>
- Svenska kommunförbundet. (2003). *Bära eller brista - Handbok i tillståndsbedömning av belagda gator och vägar*. Stockholm. Svenska kommunförbundet.
- Svenskkollektivtrafik. (2015). Tillgänglig: <<http://www.svenskkollektivtrafik.se/fakta--debatt/branschfakta/>>
- Sveriges bussföretag. (2015). Tillgänglig: <[http://www.transportforetagen.se/ForbundContainer/sveriges\\_bussforetag/Branschfragor/Fakta-och-statistik-om-bussbranschen/](http://www.transportforetagen.se/ForbundContainer/sveriges_bussforetag/Branschfragor/Fakta-och-statistik-om-bussbranschen/)>
- Trafikkontoret Göteborg. (2011). *Dimensionering av busshållplatser* (elektronisk) Tillgänglig: <[http://www.tpu.tkgbg.se/Parm\\_1/C8.htm](http://www.tpu.tkgbg.se/Parm_1/C8.htm)>
- Trafikverket. (2002). *ATB VÄG - Bitumenbundna lager* (elektronisk) Tillgänglig: <[http://www.trafikverket.se/contentassets/c71f52027aaa449492a6b2bfc61495cf/kap\\_f\\_bitumenbundna\\_lager.pdf](http://www.trafikverket.se/contentassets/c71f52027aaa449492a6b2bfc61495cf/kap_f_bitumenbundna_lager.pdf)>
- Trafikverket. (2011). *TRVK - Trafikverkets tekniska krav Vägkonstruktion* (elektronisk) Tillgänglig: file:///C:/Users/amani/Downloads/2011\_072\_TRVK\_vag\_2.pdf





# Bilaga 1 - Skadekarteringsprotokoll

## PROTOKOLL

Protokoll för tillståndsbedömning av belagda gator och vägar

Objektets beteckning:

Datum:

Besiktigad av:

Fyll i svårighetsgrad 1-3

Enligt beskrivning i

### UTBREDNING

Skadehandboken.

Lokal (<20%)	Måttlig (20-50%)	Generell (>50%)	Anmärkning
-----------------	---------------------	--------------------	------------

### SPÅRBILDNING

Spår djup				

### SPRICKBILDNING

Sprickor i hjulspår				
Krackelering				
Tvärgående sprickor				
Tjälsprickor				
Fogsprickor				
Kantsprickor				
Sprickor på vägreten				

### YTLIGA SKADOR/DEFEKTER

Ojämnheter				
Separation				
Blödning				
Stensläpp				
Slaghål				
Åldrad beläggning				
Skador vid lagning				

### VIDTAGET UNDERHÅLL

Lagning / lappning				
Försegling				

### ACCEPTABEL YTAVRINNING

Ja      Nej

### KOMMENTARER:

## Bilaga 2 - Tabellvärden

2015	Barkgatan A		Barkgatan B		Möllevångstorget A	
	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
<b>Spårbildning</b>						
Spårdjup	2	Generell	2	Generell	3	Generell
<b>Sprickbildning</b>						
Sprickor i hjulspår	0		0		0	
Krackelering	0		0		0	
Tvärgående sprickor	0		0		0	
Fogsprickor	0		0		0	
Kantsprickor	0		0		0	
<b>Ytliga skador/defekter</b>						
Ojämnheter	0		0		0	
Blödning	2	Generell	1	Generell	1	Generell
Stensläpp	1	Måttlig	2	Generell	1	Lokal
<b>Vidtaget underhåll</b>						
Lagning/lappning	Nej		Nej		Nej	
Försegling	Nej		Nej		Nej	
<b>Ytavrinning</b>						
Otillräcklig ytvattenavledning	1	Lokal	2	Lokal	2	Lokal
<b>Övrigt</b>						
Brunn	1			0	1	
Rännedal	Nej		Nej		Ja	
Trafikbelastning	74		74		74	
Ålder på beläggning	3		3		3	
Utförande (månad)	2012 okt		2012 okt		2012 okt	
Månadstemperatur	8.8		8.8		8.8	
Förekomst av PMB NV1	Nej		Nej		Nej	
Förekomst av PMB NV2	Ja		Ja		Ja	

Möllevångstorget B		Länsstyrelsen A		Rörsjöparken B		Ellstorp B	
Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
3	Generell	0		0		1	Lokal
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
1	Generell	1	Måttlig	1	Generell	1	Måttlig
1	Lokal	0				1	Lokal
Nej		Nej		Nej		Nej	
Nej		Nej		Nej		Nej	
2	Lokal					1	Lokal
0		1		1		0	
Nej		Ja		Ja		Nej	
74		405		42		306	
3		2		2		3	
2012 okt		2013 maj		2013 maj		2012 sept	
8.8		13.2		13.2		14.2	
Nej		Ja		Ja		Nej	
Ja		Ja		Ja		Ja	

