

Kunskapssammanställning över kravställning på cykelbanor inom kommuner



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
<Institution / avdelning>

Examensarbete:
Vincent Nederman

© Copyright Vincent Nederman

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Lunds universitet
Box 882
251 08 Helsingborg

LTH School of Engineering
Lund University
Box 882
SE-251 08 Helsingborg
Sweden

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2022

Förord

Detta examensarbete är den avslutande delen på utbildningen högskoleingenjör inom väg- och trafikteknik på Lunds Tekniska Högskola (LTH). Denna rapport motsvarar 22,5 högskolepoäng av utbildningen.

Jag vill först och främst tacka min handledare på LTH, Joacim Lundberg, som alltid funnits där som stöd och att styrt mig i rätt riktning. Din kunskap och feedback har varit högst värdefull för detta arbete. I samband med detta vill jag även tacka Sara Janhäll, senior forskare på RISE, som har hjälpt till att utforma detta arbete.

Ett väldigt stort tack till min examinator Pajtim Sulejmani och alla andra parter som tog tiden att läsa och ge feedback. Sist vill jag också tacka alla som deltog i intervjuerna och bidrog med kunskapen och informationen för att möjliggöra detta arbete.

Vincent Nederman

April 2023, Lund

Sammanfattning

Cykeln är en avgörandefaktor för en uppnå en samhällseffektiv och långsiktig hållbar transportförsörjning där en mer attraktiv cykelinfrastruktur kan ge upphov till att fler väljer att resa med cykel i stället för bil. Överflyttningseffekterna från biltrafiken skulle innebära en reduktion av avgasutsläpp, icke-avgaspartiklar från vägtrafik, bulleremissioner och mindre trängsel i staden. Samtidigt skulle en sådan överflyttning ge en hälsofrämjande fysisk aktivitet som ger en positiv effekt på folkhälsan i landet. För att öka cykelanvändningen för att nå ett mer hållbart transportsystem har Sveriges riksdag försökt definiera mål som att cyklandet ska fördubblas till år 2035. För att detta ska uppnås behöver mer fokus läggas på cykelvägnätets funktion för att uppnå en bra infrastruktur som är attraktiv att använda

Syfte med arbete är att sammanställa en överblick över hur och vilka standardkrav som ställs på gång-och cykelvägar (GC-vägar) i dagsläget, hur dessa kan variera för olika platser samt hur väl lämpade kraven är utifrån resenärernas behov. Detta görs för att säkerställa att konstruktion uppfyller lämpliga standardkrav för cyklister för att potentiellt kunna överbygga suboptimering i mån om att skapa en mer attraktiv infrastruktur.

Arbetet inleds med att bygga en kunskapsbas genom en litteraturstudie om dimensionerings principer och faktorer som bidrar till den slutgiltiga konstruktionen samt de krav som ställs. Därefter genomförs en intervjustudie bestående av ett urval av svenska kommuner utifrån en varierande storlek och lokalisering i landet för att ta hänsyn till frågor som kommunens storlek, miljö, ekonomi och personella resurser. Intervjustudien ska ge en bild över den nuvarande standarden av konstruktionerna som brukas och vilka utvecklingspotentialer som kan medfölja. Intervjustudien kompletteras med en jämförelsestudie där olika planeringsdokument från olika kommuner och Trafikverket och analyseras och jämförs med varandra för att jämföra olika dimensionerings resultat för att se hur det kan skilja sig mellan platser.

Resultatet visar att standardkraven är lämpliga och att en hög standard uppnås inom studiens ramar. Det framgår att slutgiltiga dimensioneringsresultat säkerställs för att tillgodose belastningar ifrån tyngre fordonslaster som inte produceras av fotgängare och cyklister. Detta förblir även en av de största problembeskrivningar som togs upp i intervjustudien, där orsaker till nedbrytning oftast var ett resultat av utomstående effekter där den otillåtna trafik som framförs på GC-vägar var en av de största faktorerna. De flesta kraven ställs därmed inte utifrån cyklister och fotgängares behov vilket behöver vidare utvecklas. Detta berör främst kontaktytan vilket är väsentligt för säkerheten, komforten och framkomlighet för cyklister. Ur jämförelse analysen

drogs slutsatsen att de studerande kommunerna följde i grunden samma regelverk men att applikationen mellan kommunerna ser väldigt varierande ut. Där det finns stora variationer mellan de olika dimensionering resultat även för kommuner vilket antas ha liknande klimat och undergrundsmaterial. Vidare så jämfördes kommuners befolkning och antal km/GC-väg i mån om att ge en grov uppfattning på den utbyggda infrastrukturen och storlek av respektive kommun. Men det finns ingen korrelation mellan dessa faktorer och konstruktionen där det skulle gå att ifrågasätta om dimensioneringen har ställts korrekt mot behovet och om detta är en effektiv användning av resurser.

Slutsatserna från detta arbete ger bara endast en översiktlig bild och kan tänkas ligga som grund till vidare studier då fler kunskapsluckor behöver fyllas inom detta ämne, där specifika krav som utgår från cyklister och fotgängares behov och förutsättningar behöver utformas. Detta gäller främst komfort och vägytans friktion. Nya fordonstyper inom GC-vägar borde också ackommoderas såsom elcyklar och lastcyklar till kraven där även utformningsprinciper borde tas hänsyn till sådana fordon. En större helhetsbild behöver även ges där fokuset kan ligga på de mer nordliga regioner av Sverige för att bättre förstå klimatets inverkan och för att bättre förstå vinterväghållningens effekter på dimensionering av GC-vägar.

GC-vägar är en sektor som kan tänkas ha större utrymme för ett mer cirkulärt flöde av materialomlopp då kraven som ställs generellt sätt är lägre än den för vägar med motortrafik. Detta kan öppna upp möjligheter för mer återvinning av material för att vidare minimera negativa miljöeffekter av jungfruligt material.

Nyckelord: Gång-och cykelbanor, Gång-och cykelvägar, dimensionering, krav, överbyggnad, infrastruktur.

Summary

Bicycles are a prerequisite for a long term sustainable transportation service, where a more attractive infrastructure would contribute to a more sustainable transport mode such as cycling in favour of using motor vehicles. Success in changing the main mode of travel from cars to bicycles would result in reduction of greenhouse gas and exhaust emissions, non-exhaust emissions, noise pollution and congestion. Cycling also promotes higher activity levels increasing longevity and general health of the population.

Increased levels of cycling are therefore sought after in reaching a more sustainable transport sector. The Swedish parliament has therefore attempted to outline and devise goals to increase the use of cycling to double the amount come 2035 as a transportation mode. For this to occur a more in-depth analysis of the cycling infrastructure and what entitles an attractive, good quality cycling path is required.

This thesis aims to devise a general overview of which standard requirements are used for pedestrian and cycle paths in Sweden, to give an overview on how these requirements can vary for different geographic locations, and how well the requirements are set from the users perspective. The purpose with these aims is to ensure that that the appropriate construction requirement is in place to prevent suboptimization of constructions for building an attractive infrastructure.

Initially this work intends to lay an informational base through a literature study on the design criteria and principles used for a complete pedestrian and cycle path structure. This part will also build an understanding regarding which requirements are used for the structure. Furthermore, an interview study is carried out of a selection of Swedish municipals with a varied size and geographical localisation to consider differences in size, economic, geographic, and personal recourses. The interviews are supposed to give an overview of the current standard for the existing infrastructure in use and which potential developments it could have. The interview study is complemented with an analysis comparing different planning programmes and design guides used by different municipalities. This will also act as a base to analyse the differences of structures implemented by municipals across different geographical places.

The main finding of this study is that the standard of pedestrian and cycling infrastructure is more than sufficient within the study restrictions. However, the high standards is in place to accommodate loads from heavier motorised traffic that may occur rather than the load from only cyclists and pedestrians. This was also the main concern voiced in the interview study which explains the level of

standard the cycling paths must maintain. Problems regarding degradation were mainly due to exterior causes due to unauthorized use of cyclist paths by motorised vehicles. The requirements of the structure is therefore not derived from the need of cyclists and pedestrians which will require further development for improvement. These factors mainly affect the contact surface which is essential for the comfort, safety, and accessibility of cyclists. Within the analysis study the conclusion were that the studied municipals follow the same regulation but that applications still varied between municipals. Differences in design criteria within municipals were varied even within those of similar geographical and geological conditions. Municipals population and total length of Km/Cyclist path was determined to give a rough estimation of the existing infrastructure and its size. But the findings show no correlation between these factors were for some cases the design criteria could be questioned of meeting the demands adequately and if it resources could have been manage more effectively.

The findings of this study are limited and is only meant to give a synoptic picture within this field of study and lay the foundation for further research. This field is understudied where more research is needed to give a full understanding of the subject. Were specifically factor such as as comfort and friction of road surface requires more research to better fully understands the needs of cyclist and pedestrians. There have also been recent developments of vehicle types which traffic cyclist paths such as electrical bikes and cargo bikes which also need to be accommodated. A more holistic understanding can also be obtained through further research of the more northern parts of Sweden in order to better understand the effects of climate and winter road maintenance have on the design criteria.

Cyclist paths is also theoretically a field where more recycling of construction material could be applied. This is mainly due to the fact that cyclist path is predominantly likely to experiences less traffic loads than motorized roads therefore reducing the loads and thus the requirements of the structure. This could give further possibilities to reducing the environmental impact from the use of newly produced material.

Keywords: Cycling path, cycling roads, pedestrian, design criteria, requirements, pavement structure, infrastructure.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Syfte och frågeställningar.....	2
1.3	Avgränsningar	2
2	Metod	3
2.1	Litteraturstudie	3
2.2	Intervjustudie.....	3
3	Litteraturstudie	5
3.1	Vägens uppbyggnad	5
3.1.1	Slitlager.....	5
3.1.2	Bindlager	5
3.1.3	Bundet bärlager	6
3.1.4	Obundet bärlager.....	6
3.1.5	Förstärkningslager	6
3.1.6	Skyddslager.....	6
3.2	Trafiklast	6
3.3	Gång- och Cykelvägarsuppbyggnad	7
3.4	Grusöverbyggnad.....	8
3.5	Överbyggnad av marksten och plattor	10
3.6	Dimensionering av gång och cykelvägar	13
3.7	Klimatzon och terrassmaterial.....	14
3.8	Trafikklass	18
3.9	Vägytans egenskaper	20
3.9.1	Friktionskrav	21
3.9.2	Jämnhet.....	21
3.9.3	Tvärfall.....	22
3.9.4	Längslutning	22
3.10	Kategorisering av gång- och cykelvägar	23
3.10.1	Kravnivåer enligt AMA.....	23
3.11	Cykelvägnätet uppbyggnad	24
3.12	Pendlingstråk	26
3.12.1	Supercykelstråk	27
3.13	Sommarcykelväg	29
3.14	Utrymmesbehov	30
3.15	Utformning	32
3.16	Drift och underhåll	34
3.17	Miljö	35
3.18	Framtida utvecklingsmöjlighet av GC-vägar	38

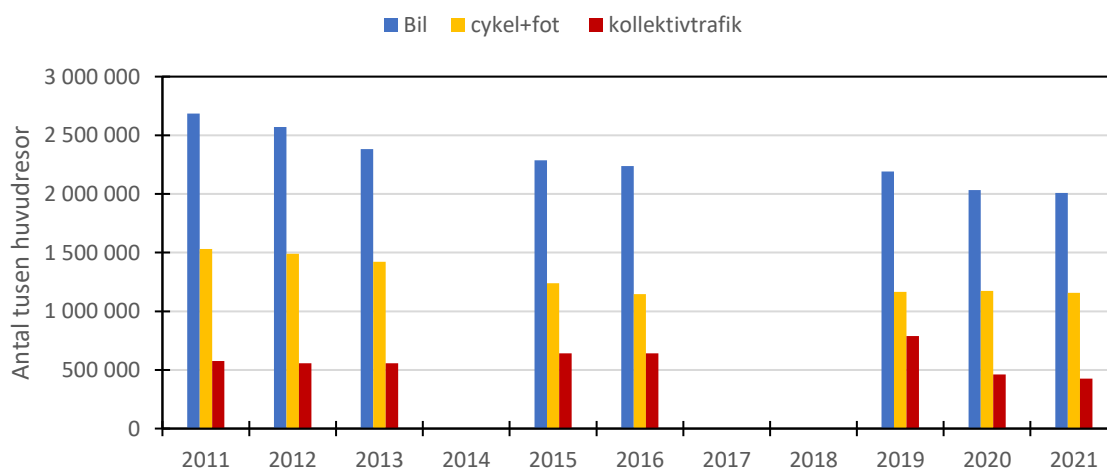
4	Resultat.....	41
4.1	Jämförelsestudie.....	41
4.1.1	Klimatzon 1.....	42
4.1.2	Klimatzon 2.....	44
4.1.3	Klimatzon 3.....	46
4.1.4	Klimatzon 4.....	46
4.1.5	Klimatzon 5.....	46
4.2	Övriga marköverbyggnader	46
4.2.1	Asfalterad gångbana	46
4.2.2	Överbyggnad med grusslitage GC-väg.....	48
4.2.2.1	<i>Gångbana</i>	50
4.2.3	Marksten och plattor	51
4.3	Intervjustudie	53
4.3.1	Befintlig kravställning inom kommuner.....	54
4.3.2	Övergripande syn på kravställning.....	55
4.3.3	Framtidsutveckling.....	57
5	Diskussion och analys	59
5.1	Jämförelsestudie.....	59
5.2	Intervjustudie	60
5.3	Jämförelse av intervjustudie och jämförelsestudie.....	62
5.4	Metoddiskussion.....	63
6	Slutsatser	64
7	Fortsatta studier.....	66
8	Referenslista	67
9	Bilagor	73

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Resandet genom gång och cykling är en avgörande faktor för en uppnå en samhällseffektiv och långsiktigt hållbar transportförsörjning där en mer attraktiv cykelinfrastruktur kan ge upphov till att fler väljer att resa med cykel i stället för bil. Överflyttningen av resandet skulle innebära en reduktion av avgasutsläpp, icke-avgaspartiklar från vägtrafik, bulleremissioner och mindre trängsel i staden. Samtidigt skulle en sådan överflyttning ge en hälsofrämjande fysisk aktivitet som kommer att ge en positiv effekt på folkhälsan i landet.

Fotgängare och cyklister utgör en väsentlig del av andelen resor som genomförs enligt Figur 1 och nyttjas som både det primära resefordonet samt vid delresor i kombination med kollektivtrafiken. Mellan 2011 och 2021 har generellt resandet minskat. Under de senaste åren har en större minskning skett p.g.a. Covid-19-pandemin vilket påverkade kollektivtrafiken mest. Enligt (WSP, 2022) så konstateras att exempelvis kollektivtrafiken vunnit tillbaka dess resenärer och att fotgängare och cyklister har sett kraftiga ökningar i förhållanden till minskningarna. Den övergripande visionen ur dagens läge är att cyklandet bör ökas ytterligare för att nå ett mer hållbart transportsystem. För att nå denna vision har Sveriges riksdag har försökt definiera mål som att cyklandet ska fördubblas till år 2035 (Eriksson m.fl., 2022).



Figur 1: Resvanor för 2011 – 2021 för bil, kollektivtrafik och cykel- och gångtrafik (Trafikanalys 2011-2021).

2019 var andelen fotgängare 53% och andelen cyklister 47%.

2020 var andelen fotgängare 51% och andelen cyklister 49%.

2021 var andelen fotgängare 54% och andelen cyklister 46 %.

För att detta ska uppnås behöver mer fokus läggas på cykelvägnätets funktion för att uppnå en bra infrastruktur som är attraktiv att använda. Det finns idag en ganska bred kunskapsbas för cykelfrågor vad det gäller skador, säkerhet, miljö och hälsoeffekter men inte gällande själva infrastrukturen vilket är motivering av denna studie. I nuläget finns det brister i grunddata över standardnivån och kategorisering av cykelvägar, där de flesta standardkraven inte har cyklisterna som utgångspunkt utan biltrafiken (Niska, 2021). Detta gör det svårt att korrekt säkerställa en effektiv produktion och lämplig standard för konstruktionen. Förbättringar inom detta område kan öppna upp för nya utvecklingsmöjligheter för konstruktionen, t.ex. mer cirkuläret av ingående material och nya säkerhetslösningar.

Detta arbete kommer att ge en översikt över standardkraven för att potentiellt kunna överbygga suboptimering och standardnivåer.

1.2 Syfte och frågeställningar

Syfte med arbetet är att sammanställa en överblick över hur och vilka standardkrav ställs på gång- och cykelvägar (GC-vägar) i dagsläget, samt hur dessa kan variera för olika platser och hur väl lämpade kraven är utifrån resenärernas behov. Detta görs för att kunna bedöma och tillgodose utvecklingspotentialen av konstruktionen av gång- och cykelvägar samt säkerställa att rätt krav ställs på cykelvägar. Nedan följer frågeställningar arbetet kommer att undersöka:

- Hur dimensioneras GC-vägar i dagsläget?
- Vad är kommunernas syn på standarden av cykelinfrastrukturen?
- Hur skiljer det sig åt mellan olika städer och kommuner?
- Hur klassificeras och definieras olika gång- och cykelvägar?
- Hur kommunernas cykelprogram förhåller sig till de befintliga kraven på cykelvägar?
- Hur ställs kraven med hänsyn till nya och mer varierande fordonstyper? Exempelvis elcyklar, lastcyklar och lådcyklar.

1.3 Avgränsningar

Arbetet avgränsas till att endast hantera dimensionering och de tekniska kraven som ställs på vägkonstruktionen vid nybyggnation av gång- och cykelvägar inom Sverige. Arbetet hanterar specifikt friliggande gång- och cykelvägar som konstruerad efter trafikantgruppernas ändamål. Detta särskiljs från cykelfält vilket delar en konstruktion som är primärt dimensionerad för andra fordon, t.ex. cykelfält belagd på befintlig bilväg. Rapporten utgår ifrån perspektiv av fotgängare och cyklister andra fordonsslag trafikerar också denna typ av konstruktion till exempel moped och elsparkcyklar men avgränsas bort i detta arbete.

2 Metod

Insamling av data kommer först ske genom en litteraturstudie för att ge en grund till frågeställningarna. Därefter utförs kvalitativa forskningsmetoder för insamling av data, bland annat en intervjustudie. sedan analyseras olika planeringsdokument som underlag för fortsatt intervjustudie. Intervjuerna ska omfatta ett urval av kommuner utifrån en varierande storlek och lokalisering i landet för att ta hänsyn till frågor som storlek, miljö, ekonomi och personella resurser.

2.1 Litteraturstudie

En litteraturstudie kommer vara underlaget som intervjuerna baserar sig på och ska ligga som till grund för ämnesområdet. Litteraturstudien ska ge en grundläggande förståelse över hur gång-och cykelvägar dimensioneras i nuläget utifrån regelverken, för att sedan kunna analyseras och jämföras mellan olika kommuners för att undersöka hur väl dessa tillämpas. Det här görs genom en jämförelsestudie där olika planeringsdokument analyseras och jämförs med varandra. Fokuset kommer vara kommunernas tekniska handböcker (TH), vilket är det dokument som tillhandahålls av kommunens tekniska nämnd för projektering, planering och beslut inom samhällsbyggnadsprocessen. Den riktar sig till att ge stöd under hela planprocessen och ska nyttjas internt inom kommunal verksamhet, men ska även vara underlag för konsulter och entreprenörer.