Katrinelund A		Ulricedal C		Halltorpsparken B		Halltorpsparken A	
Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
1	Generell	0		0		1	Måttlig
0		0		1	Måttlig	0	
0		0		1	Lokal	1	Måttlig
0		0		1	Lokal	1	Lokal
0		1	Måttlig	0		0	
0		0		0		1	Lokal
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		1	Lokal	0		0	
Nej		Nej		Nej		Nej	
Nej		Nej		Nej		Nej	
1	Lokal	1	Lokal	0		1	Lokal
0		0		0		1	
Nej		Nej		Ja		Nej	
123		31		112		112	
3		2		6		6	
2012 sept		2013 okt		2009 nov		2009 nov	
14.2		11.1		7.1		7.1	
Nej		Nej		Nej		Nej	
Ja		Ja		Ja		Ja	

Risebergaparken A		2015	Rostorp A		Rostorp B	
Svårighetsgrad	Utbredning		Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
		Spårbildning				
1	Lokal	Spårdjup	1	Generell	2	Måttlig
		Sprickbildning				
0		Sprickor i hjulspår	0		0	
0		Krackelering	0		0	
0		Tvärgående sprickor	0		0	
0		Fogsprickor	0		0	
0		Kantsprickor	0		0	
		Ytliga skador/defekter				
0		Ojämnheter	0		0	
0		Blödning	0		0	
0		Stensläpp	1	Lokal	1	Måttlig
		Vidtaget underhåll				
Nej		Lagning/lappning	Nej		Nej	
Nej		Försegling	Nej		Nej	
		Ytavrinning				
1	Lokal	Otillräcklig ytvattenavledning	1	Lokal	2	Lokal
		Övrigt				
1		Brunn	1		1	
Ja		Rännedal	Nej		Nej	
100		Trafikbelastning	146		146	
2		Ålder på beläggning	2		2	
2013 maj		Utförande (månad)	2013 jun		2013 jun	
13.2		Månadstemperatur	15.9		15.9	
Nej		Förekomst av PMB NV1	Nej		Nej	
Ja		Förekomst av PMB NV2	Ja		Ja	

Kronetorpsgatan A		Kronetorpsgatan B		Bunkeflostrand Centrum C		Bunkeflostrand Ängsdalsvägen A	
Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
1	Generell	2	Måttlig	1	Måttlig	0	
0		0		1	Lokal	0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		1	Generell
0		0		1	Lokal	0	
Nej		Nej		Nej		Nej	
Nej		Nej		Nej		Nej	
1	Lokal	2	Lokal	1	Lokal		
1		1		1		1	
Nej		Nej		Nej (kantsten)		Nej (kantsten)	
146		146		70		70	
2		2		5		5	
2013 jun		2013 jun		2010 sept		2010 sept	
15.9		15.9		13.1		13.1	
Nej		Nej		Nej		Nej	
Nej		Nej		Ja		Ja	

Bunkeflostrand Ängsdalsvägen B		Bunkeflostrand Bunkeflövägen		Klagshamn Möllvägen A		Oxie Pilevallsvägen A	
Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
0		1	Generell	1	Generell	0	
0		1	Lokal	0		0	
0		1	Måttlig	0		1	Måttlig
0		1	Generell	0		0	
0		0		0		2	Måttlig
0		1	Generell	0		1	Måttlig
0		0		0		0	
0		0		0		0	
1	Lokal	0		0		1	Måttlig
Nej		Nej		Nej		Nej	
Nej		Nej		Nej		Nej	
		1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal
1		0		1		0	
Nej (kantsten)		Nej (kantsten)		Nej (kantsten)		Nej	
70		70		112		90	
5		5		3		4	
2010 sept		2010 sept		2012 sept		2011 nov	
13.1		13.1		14.2		9.3	
Nej		Nej		Nej		Nej	
Ja		Ja		Ja		Ja	

Oxie Pilevällsvägen B		Oxie John Möllares väg A		Oxie John Möllares väg B		Oxie Centrum A	
Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
0		0		1	Generell	2	Måttlig
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
1	Måttlig	1	Generell	1	Generell	0	
1	Lokal	2	Måttlig	1	Måttlig	0	
Nej		Nej		Nej		Nej	
Nej		Nej		Nej		Nej	
		1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal
0		0		0		0	
Nej		Nej		Nej		Nej (Kantsten)	
90		90		90		90	
4		4		4		2	
2011 nov		2011 nov		2011 nov		2013 sept	
9.3		9.3		9.3		13.2	
Nej		Nej		Nej		Nej	
Ja		Ja		Ja		Ja	



Oxie Centrum B		Oxie flamtegelvägen A		Oxie flamtegelvägen B		Linnéskolan A	
Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
1	Måttlig	1	Generell	0		2	Generell
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
1	Generell	0		0		1	Generell
1	Generell	0		1	Lokal	0	
Nej		Nej		Nej		Nej	
Nej		Nej		Nej		Nej	
1	Lokal	1	Lokal			1	Måttlig
0		0		1		0	
Nej (Kantsten)		Nej		Nej		Ja	
90		90		90		220	
2		2		2		2	
2013 sept		2013 sept		2013 sept		2013 sept	
13.2		13.2		13.2		13.2	
Nej		Nej		Nej		Nej	
Ja		Ja		Ja		Ja	