2.2 Intervjustudie

Intervjuerna kommer utföras enligt en semistrukturerad intervjuteknik, som utgår från förutbestämda frågor som kommer ställas till samtliga respondenter (Paulsson, 2020). Följdfrågor och diskussion grundar sig på respondentens svar utifrån grundfrågan. Intervjustudien utförs i syftet för att utgöra en faktabas med standardiserande frågor/svar, med även för idéinsamling med öppna frågor mot en djupare förståelse av studieobjektet. Båda utfallen produceras mest effektivt med en semistrukturerad intervjuteknik som tillåter en flexibel intervju där de olika respondenters svar kan jämföras utifrån deras syn till vad som i grunden är samma fråga.

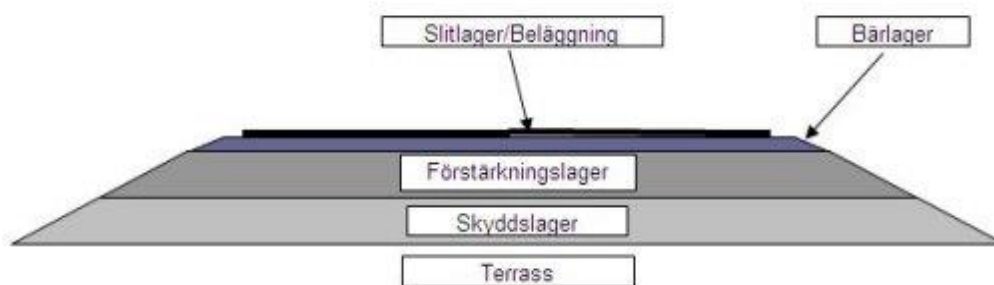
Urvalet av intervjupersoner kommer bestå av trafikingenjörer eller gatuingenjörer inom ett antal kommuner i Sverige. Urvalet görs för att få en tillförlitlig kompetens inom ämnesområdet med intervjupersoner som kan besvara frågorna utifrån respektive kommuns perspektiv. Kommunerna blir kontaktade för att förstå syftet med intervjun där intervjuguiden även medföljer vilket kommer ligga som grund till hela intervjun. Kommunerna har själva utsett en person som förväntas vara sakkunnig inom ämnet och lämpliga att besvara frågorna. Intervjuerna är tänkta att omfatta ett urval av cykelfrämjande

kommuner och som ska kunna täcka alla klimatzoner i första väljs kommuner utifrån Svenska Cykelstäder (2020) medlemslista.

3 Litteraturstudie

3.1 Vägens uppbyggnad

Väggroppen består av två delar: en överbyggnad, se Figur 2, och en underbyggnad. Överbyggnadens funktion är att fördela lasten så att underbyggnaden inte utsätts för större laster än den klarar av (Agardh och Parhamifar, 2014). Den ska också ge trafikanter den säkerhet och komfort som trafiken ställer. Det ingående materialet ska inte brytas ned av trafikens och klimatets inverkan inom dess dimensioneringsperiod. Överbyggnaden har tre huvuduppgifter: att dränera bort vatten; att motstå och sprida belastningar så att inte deformationer uppstår; och att erbjuda en jämn yta i längd och tvärled.



Figur 2: Väggroppens beståndsdelar (BDX och SSAB, 2014)

Överbyggnaden utgör normalt sätt den större delen av en vägs totala investering och delas in i tre huvudgrupper:

- Flexibla överbyggnader
- Styva överbyggnader
- Halvstyva överbyggnader

I Sverige är den vanligaste överbyggnadstypen en grusbitumenöverbyggnad (GBÖ) vilket är en flexibel överbyggnad och består vanligtvis av fem materiallager med olika egenskaper och funktion. Dessa beskrivs nedan.

3.1.1 Slitlager

Slitlagret är det överst belagda lagret i en överbyggnad och ska ge körbanan en god komfort och trafiksäkerhet. Slitlagret består vanligtvis av asfaltbetong (AB).

3.1.2 Bindlager

Bindlagrets syfte är att fördela trafiklasten där deformationsresistens är den viktigaste egenskapen i syfte att motstå plastiska deformationer och sprickbildningar. Ett bindlager används främst på gator och vägar med en hög

andel tungtrafik och därmed utelämnas vanligtvis vid tunnare konstruktioner där en i stället låg andel tung trafik förväntas.

3.1.3 Bundet bärlager

Ett bundet bärlager för en asfalterade konstruktion består av ett bitumenbundet bärlager som oftast benämns som AG-lager (AsfaltGrus) där den primära funktionen är att fördela trafikensbelastningar för att motverka deformationer och påkänningar i de nedra lagerna.

3.1.4 Obundet bärlager

Det obundna bärlagret ska fördela trafikens belastningar till underliggande lagren och består vanligtvis av krossat material som grus eller sten. Materialet i det obundna lagret ska bibehålla sina hållfasthetsegenskaper under hela väggroppen livslängd. Då bärlagergrus är ett spänningsberoende material så måste det packas mer utförligt för att en homogen fördelning av material.

3.1.5 Förstärkningslager

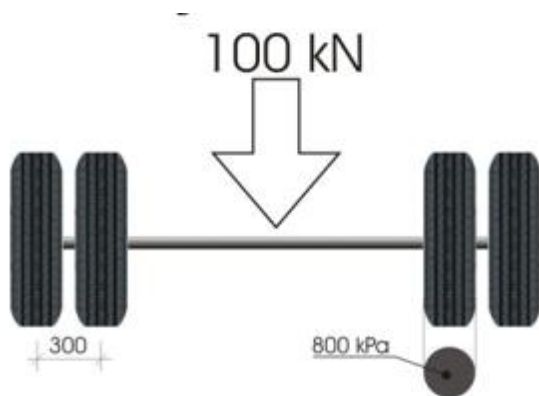
Förstärkningslagret består vanligtvis av krossat eller okrossat grus, bergkross eller sprängsten, där material om möjligt kan tas från området eller närliggande materialtäkter för att minimera transportkostnader. Funktionen är att omfördela trafiklasten från de övre lagerna ner i undergrunden. Förstärkningslagret kan också fungera som ett dränerande lager om det råder en risk för vatteninträngning.

3.1.6 Skyddslager

Ett skyddslager används främst av två anledningar. Den första anledningen är för att motverka tjällyftningar i områden med tjälfarligt material i undergrunden. Dessa områden har stor köldmängd ett skyddslager ändvänds exempelvis sällan i Klimatzon 1 i södra Sverige. Den andra anledningen är vid finkorniga undergrunder där skyddslagret fungerar som ett materialsiktande lager för att hindra inträngning av undergrundsmaterial.

3.2 Trafiklast

Vid dimensionering av överbyggnaden ska trafikbelastningen bestämmas vilket i dimensioneringsklass 1 (DK1) och 2 (DK2) görs med hjälp av en standardaxel som definieras i Figur 3. Trafikbelastningen syftar på antalet och storleken av den tryckpåkänning vägen kommer att utsättas för under sin livslängd.



Figur 3: Definitionen av en standaraxel enligt TRVINFRA-00224 (Trafikverket, 2022c)

För konstruktionen av GC-vägar ska de krav som ställs på överbyggnaden enligt TRVINFRA-00224 (Trafikverket, 2021c) gälla, där gång- och cykelvägar ska klara av enstaka fordon med högst 8 tons axellast. Den enstaka lasten ska beräknas för extremlast på 40 kN fördelat över en kvadratisk yta enligt Figur 4 med sidorna 200 mm.

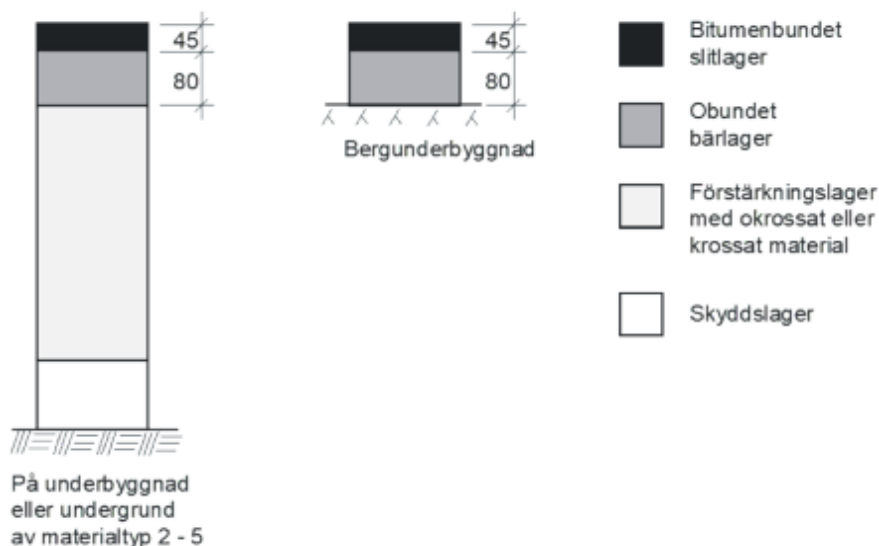


Figur 4: Enstaka last för överbyggnad till GC-väg, axellast mindre än eller lika med 8 ton. Längdmåtten är uttryckta i mm (Trafikverket, 2022c)

GC-vägar ska förutsättas att dimensioneras för en trafikbelastning om 150 000 standardaxlar. Om vägen däremot inte vinterväghålls ska beslut tas om vilken dimensionerad trafikbelastning för varje enstaka fall. En ”sommarcykelväg” faller in under denna kategori. Den tekniska livslängden som dimensioneras för nybyggnad är 20 år för bundet bärlager i asfalt och 40 år för vägunderbyggnaden enligt de obundna material livslängd överstiger de bundna betydligt.

3.3 Gång- och Cykelvägarsuppbyggnad

Principiellt är överbyggnaden för GC-vägar lik vägar för biltrafik med skillnaden att ett bundet bärlager enligt Figur 5 för en asfalterad vägbeläggning saknas (Trafikverket, 2022c). Vid ny belagd väg ska den sammanlagda tjockleken av de obundna lagren vara minst 250 mm.



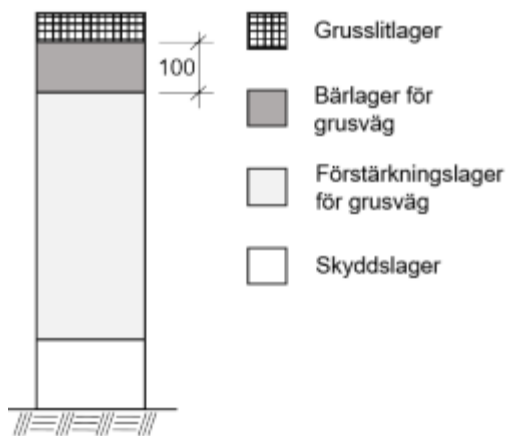
Figur 5: Konstruktiv utformning på överbyggnaden av GC-väg (Trafikverket, 2022)

Den vanligast beläggningsen i Sverige är en bituminös beläggning. Denna beläggning är bestående av stenmaterial av olika storlekar och sammanhållet av ett bituminöst bindemedel (bitumen). Det finns olika typer av beläggning med några standardbeläggningar. För beläggningsen är de prioriterade funktionsegenskaperna flexibilitet och åldringsresistens (Asfaltboken, 2013). Flexibiliteten anger beläggningsens förmåga att motstå böjningar utan brott i de underliggande lager. Flexibiliteten är viktig för tunna asfaltlager på bland annat GC-vägar då rörelser ofta uppstår som en följd av tunna överbyggnader och otillräcklig dränering och bärighet i de underliggande lager. Åldringsresistens är en annan viktig faktor då beläggningsen inte utsätts av nötnings slitage från dubbdäckstrafik till skillnad från bilvägar. Det medför ofta att konstruktionen kan överträffa sin livslängd ur en belastningssynpunkt. För att uppnå detta krävs en asfalt med relativt liten kornstorlek, högst 8 eller 11 mm, som behöver vara homogen, tät, välpackad och berikat med bindemedel. De här faktorerna resulterar i att en massabeläggning med tät asfaltbetong (ABT) används, mer specifikt en ABT 8 eller 11 160/220 bitumen. 160/220 anger penetrationstalet och är ett vanligt sätt att ange bitumenkvaliteten och beskriver penetrationstalet vid standardiserad provning om 25 °C. Detta mäts genom en nål med en viss tyngd låts sjunka ner i ett materialprov under en viss tid (SS-EN 1426:2015). Penetrationstalet anger hur många millimeter nålen sjunker in och anges som ett intervall exempelvis 160/220.

3.4 Grusöverbyggnad

Grusöverbyggnader är inte avsedda att förses med någon beläggning och kommer i stället nyttja ett slitlager av grus med en tjocklek på 50–100 mm (Trafikverket, 2022c). För grusöverbyggnader regleras förstärkningslagrets tjocklek med hänsyn till bärigheten. Eventuellt skyddslager och

förstärkningslager regleras mot tjällyftning. Figur 6 är en konstruktiv uppbyggnad av en grusöverbyggnad.



Figur 6: Konstruktiv uppbyggnad av grusöverbyggnad (Trafikverket, 2022c).

Grusöverbyggnader kan förutsättas att användas vid en årsdygnstrafik $\dot{A}DT_{tot} < 250$ eller vid enklare konstruktioner med låga trafikbelastningar vilket gör dem lämpliga att brukas med cykel som kan exemplifieras av sommarcykelvägar, se kapitel Sommarcykelväg 3.13. Grusöverbyggnader är även ett alternativ vid tillfälliga trafiklösningar. Grusöverbyggnader dimensioneras enligt Tabell 1 baserat på klimatzon och undergrundens materialtyp

Tabell 1: Grusöverbyggnad (GÖ), med hänsyn till ÅDT, klimatzon och undergrundsmaterial (Trafikverket, 2022c). Lagertjocklekar anges i mm.

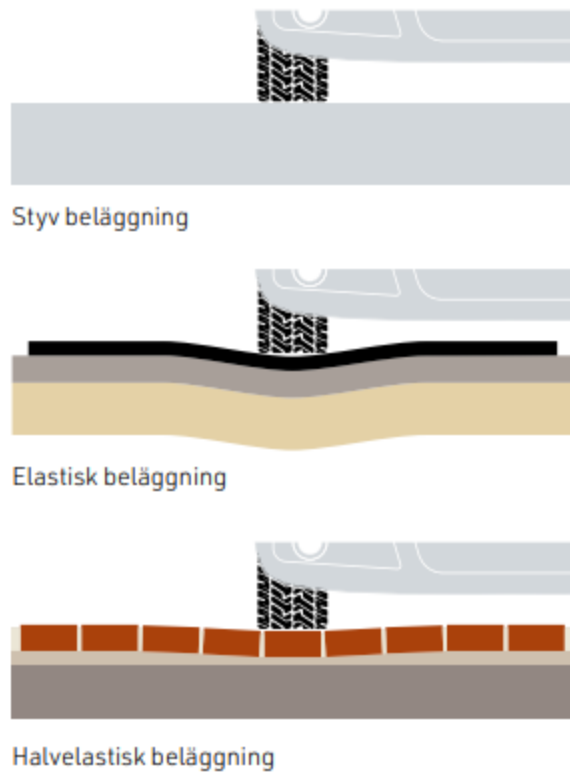
	ÅDT 0-250							
	Samtliga klimatzoner		Klimatzon 1		Klimatzon 2 och 3		Klimatzon 4 och 5	
Undergrundens Materialtyp:	1	2	3	4 och 5	3	4 och 5	3	4 och 5
Gruslitlager	50–90							
Bärlager för grusväg	100							
Förstärkningslager för grusväg	200	250	350	500	450	500	550	600 (350)
Skyddslager	0	0	0	0	0	0	0	0 (250)
Materialskiljande lager	Nej		I vissa fall	Ja	I vissa fall	Ja	I vissa fall	ja
Total överbyggnad exklusive slitlager	300	350	450	600	550	650	650	700
Lagertjocklekar inom parantes anger en alternativ överbyggnad där förstärkningslagrets undre del ersätts med skyddslager								

3.5 Överbyggnad av marksten och plattor

Marksten och plattor utgör konstruktionens slitlager i den här typen av överbyggnad och har högslitsyrka och god beständighet (Svensk Markbetong, 2019). Denna typ av beläggning används främst vid lägre hastigheter då dess ytstruktur och fogar ger upphov till svaga vibrationer som väcker större uppmärksamhet hos föraren och en lägre färdhastighet. Marksten och plattor förekommer i olika storlekar, former och färger vilket erbjuder större möjligheter till formgivandet av gatans estetisk och gestaltning. Denna typ av beläggning kan ha en varierande ytstruktur vilket ger många estiska möjligheter såsom funktionella. Markstenbeläggningar är därmed vanligt förekommande i ett blandtrafiksystem för att tydligt indikera för trafikanterna att de nu befinner sig i ett blandtrafikssystem. Marksten nyttjas oftast på kommunala gator med hastigheter upp till 50 km/h. Plattor av exempelvis betong förekommer på trottoarer, parker och torganläggningar. Plattor är inte väl lämpade för fordonstrafikerade ytor och används därmed endast inom områden där fordonstrafiken är gles.

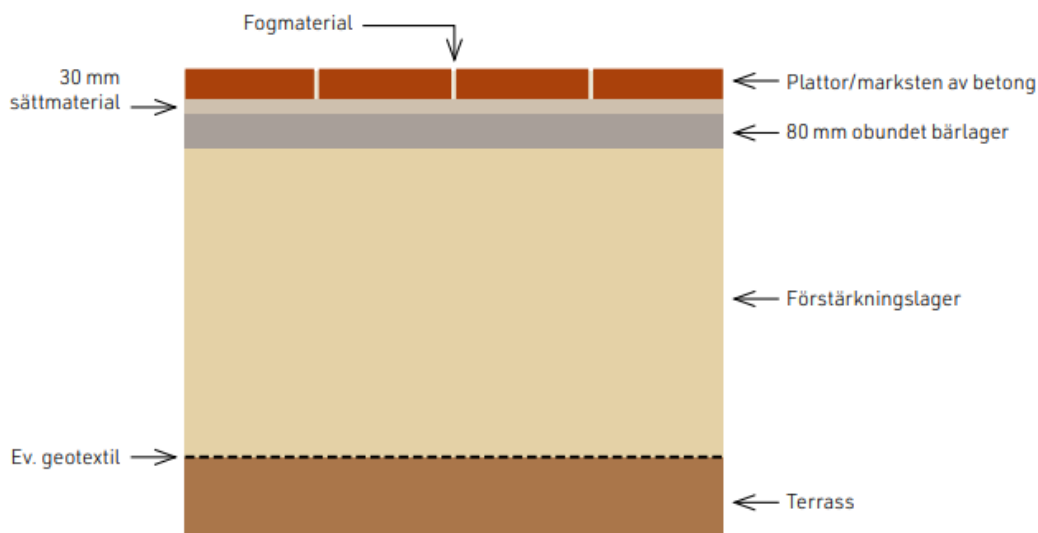
Marksten och plattors egenskaper kan teknisk beskrivas likadant. Beläggningen beskrivs som en halvelastisk beläggning, se Figur 7, som består av styva enheter

själva markstenen/plattor som binds samman och fylls med elastiska fogar. Fogarna är väsentliga för att de individuella enheterna ska kunna samverka och fördela lasten så det är avgörande att fogarna är välfyllda med fogmaterial.



Figur 7: Styv, elastisk och halvelastisk beläggning (Svensk Markbetong, 2019).

En överbyggnad bestående av marksten och plattor är lik den som använder sig av en asfaltbetong, med ett tillägg bestående av ett sättlager som utgör underlaget för de individuella stenarna/plattorna. Sättlagret ska vara en jämn tjocklek på 30 mm där en obunden konstruktion (se Figur 8) För en bunden konstruktion ska sättlagret vara 30–50 mm se Bilaga 5.1 där ytterligare ett lager ska föras mellan det bundna lagret och förstärkningslager som en avjämning. Sättmaterial måste också tillgodose dränering av vatten så att det inte samlas i konstruktionen och måste därför bestå av bergartskorn som inte vittrar.



Figur 8: Konstruktiv utformning av överbyggnadstyp marksten och plattor med ett obundet bärlager (Svensk Markbetong, 2019).

Den största skillnaden mellan plattor och marksten är att marksten normalt läggs ut i mönster som skapar en låsning mellan stenarna. Plattbeläggningar ger inte samma låseffekt vilket kan ge upphov till rörelse eller glidning mellan enheterna. Därmed ger markstensbeläggningen en bättre lastöverföring och högre bärighet.

Dimensionering sker främst med hänsyn till förväntad trafiklast. Vanligtvis så görs detta med ett trafikklassningssystem. Det är viktigt att påpeka att modellen om en fiktiv axel beskrivit under kapitel 3.2 endast beaktar vertikala belastningar. För mark-/plattbeläggningar kan detta påverka konstruktionens livslängd då horisontellbelastningar från exempelvis svängande och vridande hjul kan ha en större effekt (Svensk markbetong, 2019). Detta genom att påfresta kantstöden och fogarna som är avgörande för beläggningens lastspridningsförmåga. För att enklare bedöma trafiklasten tillämpas vanligtvis trafikklasser som anger ett intervall av trafikbelastning. Systemet om uppdelade trafikklasser används inte längre av Trafikverket men är vanligt förekommande på kommunala nivåer. Uppdelningen av trafikklasser beskrivs senare under Kapitel 3.6. Denna typ av beläggning används främst upp till trafikklass 4 och överstigs endast om särskilda utredningar tillåter detta. Överbyggnader av typ marksten/plattor är inte heller lämpliga på en terrass utav material typ 6 och 7, se Tabell 3 .

Dimensionering av lagertjocklekar görs enligt Bilaga 5.2 för markstensöverbyggnad med ett obundet bärlager. Liknande dimensioneringsgång för betongmarkplattor med bundet bärlager erfordras av Svensk Markbetong (2019) där samma metodik tillämpas för båda.

Överbyggnaden för trafikklass 1–4 använder 80 mm marksten och om annan tjocklek eftersträvas justeras den enligt Bilaga 5.3. Krossat material eftersträvas av naturskäl men om okrossat material tillämpas justeras det enligt Bilaga 5.4. Till slut kontrolleras överbyggnaden mot tjällfarlighetsklassen för samtliga trafikklasser enligt Bilaga 5.5.

För en dimensionering av en överbyggnad med markplattor tillämpas i stället Bilaga 5.6 som kontrolleras mot tjällyft Bilaga 5.5. En liknande metod för ett bundet bärlager ges av Svensk Markbetong (2019).

3.6 Dimensionering av gång och cykelvägar

Dimensionering av en ny vägöverbyggnad genomförs för att bestämma en tillräcklig tjocklek av respektive material i överbyggnaden. Tillämpningen av en lämplig dimensioneringsmetod kan förhindra onödiga kostnader i framtiden då t.ex. en underdimensionering skulle medföra ökade framtida kostnader i form av drift-och underhållsåtgärder medan ett överdimensionerat vägobjekt skulle innebära onödiga konstruktionskostnader (Agardh och Parhamifar, 2014).

Enligt Svenska normer ingår tre olika dimensioneringsmetoder enligt TRVINFRA-00224 om ”Överbyggnad väg, Dimensionering och Utformning” (Trafikverket, 2022c):

DK1

Dimensioneringsklass 1 (DK1) används vid lågtrafikerade vägar med en maximal trafikbelastning på 500 000 standardaxlar under dimensioneringsperioden en standardaxel definieras i Kapitel 3.4.1 Trafiklast. DK1 dimensioneras enligt Tabell- och indexmetoden.

DK2

Dimensioneringsklass 2 (DK2) är en empirisk-mekanistiskt dimensioneringsmetod och används för en trafikbelastning större än 500 000 standaraxlar. DK2 förutsätter en linjär-elastisk teori och dimensioneringsmetoden används för att beräkna töjningar och spänningar orsakade av trafikbelastningar i överbyggnaden. För att göra detta används datorprogrammet PMS-Objekt som beräkningsverktyg och beslutshjälpmiddel.

DK3

Dimensioneringsklass 3 (DK3) tillämpas vid extremlaster som ger stor frihet på hur vägen ska dimensioneras då andra metoder än linjär-elastiska kan användas. Denna metod är den mest avancerande och består av mekanistiska och laboratorieprovningmetoder som inte omfattas i DK1 eller DK2.

DK2 är den vanligaste klassen där PMS-Objekt är den primära metoden för dimensionering av vägöverbyggnader i Sverige. Denna metod används även vid dimensionering av GC-vägar med anpassade förutsättningar. Följande ingångsdata om vägobjektet som behövs för DK2 är:

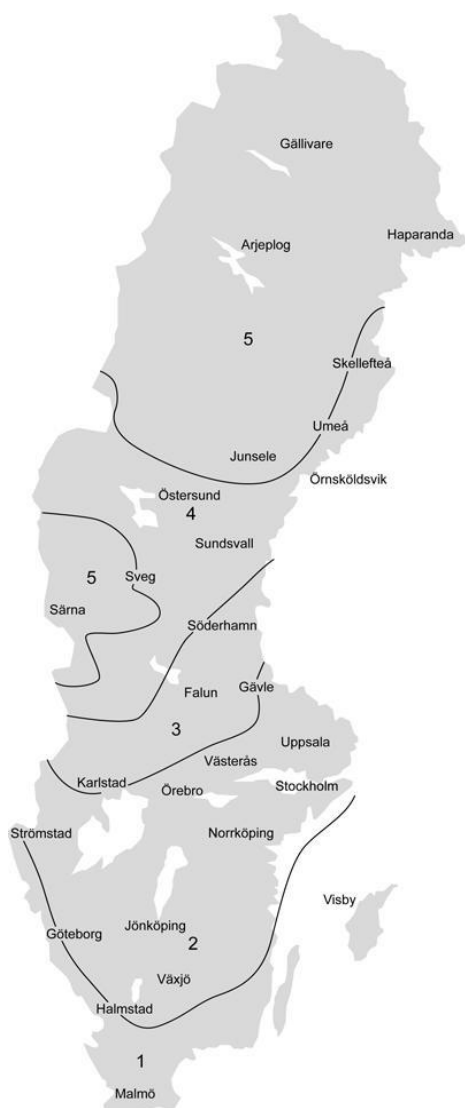
- Trafiklast
- Klimatzon
- Terassmaterial
- Typ av överbyggnad
- Dimensioneringsperiod

DK3

Dimensioneringsklass 3 (DK3) tillämpas vid extremlaster som ger stor frihet på hur vägen ska dimensioneras då andra metoder än linjär-elastiska kan användas. Denna metod är den mest avancerade och består av mekanistiska och laboratorieprovningmetoder som inte omfattas i DK1 eller DK2.

3.7 Klimatzon och terassmaterial

Vid dimensionering enligt DK1 och DK2 tillämpas en klimatzonindelning av Sverige i fem klimatzoner, se Figur 9. Klimatzonen är en viktig faktor vid dimensionering och påverkar främst bärighetsfaktorerna genom temperatur och fukt. Höga temperaturer på exempelvis sommaren minskar stabiliteten hos bitumenbundna material vilket kan leda till spårbildning. Det är också ett väsentligt för att bestämma de befintliga förhållanden som råder.



Figur 9: Klimatzon 1-5 (Trafikverket, 2022c).

Vid låga temperaturer som är 0 °C eller mindre anses jorden frusen, även benämnt som tjälattillstånd. Tjälfarlighet medför stora problem för beläggningen genom främst tjällossning som orsakas av tö- och fryscyklar, då detta gör att vägen expanderar och lyfts när den fryser. Tjälskador uppstår därmed på grund av att marken lyfter ojämnt i tvärled vilket kan orsaka tjällsprickor. Vid tjällossning tinar sedan tjälenn upp och kan bygga upp ett överskott av vatten i konstruktionen som kan resultera i bärighetsskador i hand med att vägen trafikeras. På grund av krav på sprickfrihet får tjällyftningar på GC-väg inte överstiga 100 mm.

Maximalt tillåtna vertikala trycktöjningen fördelas -baserat på klimatzonen för överbyggnader med friktionsjord eller kohesionsjord enligt Tabell 2.

Tabell 2: Maximal vertikal trycktöjning på friktionsjord och kohesionsjord enligt TRVINFRA-00224 (Trafikverket, 2022c)

Klimatzon	1	2	3	4	5
Töjning Friktionsjord	0,0025	0,0024	0,0023	0,0022	0,0021
Töjning kohesionsjord	0,0018	0,0017	0,0016	0,0015	0,0014

Vid dimensionering av överbyggnad delas materialegenskaper för jord och bergmaterial i underbyggnaden in enligt AMA Anläggning CB/1 som visas i Tabell 3. Jordarter kategoriseras även enligt en tjällfarlighetsklass beroende på dess tjällyftande egenskaper, se Tabell 4.

Tabell 3: Indelning av Materialtyper enligt AMA CB/1 (Trafikverket, 2008)

Materialtyp	Bergtyp	Kulkvarnsvärde	Halten av (vikts-%)			Exempel på jordarter	Tjälfarlighetsklass
			Finjord	Ler	Organisk-jord		
1	1	≤18 19-30	<10		≤2		1
2	2		≤15		≤2	Bo, Co, Gr, Sa, saGr, grSa, GrMn, SaMn	1
3A	3	>30	≤30		≤2		2
3B			16-30		≤2	siSa, siGr, siSa Mn, siGr, Mn	2
4A			31-40		≤2	clMn	3
4B			>40	>40	≤2	Cl, ClMn	3
5A			>40	≤40	≤2	Si, clSi, siCl, SiMn	4
5B					3-6	gyCl, gySi	4
6A				7-20		clGy, siDy	3
6B				<20	<	Pt, Gy	1
7	Övriga material Enligt särskild utredning					Restprodukter återvunna material m.m.	

Tabell 4: Tjällfarlighetsklasser (Trafikverket, 2022).

Tjällfarlighetsklass	Beskrivning
1	Icke tjällyftande jordarter
2	Något tjällyftande jordarter
3	Måttligt tjällyftande jordarter
4	Mycket tjällyftande jordarter

3.8 Trafikklass

Trafikklassen bestäms utifrån hur många standardaxlar som kommer belasta beläggningen under hela dess livslängd och bestäms enligt Tabell 5. Som tidigare nämnt förekommer användandet av trafikklasser då dessa ger en översikt av den tillåtna trafiken. Alla beräkningsgångar som redovisar det tillåtna antalet standardaxlar beskrivs i TRVINFRA (Trafikverket, 2022c), dock är själva klassindelningen är inte längre något som Trafikverket definierar. Ursprungligen definierades sju trafikklasser i VÄG 94 (Vägverket, 1994, se Tabell 6) men har uteslutits sedan ATB VÄG 2005 (Vägverket, 2005). Svensk markbetong (2019) har en egen indelning där gångbana (G), gång-och cykelväg (GC) och 0 ingår Tabell 7 **Fel! Hittar inte referensälla.** Indelningen sträcker sig endast upp till trafikklass 4, d.v.s. 5 000 000 standardaxlar enligt definition i VÄG 94, vilket reflekterar de ytor som skulle beläggas med marktsten och plattor.

Tabell 5: Tillåtet antal standardaxlar indelade i trafikklasser (Svensk Markbetong, 2019).

Tillåtet antal standardaxlar ($\times 10^6$)	Trafikklass	Notering
0	G	Inga fordon förekommer
0	GC	Enstakafordon där axiellast <8 ton
<50 000	0	Trafikering av tunga fordon (16 ton axellast)
50 000–250 000	1a	Brandväg, torgytor, gångfartsområde, gågator
250 000–500 000	1b	Delade gatuutrymmen, mindre gator
500 000–1 000 000	2	Gator, vägar
1 000 000 – 2 500 000	3	Gator, vägar
2 500 000–5 000 000	4	Gator, vägar

>5 000 000	5	Särskild utredning krävs
------------	---	--------------------------

Tabell 6: Tillåtet antal Standardaxlar indelade i trafikklasser enligt Väg 94 (Vägverket, 1994)

Tillåtet antal standardaxlar ($\times 10^6$)	Trafikklass
0,5	1
1,0	2
2,5	3
5,0	4
9,0	5
19,0	6
>19,0	7

Svensk markbetong (2019) beskriver även en förenklad metod till en trafikklassindelning i urbana miljöer (se Tabell 7). Denna metod fungerar endast upp till trafikklass 2. Gatuförhållanden som kan innehålla högre trafikklasser än två såsom bussgator och genomfartsleder rekommenderas att bestämmas enligt Trafikverkets beräkningsmodell (Trafikverket, 2022c) för trafiklast och ekvivalenta standardaxlar eller Svensk Markbetongs analysverktyg (Svensk Markbetong, 2019). Den förenklade metoden utgår från lätta fordon som kan tänkas vistas i dessa gatumiljöer d.v.s. med en total vikt om 3,5 ton eller lägre. I Figur 10 **Fel! Hittar inte referensälla.** illustreras de olika fordonsgrupper som har liknande axelkonfigurationer och totalvikt som denna metod hanterar.

Båda metoderna som beskrivits i detta kapitel är enklare metoder för att uppskatta trafikbelastningen under den tekniska livslängden. I praktiken tillämpas ofta trafikklasser på kommunal nivå för att översiktligt kategorisera olika typer av vägar. Då Trafikverket inte längre använder ett trafikklasssystem förekommer alla olika benämningar och definitioner som har nämnts tidigare. Det är även viktigt att påpeka att kommuner kan även ha egna uppdelningar som inte överensstämmer med någon av dessa definitioner.

Tabell 7: Förenklad trafikklassindelning (Svensk Markbetong, 2019).

	Typfordon 1	Typfordon 2	Typfordon 3	Typfordon 4
Trafikklass	Maxantal per dag			
G	10	0	0	0
G/C	100	10	0	0
0	1000	100	10	0
1 a	1000	1000	50	0
1 b	1000	1000	100	10
2	1000	1000	100	100



Figur 10: Fordonstyper för förenklad trafikklassindelning (Sveriges lantbruksuniversitet, 2017).

3.9 Vägytans egenskaper

Vägytan är väsentligt för trafikantens säkerhet, speciellt för fotgängare och cyklister. Det innebär att vägen inte ska innebära några oacceptabla risker vid användandet som halka, fall eller kollisioner. Singelolyckor står för cirka 70% av alla olyckor som drabbar cyklister (Niska, 2013) där majoritet av olyckorna är kopplade till väglagets tillstånd vid olyckan. För fotgängare och cyklister är vinterväglaget den största olycksfaktor där halka är den vanligaste orsaken, vilket kan relateras till drift och underhåll. Kraven som redogörs här nedan är de krav som ställs vid barmarksförhållande på det färdiga lagrets yta. Kraven som beskrivs gäller på trafikerade beläggningsslag som friktion, jämnhet och tvärfall.

3.9.1 Friktionskrav

För GC-vägar gäller samma friktionskrav som för övriga vägar och gäller under garantitiden. Där gäller ett medeltal på friktionstalet som ska vara $\leq 0,50$ på en 20-metersträcka TDOK 2014:0134 (Trafikverket, 2020a). Metoden för bestämning av friktionstalet bygger på skidometerprincipen med bromsat mät hjul.

Friktionskraven gäller som tidigare nämnt endast vid barmarksförhållanden. För konstruktionen är dessa krav samma för bilvägar och det är osäkert vilken anpassning kan göras för fotgängare och cyklister då få tester har gjorts inom detta område. Utifrån tidigare tester (Strandberg m.fl., 1985) kontrollerades gångfriktion där ett friktionstal på 0,2 bestämdes till att vara halkfri vid barmarksförhållanden. För cyklister finns få tester vid barmarksförhållanden där det främst är cykeldäckets friktion mot ytan som skulle behöva undersökas. I nuläget kan det konstateras att alla halkolyckor är en drift- och underhållsfråga, där det är snö, is, löv, smuts och andra material som ligger på ytan som har lett till förlorat väggrepp (Sjögren m.fl., 2020). Konstruktionens egenskaper har sällan legat som grund till olyckan och att andelen av fallolyckor som sker vid rullgrus är 20% och vid annan orsak (löv, smuts) 12% av alla halkolyckor. Idag existerar inga metoder för att mäta halka på grund av rullgrus utan där behöver nya metoder utvecklas.

Konsensusen är att ett friktionstal på 0,5 är troligtvis tillräckligt och skulle täcka även de värsta situationerna som kan tänkas uppstå (Sjögren m.fl., 2020). Dock var 0,5 aldrig ett gränsvärde utifrån fotgängares och cyklisters perspektiv där vidare studie skulle behövas göras. Anledningen är främst mät hastighet där standarden är 70 km/h vilket inte bör användas på gator i städerna utifrån mätningar med Surface Friktion Tester (SFT) rekommendation är att istället använda 40 km/h. För GC-vägar var rekommendation att använda Portable Friktion Tester (PFT), vilket är en handhållen version som sker med gånghastighet tillskillnad från SFT vilket utnyttjar ett bilfordon för högre hastigheter. Friktionstalet föreslås även höjas till 0,55 där medelvärdet vid ett mätavsnitt på 20 meter kan diskuteras, då detta är troligtvis orimligt långt och bör gälla för mindre avsnitt för gång och cykel för att minimera variationen på friktion.

3.9.2 Jämnhet

Krav på jämnhet uppmätt längs önskad vägprofil som skulle täcka ojämnheter ska utföras med en tre meter lång rätskiva förlagd i godtycklig riktning för att bestämma jämnhetstoleransen som största tillåtna avvikelser enligt TDOK 2014:0136.

Tabell 8: Jämnhetstolerans på överbyggnadslager Enligt AMA DCC.2 (Svensk byggtjänst, 2020).

Överbyggnadslager	Jämnhetstolerans (mm)
Slitlager, kategori-B	4
Slitlager kategori-C	6
Bärlager	6
Bärlager (indränkt makadam)	9

3.9.3 Tvärfall

Gångbanor/gångytor ska ha ett tvärfall på 1 – 2 %, vilket även vägar för gång-, cykel- och mopedtrafik (GCM-vägar) och cykelvägar ska ha vid raksträckor enligt Vägar och gators och utformning (VGU) kravdokument (Trafikverket, 2022c).