Linnéskolan B		Potatisåkern B		Krocksbäck A		Krocksbäck B	
Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
1	Måttlig	1	Lokal	1	Generell	1	Måttlig
0		1	Måttlig	0		0	
0		1	Måttlig	0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		2	Måttlig	0	
1	Lokal	1	Måttlig	0		1	Måttlig
Nej		Nej		Nej		Nej	
Nej		Nej		Nej		Nej	
1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal
1		1		1		1	
Ja		Nej		Ja		Ja	
220		101		126		126	
2		8		3		3	
2013 sept		3013 sept		2012 sept		2012 sept	
13.2		13.2		14.2		14.2	
Nej		Nej		Nej		Nej	
Ja		Nej		Ja		Ja	

2015	Mellanbäck A		Mellanbäck B		Kroksbäcksparken A	
	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
<b>Spårbildning</b>						
Spårdjup	1	Generell	2	Måttlig	1	Måttlig
<b>Sprickbildning</b>						
Sprickor i hjulspår	0		0		0	
Krackelering	0		0		0	
Tvärgående sprickor	0		0		0	
Fogsprickor	0		0		0	
Kantsprickor	0		0		0	
<b>Ytliga skador/defekter</b>						
Ojämnheter	0		0		0	
Blödning	1	Generell	0		1	Generell
Stensläpp	1	Lokal	1	Generell	0	
<b>Vidtaget underhåll</b>						
Lagning/lappning	Nej		Nej		Nej	
Försegling	Nej		Nej		Nej	
<b>Ytavrinning</b>						
Otillräcklig ytvattenavledning	1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal
<b>Övrigt</b>						
Brunn	0		0		0	
Ränndal	Nej		Ja		Nej	
Trafikbelastning	126		126		126	
Ålder på beläggning	3		3		3	
Utförande (månad)	2012 sept		2012 sept		2012 sept	
Medeltemperatur ( C )	14.2		14.2		14.2	
Förekomst av PMB NV1	Nej		Nej		Nej	
Förekomst av PMB NV2	Ja		Ja		Ja	

Kroksbäcksparken B		Professorgatan A		Professorgatan B		Vårsången A	
Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
1	Måttlig	0		0		1	Måttlig
0		0		0		1	Lokal
0		1	Lokal	1	Måttlig	0	
0		0		1	Generell	0	
0		1	Lokal	0		0	
0		0		1	Måttlig	0	
0		0		0		0	
1	Måttlig	0		0		0	
0		1	Måttlig	1	Måttlig	1	Måttlig
Nej		Nej		Nej		Nej	
Nej		Nej		Nej		Nej	
1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal
0		1		0		0	
Nej		Nej		Nej		Nej	
126		142		142		32	
3		4		4		3	
2012 sept		2011 sept		2011 sept		2012 sept	
14.2		14.7		14.7		14.2	
Nej		Nej		Nej		Ja	
Ja		Ja		Ja		Ja	

Vårsången B		Lindängen A		Lindängen B		Almviksgången B	
Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
1	Lokal	2	Måttlig	2	Måttlig	1	Måttlig
0		0		0		1	Lokal
0		0		0		0	
0		0		0		0	
1	Lokal	0		0		2	Måttlig
0		0		0		0	
0		1	Lokal	1	Lokal	0	
0		0		0		1	Måttlig
2	Måttlig	1	Måttlig	1	Måttlig	1	Måttlig
Nej		Nej		Nej		Nej	
Nej		Nej		Nej		Nej	
1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal
0		1		1		1	
Nej		Nej		Nej		Nej	
35		170		170		135	
3		3		3		3	
2012 sept		2012 sept		2012 sept		2012 sept	
14.2		14.2		14.2		14.2	
Ja		Ja		Ja		Ja	
Ja		Ja		Ja		Ja	

Söderkulla B		Högaholm B		Bergdala A		Bergdala B	
Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
1	Generell	2	Måttlig	2	Måttlig	2	Måttlig
0		0		1	Måttlig	1	Lokal
0		0		0		0	
0		0		0		0	
1	Lokal	2	Måttlig	0		0	
1	Måttlig	0		0		0	
0		0		0		0	
0		1	Måttlig	1	Lokal	1	Måttlig
0		1	Måttlig	0		0	
Nej		Nej		Nej		Nej	
Nej		Nej		Nej		Nej	
1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal
0		1		0		0	
Nej		Nej		Nej		Nej	
135		135		101		101	
2		3		6		6	
2013 sept		2012 sept		2009 sept		2009 sept	
13.2		14.2		15.0		15.0	
Nej		Ja		Nej		Nej	
Nej		Ja		Ja		Ja	