3.9.4 Längslutning

Längslutning är den lutning i längdled som bestäms utifrån fordons framkomlighet och säkerhet. Det eftersträvas alltid att uppnå kraven om god standard eftersträvas alltid men topografiska förutsättningar eller begräsningar vid komplettering av befintlig miljö kan vara faktorer som försvårar detta. Lutningar ska vara mindre vid korsningar eller hållplatser för att inte begränsa sikt och underlätta vid start och stopp av fordon (Trafikverket, 2022a). Gångvägar/ytor ska ha en längslutning på $\leq 2\%$, men med motivering kan Tabell 9 tillämpas. Den största godtagbara lutningen får endast nyttjas om alternativ färdväg finns för personer med rörelsenedsättning. På alla lutningar större än 2% måste vilplan finnas med en höjdskillnad på högst 0,5 m, men undantag finns om motiverat av beställaren. Vilplanen måste ha en lutning mindre än 2% och en längd större än 2 m. Cykel och GCM-vägar får inte ha en större längslutning än vad Tabell 10 anger. På GC-vägar gäller att det resulterande snedlutningen inte understiger 0,5 % och inte överstiger 5%. Den största godtagbara lutningen av cykelvägar kräver tunga motiveringar av beställaren för att tillämpas då en alternativ färdväg för personer med rörelsenedsättning sällan finns inom rimliga avstånd.

Tabell 9: Största lutning på gångvägar/ytor (VGU, 2022a)

Nivåskillnad/lutning	Gångväg/-yta som dimensioneras för rullstol	Övriga ytor	
		Önskvärd största lutning %	Största godtagbara lutning %
< 1 m	$\leq 2\%$	5 %	8 %
1 – 2 m	$\leq 2\%$	5 %	7,5 %
2 – 4 m	$\leq 2\%$	4,5 %	7 %

4 – 6 m	≤ 2 %	4 %	6,5 %
6–8 m	≤ 2 %	4 %	6 %
8 – 10 m	≤ 2 %	4 %	6 %

Tabell 10: Största lutning på cykelvägar (VGU, 2022a)

Nivåskillnad (m)	Önskvärd största lutning (%)	Största godtagbara lutning (%)
<1	7	8
1 – 2	6	8
2 – 4	4	8
4 – 6	3	8
6 – 8	2,5	7
8 - 10	2	7

I VGUs rådsdokument (VGU, 2022b) beskrivs att lutningar på cykelvägar, om möjligt inte, vara större än 3%. Vid lutningar större än 2 % bör anslutande åtgärder som ledstänger och sittmöjligheter finnas. För lutningar större än 2% för gångbanor är det önskvärt att ha vilplan för att rullstolsburna personer inte ska ha svårigheter att transportera sig uppför lutning samt färdas med en bekväm hastighet vid nedlutning. Medlut på cykelvägar bör ses över då det kan medföra högre hastigheter. Där kan körfältsbredd, stoppsträckor och separering av fotgängare kan vara önskvärd.

3.10 Kategorisering av gång- och cykelvägar

3.10.1 Kravnivåer enligt AMA

Sedan tidigare har Vägverket framställt utförande krav på anläggningen av vägar i Allmän material och arbetsbeskrivning (AMA) 98 (Svenskbyggtjänst, 1998) där en indelning av kategorier utformades. Anledning var att Vägverkets höga krav på riksvägnätet inte skulle bli styrande vid byggandet av mindre vägar. Detta medförde en kategorisering utifrån tre kategorier. AMA är ett referensverk för att upprätta tekniska beskrivningar för utförandeentreprenader. Denna rapport kommer endast behandla AMA Anläggning (Svenskbyggtjänst, 2020) då det är det referensverket som används vid anläggandet av GC-vägar. I samband med AMA Anläggning 20 ska anslutande ändringar och tillägg av Trafikverket användas enligt TDOK 2020:0245 (Trafikverket, 2021). Det finns tre olika kategorier, A, B och C.

Kategori-A

Står för Trafikverkets krav. Anslutande kravdokument är gällande för Bitumenbundna lager TDOK 2013:0592 (Trafikverket, 2020b), Obundna lager i vägkonstruktionen TDOK 2013 (Trafikverket, 2017), tätskikt på broar TDOK

2013:0531 (Trafikverket, 2014b) och alternativa material för vägkonstruktioner TDOK 2013:0532 (Trafikverket, 2014a).

Kategori-B

Representerar den kravnivå som ställs på kommunala gator och beskrivs i AMA Anläggning (Svenskbyggtjänst, 2020).

Kategori-C

Behandlar enklare utförande på mindre skalor och gäller för gångtor, parkvägar etcetera och beskrivs även i AMA Anläggning (Svenskbyggtjänst, 2020).

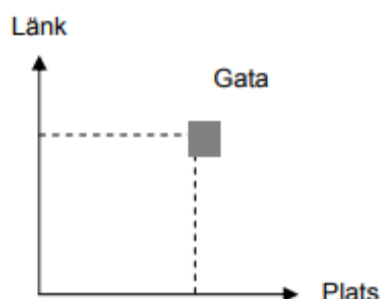
3.11 Cykelvägnätet uppbyggnad

Cykelnätet delas in i två funktionsindelningar: ett övergripande nät och ett lokalt nät (Sundvall, 2006). Det övergripande nätet skapar en grund i ett sammanhängande cykelvägnät genom att förbinda målpunkter i täta stadsområden. Det lokala cykelvägnätet ska knyta samman tills det övergripandenätet för att ansluta fastigheter, grannskap och arbetsplatser (Göteborg Stad, 2015). Nätklassen ger också upphov till visst funktionskrav som hastighetsstandard och komfort (Tabell 11)

Tabell 11: Funktionskrav på cykelvägnätet utifrån funktionsområde (Göteborg Stad, 2015)

Funktionsområde	Funktionskrav		
	Pendlingscykelnät	Övergripande cykelnät	Lokalt cykelnät
Hastighetsstandard	30 km/h på en sträcka mellan korsningspunkter.	20 km/h på sträcka mellan korsningspunkter.	Inga krav
Framkomlighet och flyt	Minsta medelhastighet 20 km/h På en sträcka av 2000 meter	Minsta medelhastighet 15 km/h på en sträcka av 2000 meter	Inga krav
Möjlighet för olika cyklister att cykla i olika hastigheter	Möjlighet till säkra omcyklingar, oavsett cykelvolym	Möjlighet till säkra omcyklingar, oavsett cykelvolym	Inga krav
God komfort	Cykel med väl pumpade däck ska kunna framföras utan skakningar eller stötar.	Cykel med väl pumpade däck ska kunna framföras utan skakningar eller stötar	Cykel med väl pumpade däck ska kunna framföras utan skakningar eller stötar, undantag kan göras i grönområden

Inom stadsplanering klassificeras sedan enskilda gator utifrån dess funktion. Den grundläggande klassificering baserar sig på två punkter: länkstatus och platsstatus enligt Figur 11 (Svensson m.fl., 2004).

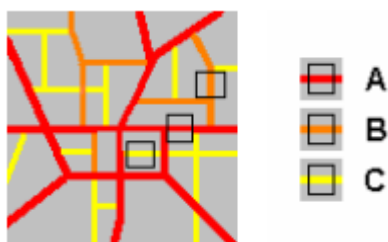


Figur 11: Klassificering av gata baserar sig på plats och länkstatus (Svensson m.fl., 2004).

Länkstatus anger gatusektionens strategiska betydelse som en länk i det nätverk den tillhör. Det är viktigt att påpeka att länkstatus kan uppfyllas genom olika medel för att transportera sig längs gatan. Sedan tidigare har den utgått från biltrafiken på grund av dess dominerande faktor i tidigare stadsplanering men även dess fysiska kapacitet jämfört med andra trafikslag. Numera ska individuell länkstatus bestämma för varje trafikslag relativt till dess roll i nätverket (Svensson m.fl., 2004).

Platsstatus representerar den geografiska platsen av gatusektionen i förhållande till staden som ett helhetsobjekt. Där urskiljs exempelvis attraktiva målpunkter som är kritiska punkter för hela staden från platser som kanske spelar en mer lokal roll.

Utifrån klassificerings grunder har tre nivåer på gator framkommit i staden: Huvudgata; Lokalgata; och Uppsamlingsgata, vilket illustreras utifrån en hierarki i Figur 12. De här tre typerna är den generella benämningen på gator inom kommuner och det som vanligtvis tillämpas i kommunens tekniska handbok.



Figur 12: Exempel på gatuklassificering i olika nivåer där A, är huvudgata, B är uppsamlingsgata och C är lokalgata (Svensson m.fl., 2004)

3.12 Pendlingstråk

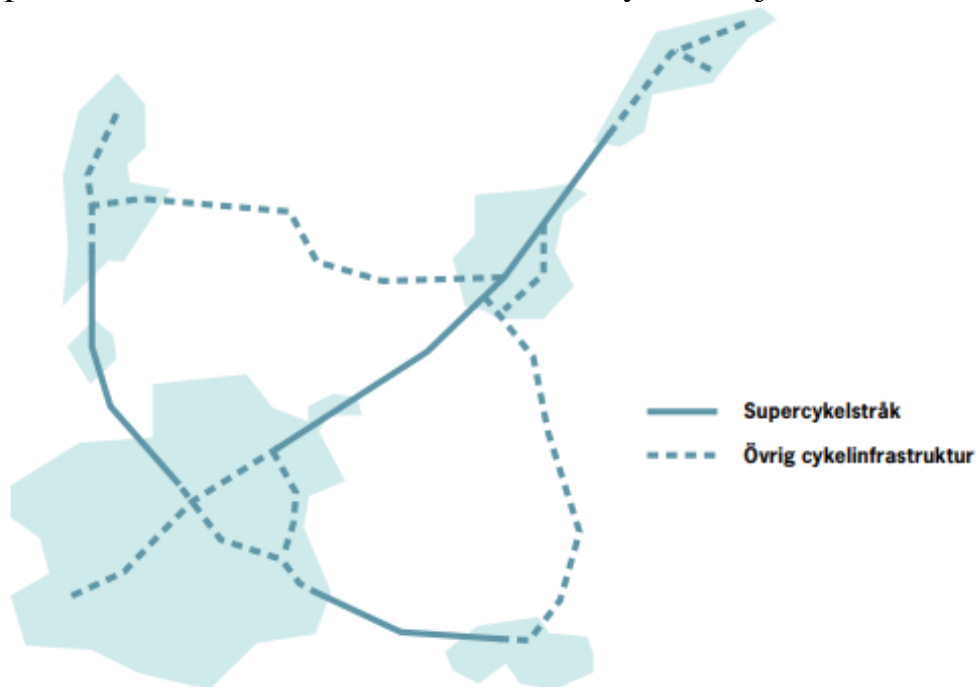
Ett pendlingcykelstråk ställer det högsta kravet på god framkomlighet och inga konflikter med andra trafikanter (Region Skåne, 2019). Detta för att kunna uppnå en så jämn fart som möjligt för att effektivisera transporten med cykel. För pendlingcykelstråk är det cyklister som ligger i fokus och kännetecknas av följande egenskaper:

- Långa stråk
- Breda cykelvägar
- Prioriterad framkomlighet för cykel även genom korsningar
- Hög komfort som främst uppnås av en jämn beläggning
- Hög drift- och underhållsstandard året runt
- Vällbelyst

Pendlingsstråken ska vara till för alla cyklister och ska inte begränsa cyklisters hastighet eftersom den ska brukas för alla längre cyklesor och inte endast arbets- eller pendlingssyfte. Mer grundläggande ska den förbinda större målpunkter i nätet. Detta appliceras vanligtvis på två sätt genom ”Snabbcykelleder” som kan hittas i exempelvis Uppsala (Uppsala kommun, 2022) som kan förekomma i staden för att öka cykeltrafiken, men även som ”Supercykelstråk” eller pendlingstråk utanför staden i syfte att förbinda grannkommuner till befintligt cykelnät.

3.12.1 Supercykelstråk

Supercykelstråk är ett koncept för pendling med cyklandet som primärt har tagit framfart i Skåne för att förbinda tätorter in i större orter för att bilda en starkare cykelregion (Region Skåne, 2019). Figur 13 är en principskiss på supercykelstråk som ska gå till större städer för att överlämna cyklister vidare i cykelinfrastrukturen. Den ska finnas som ett alternativ till bilen och ett komplement till kollektivtrafiken för att öka cykelfrämjandet.



Figur 13: Principskiss för supercykelstråk mellan orter (Ramboll, 2019)

Supercykelstråk ska vara en standardhöjning från de regionala pendlingsstråken som finns idag. Utformandet av supercykelstråken ska lyfta fram de viktigaste delarna av den befintliga cykelinfrastrukturen för att göra den bättre (Region Skåne, 2019). Därför framhävs den i arbetet som en vision framåt gällande standard. Med dess framfart finns många utvecklingsområden att utmärkas där inspiration kan dras för framtida planeringsförutsättningar.

Supercykelstråk är ännu ingen officiell benämning men har redan förekommit tidigare på flera platser. Grundläggande så följer den principerna om pendlingstråk som många andra högprioriterade cykelstråk (Region Skåne, 2019). Exempelvis ”supercykelstier” i Danmark som utgår från Köpenhamn och är ett samarbete mellan 27 kommuner. Där har ett vidare koncept tagits fram med en strategi att underlätta pendlingen och bytet av cykel och tåg genom att lägga stråken parallellt med pendlingstågen. Liknande så har Nederländerna ”snelfietsroute” som översatt och liknar snabbcykelstråken i Uppsala kommun. Till skillnad från i Uppsala har det i Nederländerna utformats på en nationell nivå där cykelinfrastrukturen alltid håller den högsta standarden. Som Danmarks vidare koncept på ”supercykelstier” är de ofta förlagda intill järnvägsspår för att tillgodose bättre kollektivtrafikförbindelser.

Vidare så kan supercykelstråk vara en väl lämpad arbetsmetod för nyttjandet av nya fordonstyper. I t.ex. Skåne sker cirka 8% av alla cykelresor med elcykel (Region Skåne, 2018). Idag har 18% av cyklister valt att byta ut sin cykel mot en elcykel (Crescent, 2022). Elcyklar är ett alternativ för längre pendlingsresor genomförda med cyklar då högre hastigheter tillåter att cyklister kan färdas längre på en kortare tid. I en webbenkät av (Hacke,2013) uppgav respondenterna att de generellt cyklar 64% snabbare med elcykel oberoende av åldersgrupp. Detta möjliggörs genom en högre maxhastighet. Studien konstaterade att den tillåtna maxhastigheten var väldigt beroende på framkomligheten och var som högst på kontakt-/mötesfria sträckor. På sträckor delade med fotgängare var det drygt 70% som körde långsammare än 15 km/h. De vanligaste hastigheterna på kontaktfriasträckor var 15–25 km/h. Det kan också konstateras i en enkätundersökning om resvanor genomförd av WSP (2021) att 20% av de tillfrågade i Skåne uppgav att de hade tillgång till en cykel. Den dominerande demografen var gruppen 18 – 24 år med ett innehav på 27%, men elcyklar köps och brukas i alla ålders-och inkomstgrupper. Supercykelstråk kommer i synnerhet vara attraktivt då den är till fördel för elcykel-användningen med längre sträckor och högre hastigheter.

Konstruktion

Konstruktionen av ett supercykelstråk redovisas nedan i Tabell 12 enligt de krav Malmö stad (2022) ställer redovisas och klara Trafikverkets krav enligt TRVINFRA-00224 (Trafikverket, 2022c)

Tabell 12: Överbyggnadstabell för Supercykelstråk (Ramboll, 2022)

Lagertyp	Material	Tjocklek (mm)
Slitlager	ABT 8 (100/150)	30
Bundet bärlager	AG 16 (100/150)	40
Obundet bärlager	Bergkross (0–40) alt (asfaltkross 0–40)	80

Förstärkningslager	Bergkross (0–90)	250
--------------------	------------------	-----

För supercykelstråk rekommenderas även kompletterande krav av AMA-kod DCB.312 (Svensk byggtjänst, 2020), vilket medför utförandekrav för att kontrollera kraven för de obundna lagerytorna och nivåkontroll av slitlagret enligt TDOK: 2013:0530 (Trafikverket, 2017).

3.13 Sommarcykelväg

En sommarcykelväg definieras som en enkel konstruktion exempelvis Figur 14 som inte är tänkt att brukas under vinterhalvåret utan endast under barmarksförhållanden (April-Oktober) och är därmed skyltad med "Vägunderhålls ej vintertid" (Trafikverket, 2019). Denna konstruktion planeras inte nyttjas av tunga fordon och därmed dimensioneras för en låg trafikbelastning som beslutas i varje enskilt fall. Sommarcykelvägar kan ha benämnts som "cykelstigar" i tidigare skrifter. Sommarcykelvägar är ett koncept att beakta där inspiration kan dras för vidare formulering av krav. På samma sätt som supercykelstråk kan ses som den högsta standarden kraven som en GC-väg erhålls motsvarar sommarcykelvägar en minimalistisk kravutformning. Sommarcykelvägar ska i grunden vara ett billigt och enkelt sätt att förlänga cykelvägnätet och förbättra cyklingsförutsättningar under sommarhalvåret där cykeln används som mest. Sommarcykelvägar är ett tillskott på urvalet vid anläggning och innebär fler valmöjligheter för att korrekt välja det alternativ som motsvarar behovet.



Figur 14: Exempel på Sommarcykelväg (Trafikverket, 2019)

Sommarcykelvägar bör inte beläggas med ett bitumenbundet slitlager men bör samtidigt vara hårdgjort (Trafikverket, 2019). Stenmjöl är det föredragna materialet med en kornstorleksfördelning av "sandigt grus" med fraktioner av storleken 0/2, 0/4 och 0/8 mm. För fler detaljer, se Bilaga 2. Erfarenheter från kommunala väghållare är att stenmjöl med en naturlig eller icke naturlig inblandning av kalkmaterial är att föredra, även kallat "kalkgrus". Det här

materialet ger ett hårdare och mer tåligt slitlager med ett högt pH värde som försvårar för ogräs att etablera sig. För kornfraktionsindelning för kalkgrus, se Bilaga 3. Grövre grussorter än dessa fraktioner hade varit för löst packade och försvårat framkomligheten för cykel (Trafikverket, 2019). Ingående materialtyp och tjocklek som ingår i uppbyggnaden av en sommarcykelväg presenteras i Tabell 13. Förstärkningslagret erfordras inte alltid och skulle medföra ökade kostnader.

Tabell 13: Uppbyggnad av sommarcykelväg enligt (Trafikverket, 2019)

Materialtyp	Tjocklek (mm)
Stenmjöl	50
Bärlager	50
Förstärkningslager	150

Drift och underhåll på en sådan väg ska ske minimalt och sparsamt då överbyggnaden är för svag och utrymmet i bredd är begränsad då sommarcykelvägar bör minst vara 2,0 m breda (Trafikverket, 2019). Fyrahjulningar är ett alternativt fordon som kan var lämpligt för att utföra drift och underhåll på sommarcykelvägar.

3.14 Utrymmesbehov

Detta avsnitt behandlar fotgängares och cyklister utrymmesbehov för att säkert och effektivt transportera sig i gatuutrymmet.

Tabell 14 anger de grundvärden som ska uppfyllas enligt VGU (Trafikverket, 2021) och tillgänglighet på allmänna platser (ALM) är Boverkets föreskrifter och allmänna råd gällande tillgänglighet för personer med funktionsnedsättning, som gäller vid nybyggnad av bland annat allmän platsmark (Boverket, 2011). VGU anger en standardiserad färdhastighet på < 1 m/s som önskvärd och en färdhastighet på 1-1,4 m/s som godtagbar (SKR, 2022).

Tabell 14: Utrymmesbehov för gående (SKR, 2022)

Grundvärden	Bredd	Längd	Höjd
Gående	0,7 m	-	2,2 m fri höjd (ALM)
Gående med ledsagare/ledarhund	1,2 m	-	-
Gående med barnvagn	0,7 m	1,7 m	-
Rullstolsanvändare	0,8 m 0,9 m (ALM)	1,4 m	-
Dimensionerande vändmått för utomhusrullstol	2 m (ALM)	-	-

Cyklister är en något mer heterogen grupp än fotgängare och trots att båda grupperna har en väldigt varierande åldersgrupp så varierar cyklandet mycket mellan olika åldersspann, stad och tid på året. Cykeln som är driven av hjul är även mer instabil vid lägre hastigheter och kräver mer utrymme för sidoförflyttningarna (SKR, 2022). Cykelfordon skiljer sig också mellan sig där exempelvistvåhjulig lastcykel och trehjulig lastcykel har blivit allt vanligare vilket är tyngre och kräver mer utrymme i bredd. Följande grundvärden i Tabell 15 ska uppfyllas enligt VGU (2022a). Lastcyklar avsedda för godsleveranser kan oftast kräva en större bredd på upp till 1,3 meter. Huvudnät för cyklister ska dimensioneras för 30 km/h och lokalnätet 20 km/h.

Tabell 15: Utrymmesbehov cyklister (SKR, 2022)

Grundvärden	Bredd	Längd	Höjd
Cykel	0,75	2,0 m	1,90 m
Trehjuling	0,8 – 1 m	-	-
Liggcykel	Cirka 0,85	1,7–2,2 m	-
Cykelkärror	0,85 m	-	-

3.15 Utformning

Friliggande cykelvägar ska vara så attraktiva som möjligt och ses som en bättre färd bana än vad bilvägen kan erbjuda. Cykelvägar förlagda längs med en bilväg bör exempelvis ha samma linjeföring och vertikalföring och vara minst lika bra, om inte öppnas helt plötsligt bilvägen upp som ett alternativ att färdas med cykel. Breddmättet utgår i grund till att tillgodose mötes- och omkörningsförmågan mellan två cykelfordon. De standardiserade måtten presenteras nedan där Tabell 16 är VGUs rekommendationer på cykelvägar (VGU, 2022). Nyare fordon har på senare tid krävt en höjd kravställningen då lastcyklar kräver bredare vägar och fler elcyklar ger upphov till fler omkörningar på grund av högra max hastigheter.

Tabell 16: Rekommenderade bredder på cykelvägar enligt (VGU, 2020)

Typ av väg	Minsta mått	Rekommenderat minsta mått
Separerad enkelriktad cykelväg	Cykelväg 1,2 m	Cykelväg minst 2,0 m
Separerad dubbelriktad cykelväg	Cykelväg 1,8	Cykelväg minst 2,0

Det är vanligt förekommande bland kommuner speciellt vid nybyggnation att upprätthålla större mått jämfört med VGU exempelvis nedan i Tabell 17 Stockholms Stad (2019).

Tabell 17: Rekommenderade bredder på cykelvägar enligt (Stockholm Stad, 2019)

Typ av väg	Litet cykelflöde	Stort cykelflöde
Separerad enkelriktad cykelväg	Cykelväg 1,6 m	Cykelväg minst 2,25 – 3,25 m (beroende på flöde)
Separerad dubbelriktad cykelväg	Cykelväg 2,25 m	Cykelväg 3,25 - 4,5 m (Avgörs från fall till fall och beroende på flöde)
Ej separerad dubbelriktad cykelväg	3,0 m	4,0 m
*Stort cykelflöde räknas som >200 passager maxtimme eller 1 500–2 000/d		
** Stort cykelflöde räknas som >300 passager maxtimme eller 2 000–3 000/d		

3.16 Drift och underhåll

Drift och underhåll är en kritisk punkt för säkerhet, framkomlighet och komfort på cykelvägar. För säkerheten kan 40% av alla singelolyckor relateras till drift och underhåll som en följd av brister i vägytan (Niska, 2011). Komfort och framkomlighet hör till viss del ihop då en försämrad upplevde komfort i form av ojämnheter och vibrationer tvingar cyklister att sänka hastigheten vilket förlänger resetiden. När det kommer till cykelvägar är det främst trafikbelastningen och klimatfaktorer som bidrar till nedbrytningen av vägarna. Tillskillnad från bilvägar så påverkas inte cykelvägar av slitage till samma utsträckning.

För att förstå nedbrytningen av cykelvägar i Sverige utfördes en enkät av Larsson m.fl. (2022) där Sveriges 290 kommuner tillfrågades varav 147 svarade. Enkäten frågade de olika kommunerna hur vanligt förekommande olika skador och defekter var och dess inverkan på vägtillståndet inom respektive kommun. Tillståndsbedömningen och skadekategorisering grundade sig på Bära eller brista (Svenska kommunförbundet, 2003). Resultatet av enkäten var att de var åldring, strukturella ingrepp, rotinträningen och kantdeformationer som var de mest förekommande.

Ytligt sker nedbrytning av cykelvägar genom åldring då bitumen oxiderar vilket gör att bitumen hårdnar och därmed gör det sprött Larsson m.fl. (2022). Åldring kan även resultera i stensläpp eller krackelering. Den generella uppfattningen av kommunerna i enkäten var att deras cykelvägar hade passerat den tekniska livslängden, men att de motstått långtidsåldring bättre då cykelvägar använder sig vanligen utav en mjukare bitumen en bilväg.

Strukturella ingrepp i vägkonstruktionen orsakar främst skador genom uppgrävning, ledningsarbeten och reparationer Larsson m.fl. (2022). Den här

typen av ingrepp tillsammans med rotinträngning ger upphov till krackelering, där orsak försvagar konstruktion i punkter där sprickor bildas. Efter utförda ingrepp är det inte heller säkert att konstruktionen upprätthåller samma egenskaper som före ingreppet. Rotinträngningen orsakas genom att vegetation tränger sig in i väggkroppen och växer/expanderar vilket orsakar ojämnheter och sprickor i ytan.

Belastningsskador förekommer på cykelvägar men sker främst genom andra fordon såsom utryckningsfordon, drift och underhåll cykelvägar är normalt sätt dimensionerad för detta men enligt Larsson m.fl. (2022) finns en viss osäkerhet gällande trafikbelastning då trafikflödet på en cykelväg sällan mäts och inte optimalt under de mätningar som görs mer väsentligt till nedbrytning så mäts andel tung trafik på cykelvägar ännu mindre. Den verkliga belastningen är därmed väldigt svår att veta. Kantdeformationer tyder på belastningar från tunga fordon på smala cykelvägar vilket resultera i deformationer och sprickor längs utsidan.

En annan aspekt av drift och underhåll är upprätthållandet av väglagets friktion exempelvis genom vinterväghållning med saltning och sopning (Niska, 2007). Vinterväghållning är speciellt viktigt då det medför stora säkerhetsrisker för fotgängare och cyklister där halka är den dominerande orsaken bakom singelolyckor under vinterförutsättningar. Säkerhetsriskerna medför även ett visst riskbeteende, där cyklisters trafikbeteende är mer försiktigt under rådande vinterförutsättningar.

3.17 Miljö

Cykeln är det mest miljövänliga fordonet vilket kan drivas av enbart cyklistens energi. Cykeltrafiken och dess ökning har stor betydelse ur en miljösynpunkt där utrymme för miljövinster finns när den ersätter biltrafiken. Överflyttningseffekterna från biltrafiken är positiv för miljön genom att:

- Minimera luftföroreningar från förbränningsmotorn och därmed förbättra luftkvalitén
- Minimera partikel partikelemissioner från avgaser och icke-avgaser
- Minimera bulleremissioner från trafiken
- Minskad trängsel

Detta är anledningar att vilja öka cyklandet i landet där målet är att fördubbla andelen till 2023 (Eriksson m.fl., 2022). Enligt Prop. 2020/21:151 kan en väl utbyggd cykelinfrastruktur ha stor betydelse för att öka andelen resor med cyklar. Där har sammanlagt 325 miljoner kronor investerats för åren 2021 och 2022 för att stärka cykelinfrastrukturen. Långsiktigt har Sverige ett klimatpolitiskt ramverk där målet är att senast 2045 uppnå ett nettonollutsläpp

av växthusgaser till atmosfären (Naturvårdsverket, 2023) där cykelinfrastrukturen kan spela roll. Enligt Gössling & Choi (2015) ger cykel och gångtrafik inte upphov till emissioner, buller och klimatpåverkan utöver produktionskostnader, vilket förblir en aspekt med miljöpåverkan just byggnation, slitage och underhåll av infrastruktur.

Cykelinfrastrukturen består till stora drag av asfaltsvägar vilket består av en sammansättning av krossat material och bindemedlet bitumen vilket framställs av petroleum. Detta är en produkt från oljeindustrin och är en ändlig naturresurs. Användningen av denna resurs har stora belastningar på koldioxidutsläpp fördelat över tillverkning som innehåller uppvärmningen av bitumen (förbränning), transporter och industriprocesser. Utöver detta tillkommer även belastningar vid utläggning av asfalt där mängden koldioxidutsläpp per ton efter utläggning är 52 kg CO₂/ton asfalt (Trafikverket, 2015).

Bindemedlet bitumen, vilket är bestående av kolväten, kan resultera i att asfaltmassorna kan innehålla PAH (polycykliska aromatiska kolväten) vilket innehåller ämnen som är miljö- och hälsofarliga. PAH består av hundratalsföreningar som bildas vid upphettning eller ofullständig förbränning av organiskt material där mängder av dem är cancerogena (Livsmedelsverket, 2023). Då PAH innehåller hundratals olika partiklar har dessa begränsats till 16 föreningar vilket benämns PAH-16 som är relevanta för just anläggningsmaterial (Burroto, 2022). Utav de 16 föreningar är 13 klassificerade som cancerogena enligt Naturvårdsverket. PAH är främst förknippat med äldre asfalt lagd före mitten av 1970-talet då de oftast var tillsatt med stenkolstjära som innehåller höga halter av PAH-16 men upphörde 1973 p.g.a. medförda hälso- och miljörisker (Borutto, 2022). Det förekommer dock både ny och gammal asfalt i vägar då det är vanligt att bygga på och förstärka med nya asfalt lager över de äldre beläggningarna. När det rör sig om schaktning specifikt ner i den äldre beläggningen kan man hitta högre spår av PAH-16 där även de underliggande makadam och marklager ofta är förorenade.

Vid byggandet av vägar förekommer även olika partikelemissioner och är en nästan oundviklig följd av vägarbete vilket bidrar till höga halter av partiklar i luft och mark (Haeger-Eugensson m.fl., 2018). Detta kan innebära överskridande av MKN (miljökvalitetsnormen) för partiklar i storleksordningen PM₁₀ och PM_{2,5}. Damning sker på främst fyra olika sätt: via transporter; hantering av material som krossning, brytning och siktning; passiv eller diffus damning, och processrelaterade damningskällor.

Begreppet diffus damning hänvisar till spridningen av damm från icke-vegetationsklädda markytor (IVL Svenska miljöinstitutet, 2020). Detta skiljer sig från partikelemissioner från definierade punktkällor som till exempel

emissioner från avgasrör som är lättare att kontrollera. Detta gör att diffus damning problematisk att definiera, kvantifiera och åtgärda. Det är därmed svårt att uppskatta hur stor andel av damning som bidrar till luftföroreningen. Damning gynnas också i samband med torrt och blåsigtt väder vilket ökar spridningen och förflyttningen av damm. Här kan exempelvis stora lagringar av material såsom slagghögar eller deponier riskeras att spridas och bidra till damningen i området. Fordonstransporter i anslutning till byggarbetsplatser medför tillskott till det existerande vägdammsförrådet på allmänna vägar såväl som partikelspridning.

För att minimera miljöpåverkan av byggandet och rivandet är det till fördel att återvinna det avfall som vanligtvis går till deponi. Miljövinsterna här är att genom återvinning ersätta förbrukandet av naturligt resurser. Asfalt är exempelvis ett 100% återvinningsbart material (Jepsson och Nyberg, 2017) vilket sparar på både stenmaterialet och bitumen. Jepsson och Nyberg visade genom beräkningar av livscykelkostnader (LCC) att återvunnen asfalt både var ekonomisk lönsam och energimässigt hållbart. Valet av återvinningsmetod motiveras efter projekt där alla tre huvudåtervinningsmetoder (varm, halvvarm, kall återvinning) visar sig vara lämplig för gator med låg trafik. GC-vägar kan därmed även tänkas ha en högre återvinningshalt då kraven som ställs generellt sätt är lägre än dem för motortrafikvägen. Det som begränsar återvinningen är främst kraven och kvalitén på returafalten, där det finns utrymme för utveckling. Återvinningskraven enligt AMA (Svensk Byggtjänst, 2020) begränsar andelen återvunnen asfalt de olika lagerna får innehålla. Maximalt 20% återvunnen asfalt i slitlagret, maximalt 30% i bindlager och maximalt 40% i bärlager med asfaltgrus. Dock högre halter uppnåtts och klarat de tekniska kraven. En synpunkt från Jepsson och Nyberg var att kraven kan ställas utifrån de funktionella kraven och inte tekniska.

För de djupare lagerna såsom obundna bär- och förstärkningslager i vägöverbyggnaden kan återvinningsmetoderna vara mer enkla. Bergkross och naturgrus är de vanligaste materialen som utgör ballasten för vägbyggnad. Två material som kan ersätta dessa är betongkross och asfaltgranulat (Winberg, 2021). Asfaltgranulat är det kvarstående materialet efter att ha krossat och sönderdelat returafalt. Winberg konstaterade i undersökning av bärigheten mellan ovanstående material att betong och asfaltgranulat var likvärdiga till traditionell bergkross. Materialen testades på en provisorisk lågtrafikerad väg endast avsedd för tillfälligt bruk av arbetsfordon. GC-vägar förutsätts ha en lägre belastningen än detta med endast enskilda passager av tung trafik. Förutom dessa två material finns även fler som kan tänkas nyttjas i de obundna lagerna såsom olika typer av slagprodukter.

Återvinning av bergmaterial kan medföra minimerade transporter beroende på hur långt projektet har till anslutande bergtäkter. Återvinningen av befintliga material kan ske nära/på byggplatsen från redan existerande eller anslutande byggprojekt. Geografisk placering avgör de främsta faktorerna gällande transportvinster av krossmaterial då även återvunna material kan tvärtom öka kostnaderna om materialet inte kan återvinnas nära anslutning

3.18 Framtida utvecklingsmöjlighet av GC-vägar

Cykeln anses som det mest hållbara transportmedlet där de negativa effekterna främst beror på anläggning och konstruktionen av asfaltvägar. Som ett sätt att minimera detta har alternativa lösningar framträtt. Under den senaste tiden har råvaran lignin, vilket binder samman fibrerna i träd, föreslagits som ett alternativt bindemedel till bitumen. Tanken är att det ska utvinnas från restprodukter av skogsindustrin och är därmed en förnybar resurs med minimerade koldioxidutsläpp.

För GC-vägar har flera specifika alternativ till asfalt tillämpas där främst återvinning har varit i fokus i tanke om att uppnå en mer cirkulär materialhantering för att bevara naturliga råvaror, där exempelvis ett forskningsprojekt utfört vid (RISE 2020) med projektnamnet ”fallvänlig asfalt” nyttjat upp till 30% återvunnet gummigranulat främst från bildäck inblandat i asfalten. Syftet här var att både minimera koldioxidutsläpp från hantering av uttjänta bildäck dvs förbränning och samtidigt minska skador bland fotgängare och cyklister.

Liknanden typ av återvinningsmetod har setts runt om i världen som ett försök att minimera plastavfall, där ett flertal vägsträckor har förlagts med återvunnen plast i olika utsträckningar såsom av Plastic Roads i Nederländerna och Macrebur baserat Storbritannien (Macrebur, 2023). Enligt Caltrans (2020) så var denna konstruktion mer uthållig och utökade den tekniska livslängden med två till tre gånger längre än den med traditionell asfalt. Utöver detta ska plast även vara mer resistent mot miljön där största fördelen är dess ökade resistens mot vatten. I tillämpningar som Plastic roads vilket baserar sig på en modulär väg medför detta även lättare och billigare installation och underhåll då sektioner kan snabbt bytas ut (Plastic roads, 2023).

Returplast är ett exempel på hur alternativa material kan till fördel användas i konstruktionen av vägar. Det är viktigt att påpeka att stor vikt måste läggas vid provning för att tillgodose att material uppfyller funktionell standard. För till exempel returplast är projekten begränsade där det finns osäkerheter på hur materialet långsiktigt kommer att prestera och vilka följder det kan medverka. Det rör sig främst om nedbrytningen och utsläpp av mikroplaster, upphettning av plast bidrar till osäkra arbetsförhållanden och risker för urlakning Conlon, k.

(2021) Mycket av osäkerhet kan spåras till själva returplasten plaster såsom PET (Polyetylentereftalat) är relativt säkra men avfallsmaterialet är sällan sorterat och kan innehåller en mängder olika typer av plaster med varierande egenskaper och påverkan.

Utöver tekniska lösningar kopplade till vägkonstruktionen finns även andra lösningar kopplade till framkomlighet för cyklister. Cykeln har börjat ta en större roll inom storstaden och förknippats ofta med det transportmedlet som bidrar mest till en hållbarstad. Mer investeringar och planering för att ackommodera cykeln i storstaden har växt fram som ett sätt att uppnå högre klimatmål. Arbetet här kräver en tillfredställande cykelinfrastruktur samt tillfredställande utrymme. Som tidigare nämnt så har Sverige på senare tid börjat arbeta med större cykelvägar både till storlek och utsträckning, dock syns dessa trender redan i många andra länder. Större och längre cykelvägar kommer byggas runt om i världen som ett sätt att öka och tillgängliggöra cyklandet både på landsbygden och i staden.

I samband med förtätningar av storstäderna uppstår problem vad gällande utrymme till fler alternativt större GC-vägar, där smarta lösningar har tagits fram för att finna utrymmet. Köpenhamn har exempelvis investerat mycket i cykelbroar för att hitta färdvägar som inte begränsas av vattendrag se Figur 15, men exempel finns även i Sverige såsom "Svingen" i Umeå. Nivåskillnaden här bildar en möjlig färdväg för cyklister samtidigt som den är separerad från fordonstrafik vilket också även ökar säkerheten. Fler framkomlighetslösningar kommer implementeras för att utveckla cykelinfrastrukturen framåt.