Lindeborgsgatan A		Lindeborgsgatan B		Per Albin Hanssons hem		Anneberg A	
Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
2	Måttlig	2	Generell	0		0	
2	Måttlig	2	Måttlig	0		0	
0		0		0		1	Lokal
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		1	Lokal	1	Måttlig
0		0		0		0	
1	Måttlig	0		0		0	
1	Måttlig	1	Lokal	1	Måttlig	1	Måttlig
Nej		Nej		Nej		Nej	
Nej		Nej		Nej		Nej	
1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal
1		0		1		0	
Nej		Nej		Ja		Nej	
101		101		101		130	
4		4		3		4	
2011 mars		2011 mars		2012 nov		2011 jun	
2.9		2.9		6.2		16.4	
Nej		Nej		Ja		Nej	
Ja		Ja		Ja		Ja	

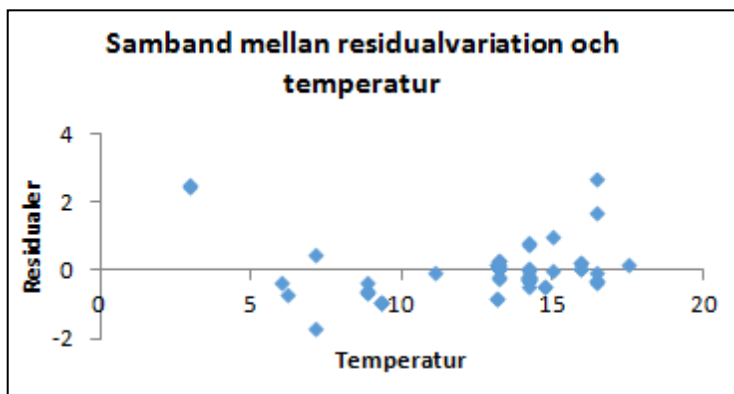
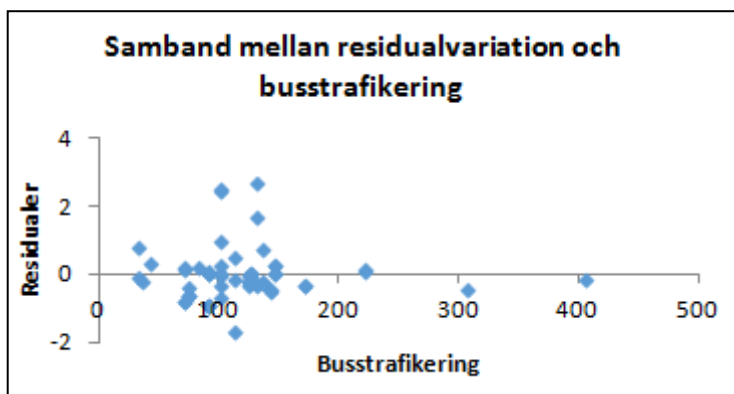
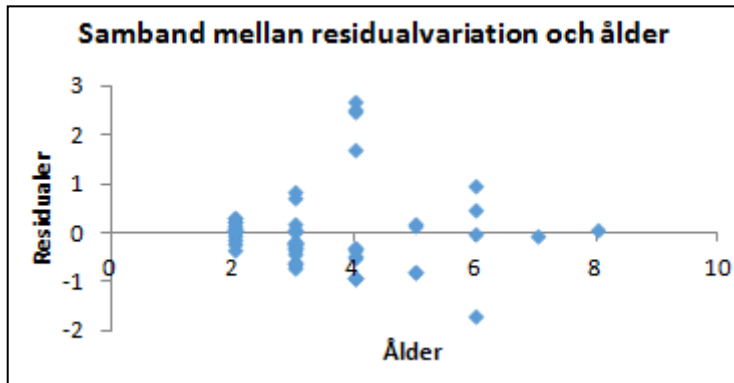
Stadion A		Stadion B		Södertorp B		Konsultgatan A	
Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
1	Måttlig	0		2	Generell	2	Generell
1	Måttlig	1	Generell	1	Lokal	0	
0		0		0		0	
1	Lokal	0		0		1	Lokal
0		0		0		0	
1	Generell	0		1	Lokal	0	
0		0		1	Lokal	0	
0		0		0		0	
1	Måttlig	1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal
Nej		Nej		Nej		Nej	
Nej		Nej		Nej		Nej	
1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal
1		0		0		0	
Nej		Nej		Ja		Nej	
130		130		123		123	
4		4		7		4	
2011 jun		2011 jun		2011 jun		2011 jun	
16.4		16.4		16.4		16.4	
Nej		Nej		Ja		Nej	
Ja		Ja		Ja		Ja	



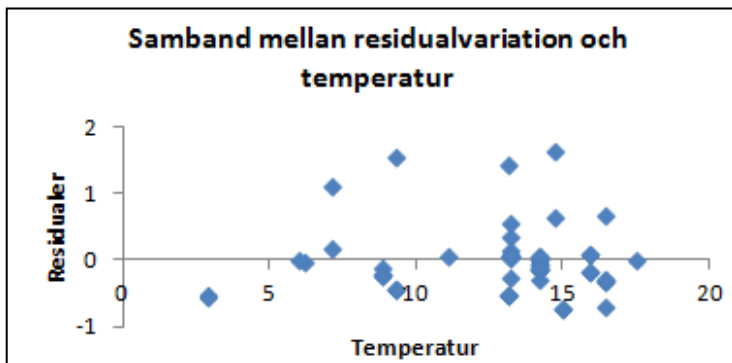
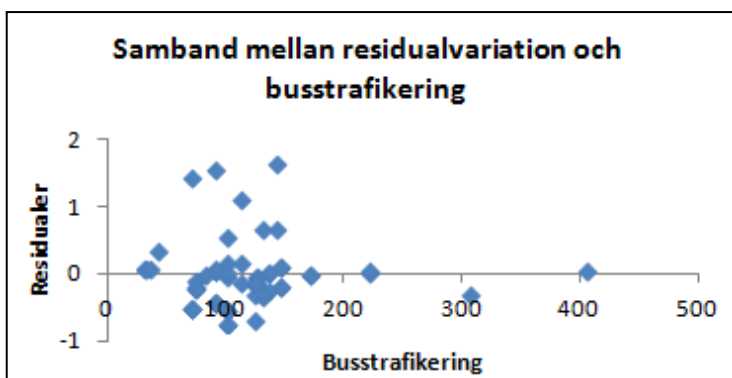
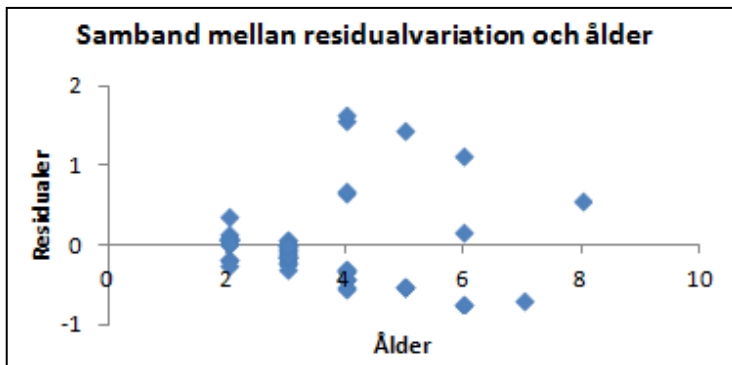
Konsultgatan B		Blekingsborg A		Rolfsgatan A		Anneberg B	
Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning	Svårighetsgrad	Utbredning
1	Lokal	1	Måttlig	1	Lokal	2	Lokal
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
0		1	Lokal	0		0	
0		0		0		0	
0		0		0		0	
1	Lokal	0		0		0	
1	Lokal	1	Lokal	1	Måttlig	1	Måttlig
Nej		Nej		Nej		Nej	
Nej		Nej		Nej		Nej	
1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal	1	Lokal
1		1		2		1	
Nej		Ja		Nej		Nej	
123		101		82		130	
3		2		3		4	
2012 sept		2013 nov		2012 aug		2011 jun/okt	
14.2		6.0		17.5		16.4/9.6	
Nej		Nej		Nej		Nej	
Ja		Ja		Ja		Ja	

# Bilaga 3 - Residualanalys

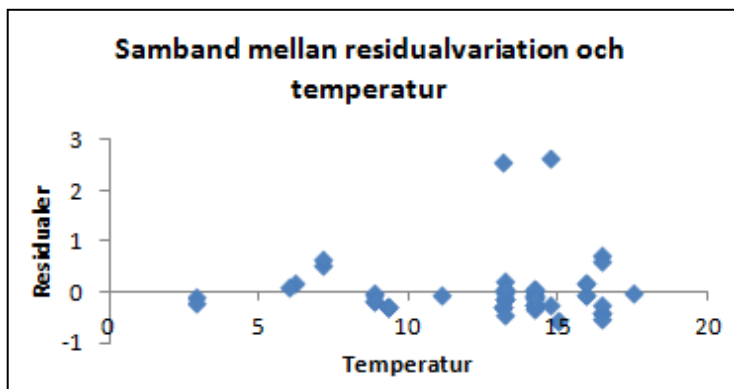
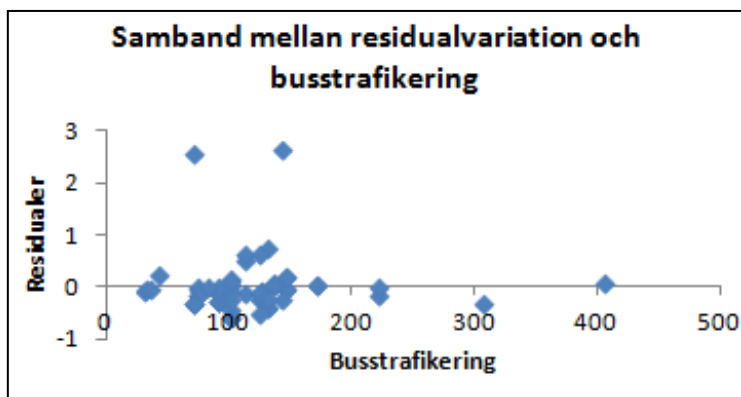
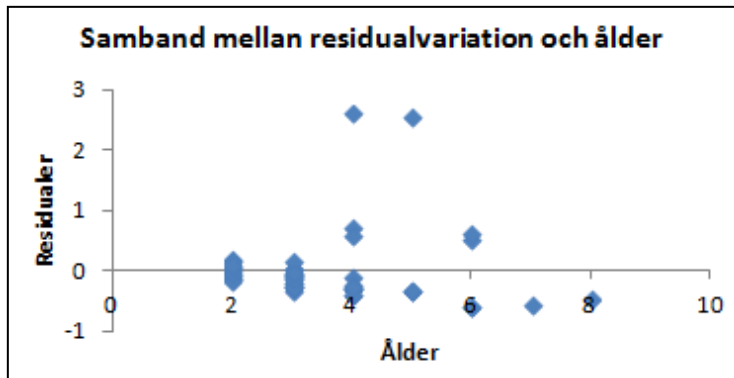
## Residualanalys för sprickor på hjulspår