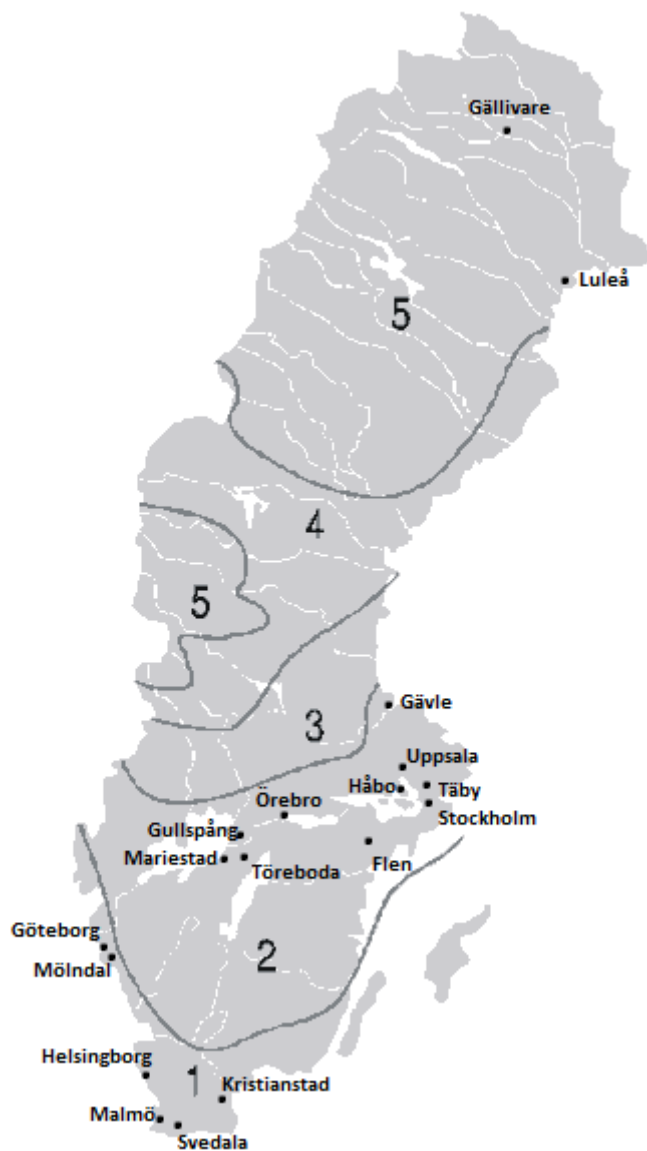
Figur 15 Cykelslangen (Happyride, 2023)

4 Resultat

4.1 Jämförelsestudie

Jämförelsestudien utgick främst från planeringsdokument gällande beskrivning och anvisningar för anläggning på allmän mark inom kommunen som är tänkt till att nyttjas vid utförandeentreprenader. På så sätt jämförs olika dimensioneringsresultat för samtliga kommuner inom respektive klimatzon, se Figur 16. Folkmängden i kommunerna är hämtad från Statistiska centralbyrån (SCB, 2022) och redovisas i samband med överbyggnadskonstruktionerna för att grovt jämföra storlek och trafiksituationer. Där presenteras även antal km kommunal GC-väg enligt NVBD (2023)¹ för respektive kommun för att bättra ge en bild på förutsättningar av infrastrukturen.

¹Datan har mottagits via personlig korrespondent med Sveriges kommuner och Regioner via epost 2023-03-12



Figur 16: Undersökta kommuner fördelat på klimatzon och geografisk plats. Modifierad från Trafikverket (2011)

4.1.1 Klimatzon 1

Överbyggnaden av samtliga konstruktioner för klimatzon 1 redovisas i Tabell 18 tillsammans med kommunernas befolkningsstorlek och antal km kommunal GC-väg. **Hittar inte referenskälla.**

Resultatet av Göteborg stads överbyggnad antar materialtyp 5 för "GC och G separerat med enstaka fordon med axellast <8 ton" enligt Bilaga 4 där överbyggnader för samtliga materialtyper redovisas.

Tabell 18: Överbyggnads typ asfalterad gång- och cykelväg för Klimatzon 1

	Malmö ¹		Lund ²	Helsingborg ³	Svedala ⁴	Kristianstad ⁵	Göteborg ⁶	Mölndal ⁷	
Befolkning	351 749		127 376	150 109	12 918	86 641	587 549	69 943	
Antal km GC-väg	552		382	399	73	313	711	149	
	Alt 1	Alt2						Alt 1	Alt 2
Asfaltslitlager									
ABT 8 100/150	26	26		25	45	30	45		
ABT 8 160/220			40					45	
ABT 11 160/220									45
Bundet bärlager									
AG 16 100/150	34	34		35		40			
Bärlager									
0-16		40				80			
0-32				240					
0-40	80	80	80		80		80*	80*	80*
Förstärkningslager	260	220	280		300	250	375	380	380
Överbyggnad i mm	400	400	400	300	425	400	500	505	505

*Okänd fraktion, ¹Malmö Stad (2022), ²Lunds kommun (2020), ³Helsingborg Stad (2021),

⁴Svedala kommun (2020), ⁵Kristianstad kommun (2022), ⁶Göteborg Stad (2022:1), ⁷Mölndal Stad (2018)

4.1.2 Klimatzon 2

Överbyggnaden av samtliga konstruktioner för klimatzon 2 redovisas i Tabell 20 tillsammans med kommunernas befolkningsstorlek antal km kommunal GC-väg. Stockholms Stad anger två alternativ av dimensioneringsstandard för asfalt av gångbanor och GC-vägar. Alternativ 1 är dimensioneringsstandard för GC-vägar med en bredd större än 2 meter och alternativ 2 för en bredd på högst 2 meter.

Mariestad m.fl. (2020). är ett samarbete kombinerat av Mariestad, Töreboda och Gullspångs kommuner antaget av respektive tekniskas nämnden. Befolkningsstorleken för dessa kommuner illustreras separat i Tabell 19 tillsammans med antalet km kommunal GC-väg.

Tabell 19: Befolkningsuppdelning för Mariestad m.fl. (2020)

Kommuner	Mariestad	Töreboda	Gullspångs
Befolkning	24 723	9 207	5 206
Antal km GC-väg	80	23	11

Uppsala och Flens kommuns projektering av överbyggnad ska utföras enligt *teknisk handbok Dimensionering av överbyggnad* (Uppsala kommun, 2022) och *dimensionering av överbyggnader* (Flen kommun, 2022). Dokumenten är identiska för båda kommuner med skillnaden i organisationen namn. Därmed är de resultaten samma för båda kommunerna

Tabell 20: Överbyggnads typ asfalterad gång- och cykelväg för klimatzon 2

	Stockholm ¹		Örebro ²	Uppsala ³	Täby ⁴		Flen ⁵		Mariestad m.fl. ⁶		Håbo ⁷		Gävle ⁸
Befolkning	978770		155 987	237 596	73 955		16 316				22 344		103 136
Antal km GC-Väg	3626		345	414	331		35				80		256
Alternativ	1	2			1	2					1	2	
Asfaltslitlager													
ABT 8 160/220		25									25		40
ABT 11 160/220	35		40	40	30	45	40	40*				30**	
Bundet bärlager													
AG 16 100/150													
AG 16 160/220	50	50	40-50		50						40	40	
Bärlager													
0-16				80			80						
0-32	80		80		80	80							
0-35								120					
0-40										80	80	80	
Förstärkningslager	420	200	420	300	420	420	300	350		300	300	420	
Överbyggnad i mm	585	275	580-590	420	595	545	420	510		445	450	540	

*Okänd bindemedelskvalitet, ** Kan ersättas med ABT 8 av samma bindemedelskvalitet,¹ Stockholm Stad (2021), ² Örebro kommun (2022),³ Uppsala kommun (2022), ⁴ Täby kommun (2018), ⁵ Flen kommun (2022), ⁶ Mariestad, Töreboda och Gullspång (2020), ⁷ Håbo kommun (2022), ⁸ Gävle kommun (2019)

4.1.3 Klimatzon 3

För samtliga undersökta kommuner fanns det otillräcklig information för att sammanställa någon typkonstruktion av överbyggnaden

4.1.4 Klimatzon 4

För samtliga undersökta kommuner fanns det otillräcklig information för att sammanställa någon typkonstruktion av överbyggnaden.

4.1.5 Klimatzon 5

Överbyggnaden av samtliga konstruktioner för klimatzon 5 ges i Tabell 21 tillsammans med kommunernas befolkningsstorlek och antal km kommunal GC-väg. För klimatzon 5 är asfaltslitlagret typ och tjocklek den enda tillgängliga informationen.

Tabell 21: Överbyggnads typ asfalterad gång- och cykelväg för klimatzon 5

	Gällivare¹	Luleå²
Befolkning	17 449	78 867
Antal km GC-väg	62	371
Asfaltslitlager		
ABT11 160/220	32	40

¹ Gällivare kommun (2018)

² Luleå kommun (2022)

4.2 Övriga marköverbyggnader

4.2.1 Asfalterad gångbana

Överbyggnaden av samtliga konstruktioner för alla klimatzoner redovisas i Tabell 22 för klimatzon 1 och Tabell23 för klimatzon 2 för en asfalterade överbyggnad av gångbana. För Kristianstad kommun finns alternativet att fritt ersätta 40 mm ABT 8 11/150 med ABT 11 160/220.

Tabell 22: Överbyggnadstyp med asfalterad gångbana klimatzon 1

	Malmö	Lund	Helsingborg	Svedala	Kristinastad
Asfaltslitlager					
ABT 8 100/150	26		35	40	40
ABT 8 160/220		35			
ABT 11 160/220					Alt 40
Bundet bärlager					
AG 16 100/150	34				
Bärlager					
0-16					260
0-32			240		
0-35					
0-40	80	265		200	
Förstärkningslager	260				
Överbyggnad i mm	400	300	275	280	300

*Okänd bindemedelskvalitet,** Kan ersättas med ABT 8 av samma bindemedelskvalitet

Tabell23:Överbyggnadstyp med asfalterad gångbana klimatzon Klimatzon 2

	Uppsala	Flen	Mariestad mfl	Håbo	Gävle	
				Alt 1	Alt 2	
Asfaltslitlager						
ABT 8 100/150						
ABT 8 160/220			32*	25	30**	
ABT 11 160/220	40	40				40
Bundet bärlager						
AG 16 100/150				40	40	
Bärlager						
0-16	80	80				
0-32						
0-35			400			
0-40				80	80	80
Förstärkningslager	250	250		300	300	330
Överbyggnad i mm	370	370	432	445	450	450

*Okänd bindemedelskvalitet,** Kan ersättas med ABT 8 av samma bindemedelskvalitet

4.2.2 Överbyggnad med grusslitlager GC-väg

Överbyggnaden för samtliga konstruktioner för alla klimatzon redovisas i Tabell 24 för en GC-väg med grusslitlager. Resultatet för Göteborg stads överbyggnad antar materialtyp 5 för ”GC och G separerat med enstaka fordon med axellast <8 ton” enligt Bilaga 4 där överbyggnader för samtliga materialtyper redovisas. Informationen av vilken exakt typ eller kornstorlek av stenmjölsaknas. Lunds kommuns beskrivning (Lunds kommun, 2020) om vilket typ av trafik som är avsedd att trafikera vägen är otillräckligt. Det går endast att urskiljas att det gäller en grusväg på grund av dess utformning. Detta resultat följer även med i Tabell 25.

Tabell 24: Överbyggnads med grusslitlager för gång- och cykelväg

	Lund	Helsingborg	Kristianstad	Göteborg	Uppsala	Flen	Gävle
Grusslitlager							
Stenmjöl	30		80	50			70
Obundet bärlager							
0-16	30	50	60	100	80	80	
0-32		80					
0-40	170						80
Förstärkningslager		420	260	350	340	340	420
Överbyggnad i mm	230	550	400	500	420	420	570

Ur Stockholms Stads tekniska handbok under delen "Anläggningen" (Stockholm Stad, 2021) redovisas att gångtor ska vara jämna, fasta och halkfria där gatsten och grus är ej lämpliga material, men som kan vara lämpliga i en naturmiljö där stensmjöl som exponeras för vatten hårdnar till ett lämpligt material som skulle kunna tillgodose tidigare nämnda egenskaper. Den här problembeskrivningen överlappar nästa del *Gångbana*.

4.2.2.1 Gångbana

Överbyggnaden av samtliga konstruktioner för alla klimatzoner redovisas i Tabell 25 för en gångbana belagd med grus. Fastighets- och gatukontoret i Malmö nyttjar tvättat stensmjöl med fraktion 0–5 mm.

Tabell 25: Överbyggnadstyp grusslitlager för grusväg gångbana

	Malmö	Lund	Helsingborg	Uppsala	Flen
Grusslitlager					
Stenmjöl	40	30	30		
Obundet bärlager					
0-16	40	30	40	80	80
0-40	80	170	200		
Förstärkningslager	240			290	290
Överbyggnad i mm	400	230	270	370	370

4.2.3 Marksten och plattor

Överbyggnader belagda med övriga material såsom marksten, plattor, smågatsten och granithällar redovisas i Tabell 26 för alla klimatzoner. Exakt tjocklek och typ av slitlager är det vanligt att utförandeentreprenaden dimensionerar. Stockholm stad följer samma kriterier för alternativ 1 respektive 2 som tidigare nämnd i kapitel 6.1.2. Täbys alternativ är baserad utifrån brottklass och brottlast där alternativ 1 är för ytor avsedda för gångtrafik och måste uppfylla för brottklass 140 med en brottlast på 14,0 kN. Alternativ 2 avsedd för sporadisk fordonstrafik och ska uppfylla kraven för brottklass 2, men med en brottlast på 25,0 kN. Alternativ 3 är avsedd för körbanor och upphöjda övergångsställen med en frekvent fordonstrafik och ska uppfylla kravet på en brottlast på 40,0 kN.

Tabell 26: Överbyggnads typ Marksten och plattor gång- och cykelväg

	Malmö			Lund		Helsingborg	Kristianstad	Stockholm		Täby			Gävle
Alternativ	1	2	3	1	2			1	2	1	2	3	
Slitlager													
Betongplattor	60				60		≥60			14	25	40	
Betongmarksten													
Smågatsten		90		60									
Granithäll			80										
Sättlager													
Sättsand	30	50	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
Bundet bärlager													
AG 16 100/150								50		50	50	50	
Obundet bärlager													
0-16						40							
0-32						200	200	80	80	200	80	80	
0-40	80	80	80	140	140								80
Förstärkningslager	230	180	210					420	420		420	500	420
Överbyggnad i mm	400	400	400	230	230		300			294	605	700	

4.3 Intervjustudie

Intervjustudien genomfördes av en semistrukturerad intervjuteknik med förutbestämde frågor som utgångspunkt men öppnar upp till diskussion om mer djupgående förståelse. Frågorna som följdes är enligt Intervjuguiden för kommuner Bilaga 1. De samtliga deltagande i intervjuerna presenteras i Tabell 27. Där intervjupersonerna var antingen tillfrågade personligen eller genom kommun som ansåg en lämplig person med kompetensen att besvara frågorna i intervjuguiden. Intervjupersonerna bestod av exempelvis trafikingenjörer/gatuingenjörer inom fysisk planering för respektive kommun.

Tabell 27: Intervjustudiens respondenter med yrkesroll och arbetsgivare

Respondent	Yrkesroll	Kommun
Tekniska förvaltningen	Trafikingenjör	Lund
Pajtim Sulejmani	Ingenjör hårdgjorda ytor	Malmö
Henrik Rosdahl	Gatuingenjör	Helsingborg
Jonas Nilsson	Gatuingenjör	Örebro
Sofie Svensson	Trafikingenjör	Mölndal

Det genomfördes också en intervju med företaget Modularcykling (Modc networks, 2022) som arbetar med att anlägga cykelvägar med en träkonstruktion. Syftet med denna intervju var att få insikt och perspektivet från en utomstående aktör och deras erfarenheter kring kravställningen. Intervjun med modularcykling var utav en mer öppen diskussion för idésamling till diskussionen. Samma grundteman och frågeställningar följdes enligt intervjuguiden fast ställd mot entreprenörssidan. Frågor som endast berörde intern kommunal verksamhet uteslöts då respondenten i den här situationen inte är medverkande eller bedöms ha den relevanta kunskapen inom det område.

Modc networks huvudsakliga infrastrukturlösning är att producera en hållbar, simpel och modulär konstruktion som snabbt kan anläggas. Där diskussionen kretsar om att tillämpa en enklare överbyggnads konstruktion lik den till en sommarcykelväg som kan snabbt integrera och breda ut det befintliga cykelvägnätet och endast avsedd för tillfällig användningen. Konstruktionen passar G/GC och kan till fördel nyttjas på naturkänsliga områden som grön områden och naturreservat.



Figur 17: ModC networks prototyp (ModC networks AB, 2022)

4.3.1 Befintlig kravställning inom kommuner

Regelverken som respondenterna använder vid dimensionering och diverse standardkrav utgår främst från deras egen tekniska handbok eller motsvarande dokument utifrån deras kommun. Kraven som beskrivs där är enligt AMA Anläggning kod eller Trafikverkets krav. Dimensioneringsmetoden och trafiklasten följer även metodbeskrivningen i TRVINFRA (2021) och de krav som medföljer. Gång och cykel hanteras oftast gemensamt inom kommuner där skillnaden är beläggning av plattor och marksten.

Avvikelser från den angivna kravställningen sker sällan metodisk utan sker generellt vid enstaka platser där andra markförhållanden råder. Särskilda krav förekommer. Vid dimensionering beskriver Uppsala vikten med deras användningen av sopsaltmaskiner som vinterväg håller gång och cykelvägar. Där var bedömningen att trafiklasten var stor och att cykelvägar dimensionerades enligt deras lokalgator nuförtiden där skillnaden är penetrationstalet på asfaltbeläggningen. Penetrationstalet är ett vanligt sätt att ange bitumen kvaliteten och är penetrationstalet vid 25 °C. Detta mäts genom en nål med en viss tyngd låts sjunka ner i ett materialprov under en viss tid. Penetrationstalet anger hur många millimeter nålen sjunker in och anges som ett intervall exempelvis 160/220.

Gällande resultatet av dimensionering är kommunerna generellt nöjda med när det gäller funktionskrav. Helsingborgs kommun påpekade att deras överbyggnads konstruktion är tunn och görs efter minimumkraven. Tjockare lager som matchar deras gatuöverbyggnader kan tillämpas men är en fråga om kostnad. Malmö påpekade att där fanns fall med gräsvallar som växte upp mellan stödremсор på GC-väg intilliggande biltrafiken. Gräsvallarna resulterade i svårigheter att urskilja kanter mellan vägarna där underhållsfordon kommer för långt ut vilket orsakade kantdeformationer och ojämnheter i beläggningen.

Utmaningarna som respondenterna presenterade var likartade. Ett problem som identifierades var att GC-vägar brukades av fordon som den inte var dimensionerad för. Även om GC-vägar är belagda med asfalt och utseendemässigt efterliknar den för bilväg så är den inte dimensionerad för att andra fordon ska kör på den vilket upplevdes som ett synsätt många trafikanter har. Utmaningen där är att hålla den tunga trafiken borta från GC-vägen. Platsbrist var också utpekat som också kunde relatera till den tungatrafiken. Trånga utrymmen tvingar sopbilar att använda GC-väg och trottoar för att tillfälligt ta sig fram vilket leder till en förkortad livslängd. Platsbristen blir även en utformningsfråga då separering av trafikslagen är fördelaktig för både säkerhet och framkomlighet men skulle innebära bredare typsektioner.