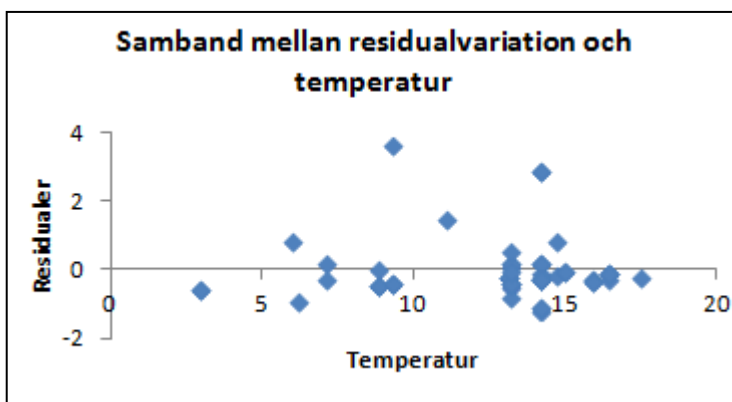
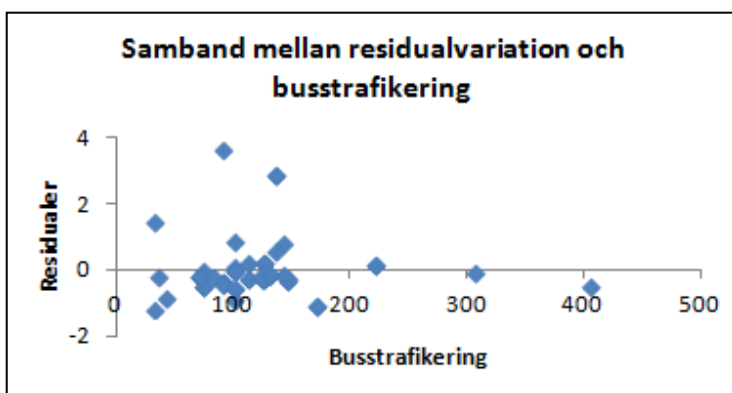
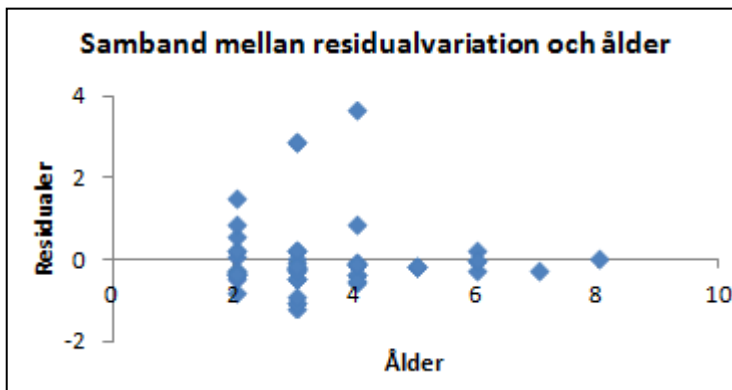
## Residualanalys för krackelering