Mölndal kommun beskrev att problem uppstår vid schaktning och återfyllnad av överbyggnader. Mölndals problembeskrivningen var att många omledningar väljs att förläggas under GC-vägar. utifrån dagens nät kan det vara svårt att förebygga detta på grund av redan existerande förhållande där Olika intressenter också skapar svårigheter när det kommer till besluten om vart ledningar ska dras. Men att de trafikordningar som behöver uppstå vid omledningar kan också påverka valet genom att till fördel utföra de arbetena på GC-vägar. Där omledningar av trafik skulle kräva mindre insatser och arbetsförhållanden för arbetarna är säkrare vid GC-vägar än det skulle vara vid högre trafikerade bilvägar. En utvecklingspunkt här var att överse vart lägger vi ledningar och brunnsplaceringar och att se över om de kraven kan utarbetas.

Övriga synpunkter om utmaningar var gällande drift och underhåll. Alla respondenter svarade med att de flesta cykelvägarna hade överstigit deras tekniska livslängd och var spröd, där bitumen har en teknisklivslängd på 20 år. Resurserna för drift och underhåll är bristandet där det främst handlar om ekonomi. Kommunerna har drift-och underhållsplaner men inte de ekonomiska resurserna för att utföra dem. Malmö påpekade också att gångbanor med markstensbeläggning i olika nivåer i syfte att separera trafikslagen var problematisk för underhållsfordon. Lunds kommun lyfte fram att det fanns negativ respons gällande anläggning av natursten som nyttjas i stadskärnan för att bibehålla kulturupplevelsen. Slitlagret på denna typ av beläggning är i natur ojämn då den är uppbyggd av flera individuella stenar vilket påverkar färdkomforten.

4.3.2 Övergripande syn på kravställning

Den övergripande synen är att de kraven som ställs är lämpliga speciellt vid dimensionering. Men där fanns många förslag på utvecklingspunkter.

Malmö kommun arbetar mot att GC-vägar ska flyttas upp till Kategori-B från Kategori-C enligt AMAs kategorisering vilket är egentligen avsedd för

kommunala vägar. Detta berör främst en nivåkontroll av bärlagret under byggtiden innan asfalten läggs på för att utjämna nivåskillnader och se till att en jämnat erfordras redan i bärlagret vilket inte görs enligt kategori C. Detta grundar sig egentligen på att det idag inte finns ett komfortmått som utgår från cyklisternas förutsättningar och behov.

Vidare på Supercykelstråk måste lutningar utvärderas då det är tänkt att kunna färdas med högre hastigheter, uppemot 30 km/h. Plana kurvor är inte lämpliga i den situationen där arbete med lutningar måste ske. Där kan dosering och skevningsövergångar möjligen tillämpas.

Ett tankesätt som växte fram i intervjuerna var att i stället för att krav ställa GC-vägar utifrån tunga underhållsfordon kan kraven skiftas mot entreprenader och underhållsfordon för att minska belastningen. Mindre driftfordon kan också vara till fördel vid trånga utrymmen och olika nivåskillnader.

Idag saknas regelverk vid upphandling av annat som inte anses som traditionella eller konventionella material. Detta gäller för asfalt men med mer tyngd på de obundna lagren. Till fördel kan kraven ökas så att entreprenader tillåts att återanvända mer asfalt i mån om att skapa ett mer cirkulärt flöde av material. Där finns det utrymme att utvecklas inom AMA Anläggning. Örebro kommun ställer krav i deras ramavtal om hantering av asfalt och att 30% av asfalten ska kunna återvinnas.

Samverkan inom kommuner sker inte strukturerat utan baserar sig på personliga kontakter som har växt fram, vilket också sker utåt mot andra organisationer. Det var dock önskvärd från alla håll att uppnå en ökad samverkan. Föreningen Svenska Cykelstäder var vanligt för kommuner att ingå i. Mölndal kommun lyfta fram ett gemensamt trafikingenjörs forum de ingick i och en samordnare för Göteborgsregion GR fanns för cykel och planering. En synpunkt som framgick var att SKR (Sveriges kommuner och regioner) är en medlems och arbetsgivandeorganisation för alla Sveriges kommuner med uppgiften att fungera som ett nätverk för samordnad och kunskapsutbyten. Men att i dagsläget så saknas de resurser för att möjliggöra samverkan på ett så övergripande plan. En ökad samverkan saknar därmed även prioritet när det kommer till cykelfrågor. Kontakterna har varit utifrån eget ansvar med andra trafikingenjörer baserat på personliga kontakter inom yrkesområdet. Däremot dras inspiration mellan kommuner utifrån de tekniska handböckerna för att jämföra och se hur andra kommuner arbetar för att se vad som är applicerbart utifrån sin egen kommuns förutsättningar. Det är också traditionellt att låna andra kommuners regelverk vilket sker främst av mindre kommuner som inte har samma resurser som större kommuner har. Alla kommuner håller ramavtal

med entreprenörer i olika grader men det är vanligt förekommande med en egen serviceförvaltning som kan utföra enklare arbeten och främst underhåll.

4.3.3 Framtidsutveckling

Synsättet på utvecklingen av gång och cykelvägar var att mer och mer fokus läggs på GC-vägar där det har blivit en storpolitisk fråga som är välrepresenterad i alla kommuner. Cyklister ska få det utrymme i gatan till proportion av dess användandet där konsensusen var att gång och cykelvägar tar nästan lika mycket plats i gatuutrymmet som fordonstrafiken, har speciellt vid nyexploatering då det finns mer frihet vid planering. Det finns dock svårigheter i stadskärnan där kompromisser av gatuutrymmet måste göras i mån av platsbrist.

Nya fordonstyper speciellt el-, låd- och last-cyklar följer också samma trend och är något som alla kommuner erkänner att de tar del av. Det gäller främst utformning då exempelvis lådcyklar är avsevärt bredare vilket ställer högre utrymmeskrav. Gemensamt så finns kommunala policys för att nya fordonstyper ska tas i hänsyn till men att anpassningar är varierande på olika håll och inte alltid utarbetade till specifika krav. Många kommuner har med tiden börjat ersätta den traditionella cykelparkeringen med pollare för att passa alla olika cykeltyper se Figur 18.



Figur 18: Cykelpollare (Helsingborg Stad, 2022)

Kommuner ser utvecklingsmöjligheter inom överbyggnadsmaterial som något positivt. Men kommunerna själva har oftast inte resurserna för det, där vissa kommuner saknar en specifik utvecklingsbudget. Mölndal beskriver att deras beläggningsprogram tillämpar poly modifierad bitumen PMB men både Mölndal och Helsingborg kommun förstärker att deras beläggningsprogrammet har en rådande underhållsskuld som förhindrar utvecklingsmöjligheter. Kommunerna trycker på att då underhållet i nuläget är bristandets att rusta upp befintliga vägar är det mest miljövänliga och kostnadseffektiva för att förbättra infrastrukturen kortsiktig. Här bör utveckling ske tidigare på andra håll och att kraven som sedan ställs görs av utvecklaren. Kommunerna håller sig dock uppdaterade på innovationsmöjligheter som kan tänkas tillämpas och att bygga

upp cykelvägar med alternativa material kan lösa många av de existerande problemen. Mycket vikt läggs på funktion och att det är välbeprövat.

5 Diskussion och analys

5.1 Jämförelsestudie

Ur jämförelsestudien går det att uttolka att mycket variation finns mellan olika kommuner när det kommer till den slutgiltiga konstruktionen av GC-vägar, där olika förutsättningar om trafikmängd, klimat och undergrundsmaterial förblir de dominerande faktorerna. De överbyggnader som resultatet består av är redovisade typöverbyggnader framtagna av kommunerna själva men de är troligt att alla utfall ej täcks då lokala förutsättningar även varierar inom en kommuns ansvarsområden. Då kraven som beskrivs från alla kommuner härstammar i grund från samma regelverk så specificeras de inte alltid till ett färdigt resultat vilket skapar en för bred och komplicerade jämförelse. Därmed saknas resultat från klimatzon 3,4 och 5 på grund av att informationen var otillräckligt för att göra en jämförelse mellan kommuner. Resultatet visar sig också som noggrannaste vid de sydligaste klimatzonerna 1 och 2 som kan bero både miljöförhållande som är mer vänlig att cykla i, men kan också bero på en högre koncentration av större städer och befolkning.

För specifikt asfalterade gångbanor är kommunens befolkningsstorlek oberoende till den totala överbyggnadstjockleken även under samma klimatförhållanden och undergrundsmaterial. Valet att illustrera befolkningen och antalet km GC-väg gjordes i mån om att ge en grov uppfattning av utsträckningen till den utbyggda infrastrukturen. Större befolkningar förutsätter oftast en högre koncentration av både målpunkter för resande och bostäder. Antagandet här var att befolkningsstorleken kunde ge en indikation på mängden resor som genomförs, vilket förblir den kvarvarande faktorn som påverkar dimensioneringen till en större mängd om klimat och undergrundsmaterial förutsätts som lika. I både klimatzon 1 och 2 finns fall där synbarligt mindre kommuner tillämpar en total överbyggnad som är jämförbar eller har en större storlek jämfört med kommuner med avseende större befolkning. Exempelvis Svedala kommun som gränsar till Malmö kommun och trots betydligt mindre till storlek tillämpar en tjockare överbyggnad. Här går det att ifrågasätta om dimensioneringen har ställts korrekt mot behovet och om detta är en effektiv användning av resurser. Jämförelsestudien förstärker även att överlapp och kunskapsutbyten sker mellan kommuner. Där exempelvis Örebro och Flens underlag för överbyggnaden är identiska med varandra.

Själva uppbyggnaden av konstruktionen sker även på olika sätt. Mindre variationer i lagertjocklekar och fraktionsstorlekar sker mellan plats och plats vilket är förväntat men även större uppbyggnadsprinciper skiljer sig åt. För cykelvägar i klimatzon 1 så nyttjar exempelvis Helsingborgs kommun inte något bundet bärlager eller förstärkningslager. Avsaknaden av ett bundet bärlager är en praxis som förekommer vid anläggning av GC-vägar då de

egentligen inte är avsedda för en hög andel trafik detta syns också tydligt för gångbanor där ett bundet bärlager sällan förekommer. Ett bundet bärlager ger däremot upphov till en högre bärighet vilket vissa kommuner nyttjar. Det kan därmed diskuteras om detta är något som ska användas i högre utsträckning för att motstå tyngre trafikbelastningar. Exemplet Helsingborg togs även upp då deras överbyggnad var tunnast men avsaknaden av ett förstärkningslager medför en del nackdelar då det kan leda till otillräcklig bärighet i undergrunden, men kan även medföras att utläggningen och packning av ovanliggande lagren försämras då packningen av material är väsentligt för det obundna lagret funktion. Om packningen försämras som en följd av detta kan efterpackning ske vid belastningar vilket oftast inte skapas utifrån optimala omständigheter. Vilket kan orsaka skador, deformationer som i sin tur påverkar vägytans egenskaper.

5.2 Intervjustudie

Resultatet från intervjustudien tyder på att kommunerna själva tycker att standarden på cykelinfrastrukturen är god och lämpligt ställda utifrån dagens behov. Samtidigt visar resultaten att cykeln inte ligger som grund till detta utan att det är belastningen ifrån den tunga trafiken som avgör. Detta är till viss del fördelaktigt då cyklister inte ska uppleva att bilvägen upprätthåller en högre standard och därmed vara ett bättre färdalternativ utan användningen av cykelvägar ska vara attraktivt för cyklister.

En allt större fråga i samhället idag är resandets påverkan på miljön där olika ställningstaganden kan ha uppkommit kring vilket färdval som görs och till vilken prioritet. Det resulterar i en kamp om gatuutrymmet där alla har rätt till en viss del av den inklusive bilar, fotgängare och kollektivtrafik. Det är rimligt att anta att utrymmessektionen för varje enskilt trafikslag inom gatuutrymmet bör vara till proportion till dess användning. Platsbrist var den största begränsningen som togs upp av samtliga respondenter. Ett exempel på hur utformningen kan se ut då utrymme inte är den begränsande faktor finns i Figur 19 på Råbylundsvägen inom området Södra Råbylund i Lund. Första etappen av området började växa fram under 2013 (Veidekke, 2013) där pågående byggen i tredje etappen förväntas påbörjas under slutet av 2023 (Lunds kommun, 2023). Råbylundsvägen har separering av alla fordonsslag med separata gång och cykelvägar som skiljs från motortrafiken med en höjdskillnad och en vegetationsyta. Tydliga skillnader syns vid jämförelse av t.ex. Stora Södergatan i Lund (Figur 20) som etablerades under 1800-talet, där cykeltrafiken delar en trång vägyta med motortrafiken där separationen sker genom färgkontrast av respektive yta.



Figur 19: Råbylundsvägen i Lund med sepraterade trafikslag.



Figur 20: Stora Södergatan i Lund Från höger till vänster i figuren visas en nivåskiljd gångbana, ett cykelfält och ett motortrafikfält.

Cykelfrämjandet har blivit en alltmer politisk fråga som fortsätter att växa det är därmed naturligt att infrastrukturen ska spegla det, men det kan diskuteras till vilken grad det ska göras då utrymmet oftast är begränsad måste som sagt avvägningar ske. Här kan det ifrågasättas huruvida vägarna ska kravställas

utifrån nya fordonstyper, exempelvis last- eller lådcyklar, då dessa fordonstyper förekommer men inte till någon större andel. Lådcyklar har en större bredd och kräver därför en bredare körbana för att framföras säkert. Inom ett begränsat gatuutrymme skulle en utbredning av GC-vägen oftast bekosta ett annat trafikslags körfältsbredd. Dock innebär detta en större användning av naturresurser som kanske inte hade varit nödvändig. Ett resonemang som växtes fram i intervjun med Modc networks var att gå mot mindre och enklare konstruktioner. Vilket också skulle minimera kostnaderna och underlätta anläggningen av nya vägar. Då belastning från fotgängare och cyklister inte är särskild stor är detta en möjlighet, men skulle förutsätta att vägen endast brukas av just dessa trafikantgrupper. Sommarcykelvägar delade detta tankesätt och togs upp som en bra modell på hur enklare konstruktioner kan nyttjas. Dessa cykelvägar är dock oftast belagda på landsbygden och naturområden och är på sätt oftast isolerade från fordonstrafiken, vilket inte är fallet vid urbana stadsmiljöer. Vid problembeskrivningen av tung trafik var det inte heller just drift- och underhållsfordon som vägen är dimensionerade för som nödvändigtvis var ett problem, utan det kunde röra sig om godstransporter eller anläggningsfordon med ärenden på privata fastigheter som kunde orsaka skador.

Vidare så öppnade alla kommuner upp till utvecklingsmöjligheter till nya konstruktionslösningar för överbyggnader. Som väghållare så ansvarar kommunerna för vägens drift och skötsel så höga krav måste ställas på att metoden är välbeprövat så att inga risker tas. Utveckling borde därmed ske av andra aktörer men kräver att implementation går att översättas till de befintliga kraven. Här finns det möjligheter för att utreda både kraven och upphandling av alternativa material. För att skapa ett mer cirkulärt flöde av material kan också hantering av returmaterial överses, kraven enligt AMA (Svensk byggtjänst, 2022) begränsar andel återvunnen asfalt som får tillämpas. Krav kan i stället på att funktionen uppnås och det finns möjligen utrymme för GC-vägar som i regel är en lägre belastadyta att nyttja mer returmaterial.

5.3 Jämförelse av intervjustudie och jämförelsestudie

Som en utgångspunkt med minimikravet på en total överbyggnad på minst 250 mm enligt Trafikverket (2022) så överstiger alla undersökta kommuners överbyggnader det kravet. Generellt så är kraven som ställs högt och trenden är att gå mot tjockare överbyggnader. I jämförelse går det att stärka att enklare konstruktioner är svårare att genomföra där innovationsmöjligheter inom beläggningen skulle potentiellt kunna lösa det. T.ex. nämner Helsingborgs kommun att de har en tunnare konstruktion än andra kommuner för asfalterade GC-vägar och beskriver i intervjustudien att de största problemen de upplever är andelen tungtrafik. De nämnde att de gärna vill gå mot tjockare överbyggnader, vilket alla andra kommuner i samma klimatzon har. I jämförelse

blir det tydligt att enklare konstruktioner för just urbana miljöer kommer vara problematiska och att kraven som ställs är höga av just den anledningen.

5.4 Metoddiskussion

Den största svårigheten för båda metoderna var samling av data från både intervjuobjekt och planeringsdokument. Utifrån de 13 tillfrågade kommunerna så hade endast fem möjlighet till att ställa upp på intervjuer, och ytterligare informationsutbyte skedde endast med någon enstaka utanför dessa fem. Intervjuerna är till största del bestående av kommunerna i de sydligaste klimatzonerna. Då intervjumetoden utfördes med en semistrukturerad intervjuteknik tillät detta längre intervjuer vilket ledde till mer djupgående diskussion. En större problembeskrivning har på så sätt lyckas utformas för just dessa kommuner, men en större utsträckning hade varit önskvärd för att ge en bättre helhetsbild på den generella synen.

Jämförelsestudien utgick främst från planeringsdokument gällande beskrivning och anvisningar för anläggning på allmän mark inom kommunen som är tänkt till att nyttjas av utförandeentreprenader. Resultatet för jämförelsestudien består av typkonstruktioner med olika klassificeringsparametrar för olika kommunerna där syftet kanske inte alltid är samma. Då det förväntas variation mellan kommunerna inom samma klimatzon kan det ibland röra sig om en osäkerhet vad överbyggnadstypen är avsedd för. Exempelvis så definierar vissa kommuner olika typer av grusvägar för cykel, ridstig, fotgängare och fordonstrafik medan andra kommuner inte gör det. Stora avvikelser kan därmed vara på grund av en allt för ospecifik eller för allmän konstruktion. I situationer där det berör en stor osäkerhet om vad för typ för väg det egentligen handlar så har den informationen uteslutits. I praktiken så är det dock troligt att alla utfall inte skulle kunna täckas av just en specifikt en typkonstruktion för varje vägtyp och att det naturligt finns variation ifrån de redovisade resultatet.

6 Slutsatser

Utifrån resultat från jämförelsestudien och intervjustudien dras följande slutsatser:

- Kommunernas syn på standardkraven är att dessa är lämpligt ställda i förhållande till syftet och att resultatet av dimensionering håller en god standard som kommunerna kan vara nöjda över.
- Hög standarden för kommunernas konstruktioner är ett måste för att tillgodose belastningar ifrån tyngre fordon än fotgängare och cyklister.
- Problemen som uppstår är sällan en fråga om dimensionering utan utomstående effekter, där en av de största är den otillåtna trafik som framför sig genom GC-vägar. Drift och underhåll är en väldigt kritiserad aspekt inom ämnesområdet och ett ofta diskuterat ämne för trafikämnet som helhet, men grundar sig oftast om bristande resurser och hur de ska fördelas.
- Förhållandet av slitlagret är en väldigt väsentlig punkt för GC-vägar när det gäller säkerhet och framkomlighet. Det ställer både högre krav på drift och underhåll men även friktion, komfort och jämnhet. De flesta parametrarna inom de kraven utgår sällan från cyklister och fotgängares förutsättningar och behov vilket behöver utvecklas.
- De riktlinjer och krav i tekniska anvisningar mellan kommunerna är i grunden samma. Det som skiljer sig åt är olika förutsättningar och olika kategoriseringar. Det finns ingen uttrycklig reglering eller standard som styr hur kommunerna kategoriserar eller benämner olika väg eller trafikklasser vilket gör att skillnader i benämningar förekommer. Kategorisering för fotgängare och cyklister smälts oftast samman då de båda kan transportera sig hinder fritt genom de flesta utrymmena är det naturligt att de vävssamman.
- Ökad samverkan är önskvärd för att uppnå en bättre infrastruktur genom kunskaps- och erfarenhetsutbyten mellan kommuner och regioner men görs för närvarande oftast genom personliga kontakter.
- Nya fordonstyper behöver ackommoderas i gatuutrymmet men specifika krav behöver utredas för att bedöma effekterna och utvecklingspotentialen det kan ha på GC-vägar.