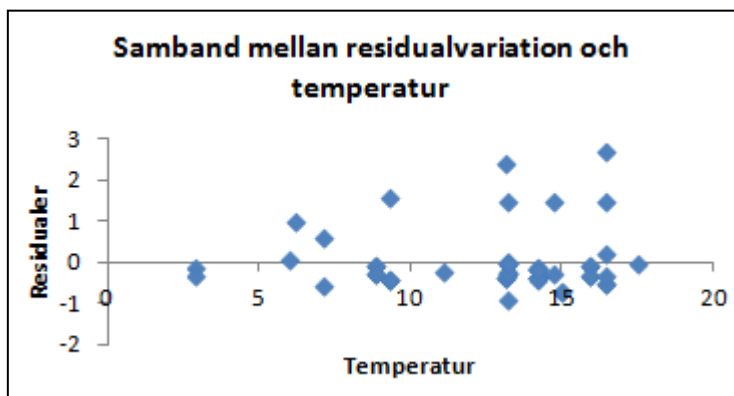
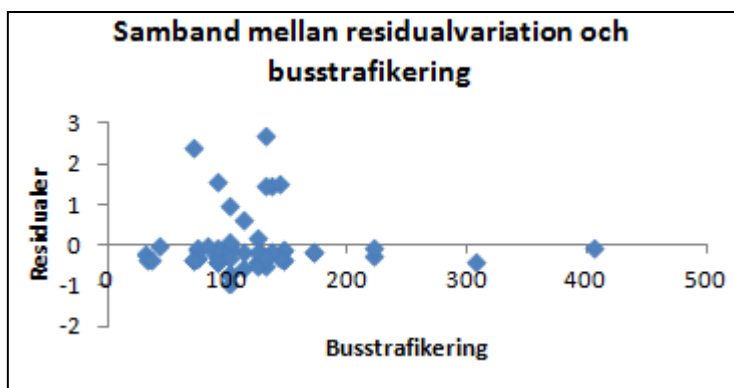
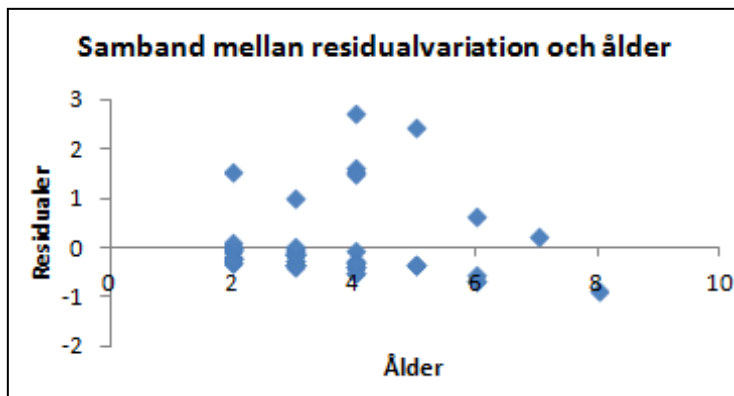
## Residualanalys för tvärgående sprickor



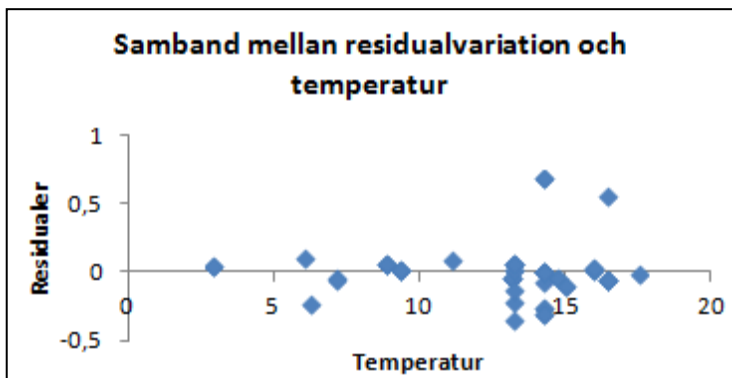
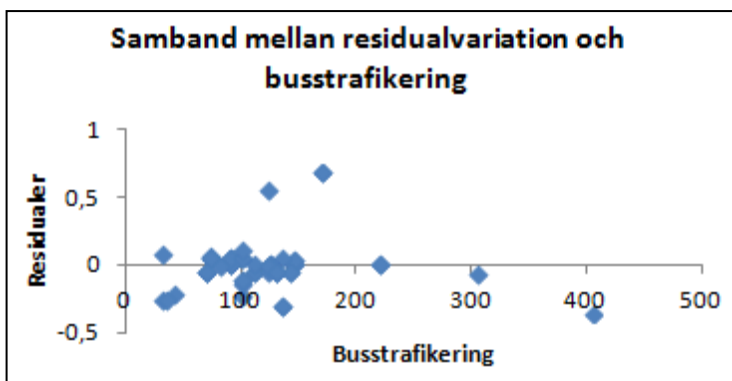
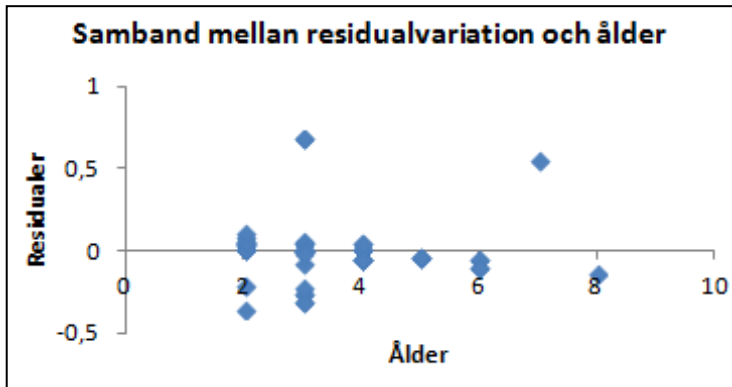
## Residualanalys för fogsprickor



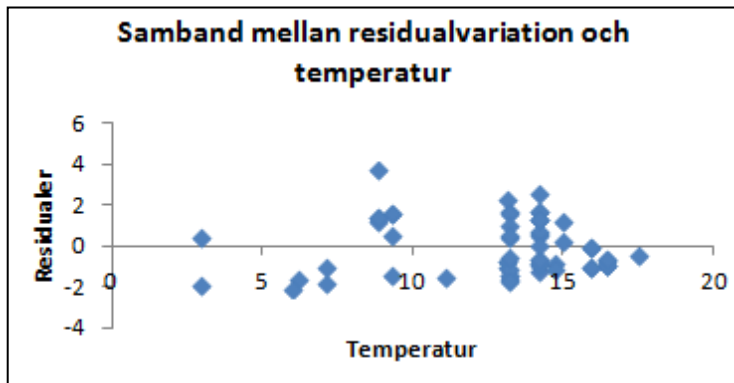
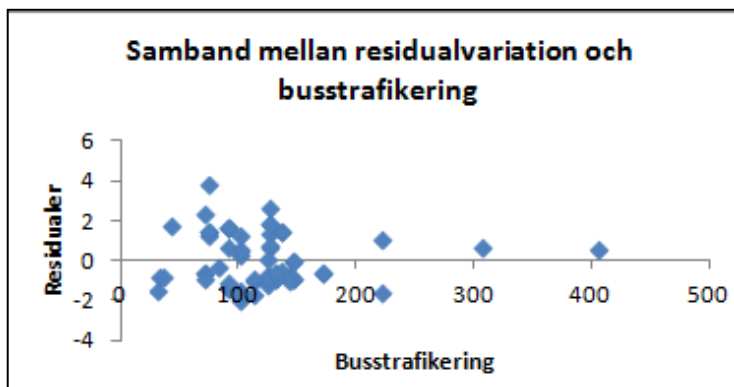
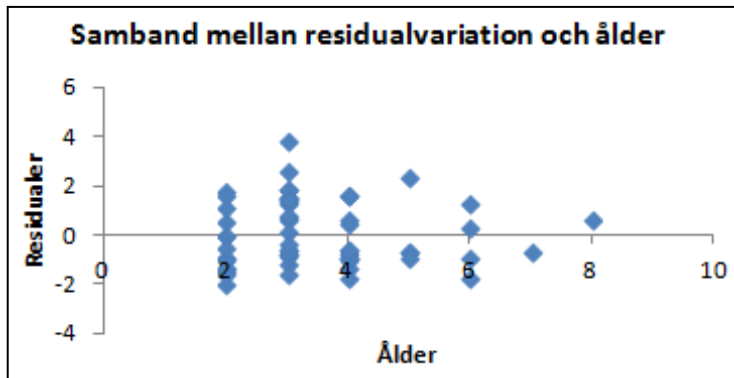
## Residualanalys för kantsprickor



## Residualanalys för ojämnheter

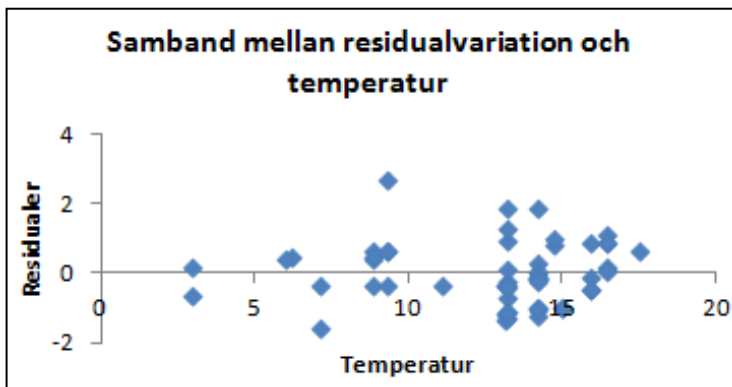
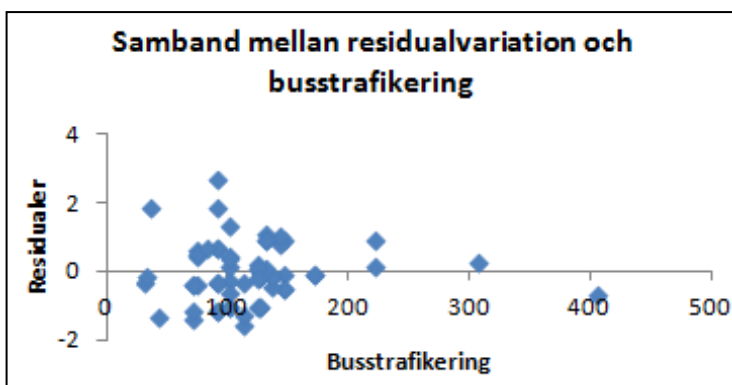


## Residualanalys för blödning





## Residualanalys för stensläpp



## Residualanalys för otillräcklig ytvattenavledning