- Nya materalltyper nyttjas till en begränsad mängd men är önskvärd för att uppnå en samhällseffektiv och långsiktig hållbar infrastruktur. Kommunerna är relativt öppna för innovationsmöjligheter som kan tänkas nyttjas för att lösa existerande problem. Men att utveckling behöver ske ifrån andra håll än kommuner och ska kunna tillämpas inom regelverken där det även finns utrymme för förbättring.

7 Fortsatta studier

Baserat på detta arbete föreslås följande fortsatta studier:

- Potentialen att ställa högre krav vid upphandling av entreprenader om användandet av underhållsfordon bör undersöka. Exempelvis genom begränsningar om axellast och storlek på att så sätt minimera belastningen.
- Förhindrade åtgärder mot obehörig trafik bör utredas vidare. Här kan både trafikförhindrande åtgärder i form av fysiska barriärer, utformning och trafikreglering mot tungtrafik undersökas.
- Undersöka till vilken grad de befintliga kraven ger möjlighet till nya överbyggnadslösningar och till vilken utsträckning.
- Mer djupgående studier vid enskilda fall kan ge en bättre bild kring produktionsprocessen och vilka avvägningar som behöver göras för att hantera lokala förutsättningar.
- Likartade studier kan undersöka mindre kommuners cykelpolicy som kan tänkas ha en mindre utbyggd cykelinfrastruktur. För att ge bättre jämförelse och för att möjligen bättre definiera vad som är en bra/sämre cykelinfrastruktur. Här kan även undersöka huruvida behovet skiljer sig och vilka svårigheter det kan medföra.
- Mer utarbetade studier om klimatzon 3, 4 och 5 kan ge en bättre helhetsbild. Det är också väsentligt till att bättre förstå klimatets påverkan på konstruktionen och vinterväghållningens effekter på dimensionering av GC-vägar.
- Intervjuer med andra aktörer för både den privata och offentliga sektorn. Till exempel hur väl entreprenader förhåller sig till de befintliga kraven och om de anser att kraven som ställs på deras utförande är lämpliga. Det är väsentligt att få med både kommunernas och entreprenaders synvinkel då detta kombinerat producerar GC-vägar
- Specifika krav som utgår från cyklister och fotgängares behov och förutsättningar behöver utformas. Detta gäller främst komfort och friktion. Nya fordonstyper inom GC-vägar borde också ackommoderas till kraven där även utformnings principer borde tas i hänsyn.

8 Referenslista

Agardh och Parhamifar (2014). *Vägbyggnad*, Liber AB upplag 1, ISBN 9 789 147 093 465.

Asfaltskolan (1999). *Asfaltboken: 3 Vägens uppbyggnad* Hämtad: 2022-04-03
<https://asfaltboken.se/>

Borutto, 2022. *Hantering av PAH-kontaminerad asfalt* Examensarbete Lunds universitet. Lund

Caltrans (2020). *Caltrans repaves roadway with recycled plastic bottle*. California department of transportation Hämtad: 2023-03-24
<https://dot.ca.gov/news-releases/news-release-2020-024>

Conlon, k. (2021). *Platic Roads: Not all they`re paved up to be*. International Journal of Sustainable Development & World Ecology, DOI: 10.1080/13504509.2021.1915406

Crescent (2022). *Upptäck elcykeleffekten med crescent* Hämtad: 2022-04-21.
<https://www.crescent.se/nyheter/post/upptack-elcykeleffekten/>

Eriksson m.fl, (2022). Jenny Eriksson, Jones Karlström, Anna Niska, Mikael Johannesson, Lena Levin, Jens Alm, Samuel Lindgren. *Utredning av mål om ökad andel cykling i Sverige*. VTI

Flen kommun (2022). *Teknisk handbok, Dimensionering av överbyggnad, samhällsbyggnadsförvaltningen*.

Gällivare kommun (2018). *Projekteringsanvisningar, Del 4- Gata/park*

Gössling & Choi (2015), *Transport transitions in copenhagen: Comparing the cost of cars and bicycles*. Ecological Economics, vol 113, pp. 106-113.

Göteborg stad (2015). *Cykel program för en nära storstad*. Trafiknämnden göteborg ISSN 1103-1530.

Göteborg stad (2022) *Teknisk Handbok* (Göteborg Stad, 2022:1)

Hacke,U.(2013). *Potenzielle Einflüsse von Pedelecs auf die Verkehrssicherheit*. Presentation på 3. Nationaler Radverkehrskongress 2013, Forum 3: Sicher mit dem Rad ans Ziel. (Ulrike Hacke, Institut Wohnen und Umwelt Darmstadt).

Happyride (2023) *Innovation som förutsättning för en framtida cykelinfrastruktur* Hämtad: 2023-03-28 <https://happyride.se/innovation-som-forutsattning-for-en-framtida-cykelinfrastruktur/>

Helsingborg Stad (2021). *Teknisk Handbok "överbyggnadstabell"* Stadsbyggnadsförvaltningen Helsingborg.

Håbo kommun (2022). *Teknisk handbok-3. gata och trafik*,

Jepson och Nyberg (2017). *Återvinning av asfalt*. Examensarbete Lund universitet TVBM-5112

IVL Svenska miljöinstitutet (2020). *Guide till dammninsreducerande åtgärder*. Stockholm

Kristianstad kommun (2022). *Grävningsbestämmelser för Kristianstads kommun*, Tekniska förvaltningen Kristianstads kommun

Livsmedelsverket (2023). *Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)* Hämtad: 2023-03-09

Lunds kommun (2020). *Grävningsbestämmelser för allmän platsmark i Lunds Kommun*, Tekniska nämnden och Tekniska förvaltningen Lunds kommun.

Lunds kommun (2023). *Södra Råbylund*. Senast uppdaterad: 2023-04-26 <https://lund.se/stadsutveckling-och-trafik/trafik--och-byggprojekt/trafik--och-stadsmiljo/2023-03-02-sodra-rabylund>

Luleå kommun (2022). *Projekteringsanvisningar*, stadsbyggnadsförvaltningen 2022:1.

Macrebur (2023). *Macrebur the plastic road company* Hämtad: 2023-03-24 <https://macrebur.com/>

Malmö (2022). *Teknisk Handbok*, Fastighet-och Gatukontoret Malmö stad Mars 2022.

Marie Haeger-Eugensson, Anna Bjurbäck, Helen Nygren, Sara Janhäll, Kristoffer Hultberg, Mats Gustavsson, Christine Achberger, Marian Ramos Garcia och Frida Lindstein (2018). *Dammning och buller vid byggarbetsplatser*. COWI AB, Göteborg.

Mariestad m.f.l. (2020). *Grävbestämmelser för Mariestad, Töreboda och Gullspångs kommuner* Mariestad, Töreboda och Gullspång kommun.

Mölndal stad (2018). *Mölndals stads bestämmelser för arbeten inom allmän plats*, Tekniska nämnden.

Naturvårdsverket(2023), *Sveriges klimatmål och klimatpolitisk ramverk*
Hämtad: 2023-03-09
<https://www.naturvardsverket.se/amnesomraden/klimatomställningen/sveriges-klimatearbete/sveriges-klimatmal-och-klimatpolitiska-ramverk/>

Niska (2013). *Cyklisters singelolyckor Analys av olycks- och skadedata samt djupintervjuer*, VTI rapport 779, ISSN 0347–6030.

Paulsson (2020). *Examensarbeten. Att skriva uppdragsbaserade uppsatser och rapporter*, Studentlitteratur AB, Upplaga 1, ISBN 9789144133973.

PlasticRoad (2023). *Advantages of PlasticRoad* Hämtad 2023-03-08
<https://plasticroad.com/en/products/#voordelen>

Region skåne (2019). *Koncept för Supercykelstråk i Skåne*, Version 1.

RISE (2020). *Återvunna material för fallvänlig asfalt* Hämtad: 2023-03-08

Sjögren m.f.l (2020). *Krav på belagda väg-, cykel- och gångbanors friktionsegenskaper vid barmarksförhållanden*, VTI rapport 980, ISSN 0347-6030.

Svensk byggtjänst (1998). *Anläggning AMA 98*, Stockholm ISBN 9789173328869.

Svensk byggtjänst (2020). *AMA Anläggning 20*, Åtta.45 Tryckeri AB 2020, ISBN 978-91-7917-017-2.

Svenskmark betong (2019). *Beläggning med plattor och marksten av betong*, tredje upplagan.

Svenska cykelstäder (2020). *Svenska cykelstäder*, Hämtad: 2022 04-05
<https://svenskacykelstader.se/>

Svensson m.f.l. (2004). *ARTISTS - huvudgator för alla: Vägledning för planerare och beslutsfattare vid utformning och ombyggnad av huvudgator*. Lund University.

Stockholms Stad (2021). *Teknisk handbok, Del 2 – Anläggning*, Trafikkontoret.

Strandberg (1985). *Footwear friction assessed by walking experiments*, VTI rapport 300 A, ISSN 0347-6030.

Sundvall (2006). *Trafiknätsanalys I Luleå centrum*, Luleå tekniska universitet

Svedala kommun (2020). *Normbeskrivning för allmänna anläggningar*, Svedala miljö och teknik

Trafikanalys (2012). *RVU Sverige-den nationella resevaneundersökningen 2011*. Trafikanalys

Trafikanalys (2013). *RVU Sverige-den nationella resevaneundersökningen 2011-2012*
Statistik 2013:13

Trafikanalys (2014). *RVU Sverige-den nationella resevaneundersökningen 2012-2013* Statistik 2014:10

Trafikanalys (2016). *RVU Sverige-den nationella resevaneundersökningen 2014-2015*. Statistik 2016:15

Trafikanalys (2017). *RVU Sverige-den nationella resevaneundersökningen 2015-2016*. Statistik 2017:13

Trafikanalys (2020). *Resvanor i Sverige 2019*. Statistik 2020:17

Trafikanalys (2021). *Resvanor i Sverige 2020*. Statistik 2021:16

Trafikanalys (2022). *Resvanor i Sverige 2021*. Statistik 2022:18

Trafikverket (2011). *Trafikverkets tekniska krav vägkonstruktion*. TDOK 2011:264

Trafikverket (2012). *krav för vägars och gators utformning*, publikation 2012:179.

Trafikverket (2014a). *Alternativa material för vägkonstruktioner*, TDOK 2013:0532

Trafikverket (2014b). *Tätskikt på broar*, TDOK 2013:0531

- Trafikverket (2015). *Gröna koncept inom asfaltbeläggningar*, publikation 2015:276
- Trafikverket (2017). *Obundna lager för vägkonstruktioner*, TDOK 2013:0530 version 3.0.
- Trafikverket (2019). *Sommarcykelväg, utformning och råd*, 2019:180.
- Trafikverket (2020a) *Bestämning av friktion på väg*, TDOK 2014:0134 Version 3.0.
- Trafikverket (2020b). *Bitumenbudna lager*, TDOK 2013:0529, version 4.0
- Trafikverket (2021) *Trafikverkets ändringar och tillägg till AMA Anläggning 20*, TDOK 202:0245 version 5.0
- Trafikverket (2022a). *Krav - VGU, Vägars och gators utformning*, TRV publikation 2022:001.
- Trafikverket (2022b). *RÅD - VGU, Vägars och gators utformning*, TRV publikation 2022:003
- Trafikverket (2022c). *Överbyggnad väg, Dimensionering och utformning* TRVINFRA-00224 version 3.0.
- Täby kommun (2018) *Teknisk handbok-Trafik och Gata, Dimensionering av överbyggnader*, Revision 2018:2.
- Veidekke (2013). *Ny stadsdel växer fram i Lund*. Hämtad: 2023-04-14
<https://news.cision.com/se/veidekke-sverige/r/ny-stadsdel-vaxer-fram-i-lund,c2869552>
- Vägverket (1994). *VÄG 94 Konstruktiv utformning av överbyggnad*, VV Publ 1994:23.
- Winberg (2021). *Återvunna material i obundna lager i vägöverbyggnader*. Examensarbete Lund universitet
- Uppsala kommun (2022). *Teknisk handbok Dimensionering av överbyggnad*, Uppsala kommun Gatu- och samhällsmiljönämnden.
- WSP (2021). *WSPs stora mobilitets studie 2021*, WSP Sverige AB.

WSP (2022). *WSPs stora mobilitets studie 2022*, WSP Sverige AB.

Örebro kommun (2022). *Teknisk handbok för Örebro kommun*, 3.10.

9 Bilagor

Bilaga 1

Intervjuguide för kommuner

1. Introduktion

- Är det ok att samtalet spelas in?
- Är du okej med att ditt eller organisationens namn används i rapporten?
- Vad har du för yrkesbefattning?

2. Kravställning inom kommunen

- Vilka regelverk använder ni vid dimensionering av cykelvägar?
- Vilka krav ställs på överbyggnad?
- Utifrån vilken trafiklast dimensioneras GC-vägar?
- Hur särskiljer ni mellan gång och cykelväg?
- Har eran kommun något särskilt krav ni ställer på konstruktionen?
- Hur ser resultat av dimensionering ut?
- Avviker det sig något från den angivna kravställningen?
- Finns där några utmaningar med att dimensionera GC-vägar?

3. Övergripande syn på Kravställningen

- Anser ni att de befintliga kraven som ställs är lämpliga?
- Är det något som saknas eller behöver utvecklas?
- Samverkar ni eller delar erfarenhet med någon annan kommun/organisation?
- Skulle en ökad samverkan mellan kommuner vara önskvärd?
- Vilka entreprenörer arbetar kommunen med i syfte för anläggningen av vägar?

4. Framtidsutveckling

- Vad är er generella syn på GC-vägars roll och hur ser ni den utvecklas inom er kommun?
- Hur ställs kraven med hänsyn till nya och mer varierande fordonstyper? Exempelvis elcyklar, lastcyklar, lådcyklar och nya underhållsfordon?
- Hur ser ni utvecklingen av nya materialtyper i beläggningen ta plats inom kommunen? Exempelvis Fall vänligt Asfalt, Biobitumen, Polymodifieratbitumen och återvunna material.

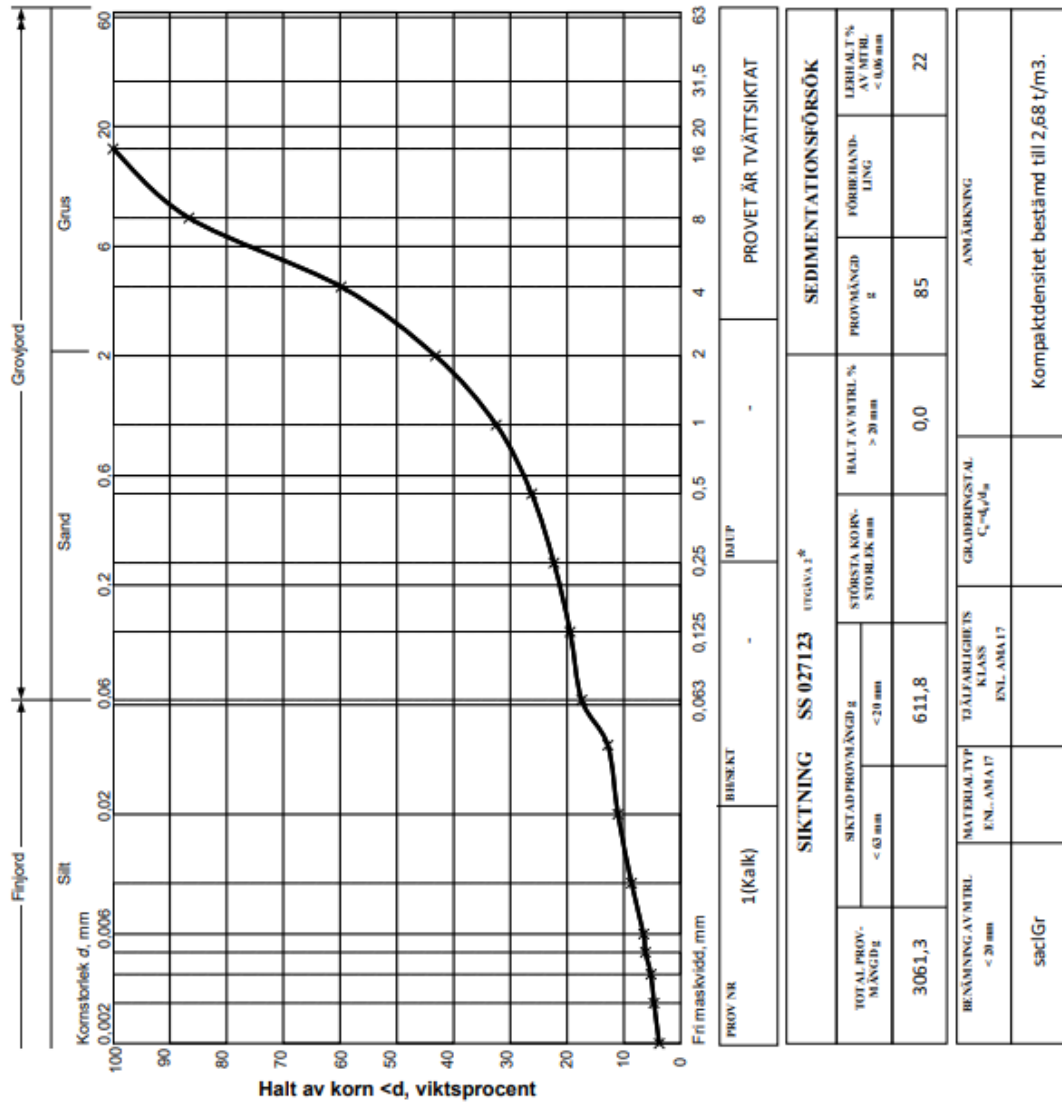
Bilaga 2



Statens geotekniska institut

KORNFÖRDELNING FRAKTIONSINDELNING 1981

Uppdragsnamn: Stenmjöl			Diagram	1(2)
Beställare: Svante Berg, Movea Trafikkonsult AB			Dnr	7.1-1901-0007:33
Ankomstdatum	Provtagningsredskap	Laboratorieundersökning	Datum	191024
191011	-	Datum 191015--1016 Utförd av OA	Teknisk ledare	FB



*Standarden upphävd 2005-06-07.
 Mätosäkerhet siktning (0,063-63 mm): ± 2,9 %. Mätosäkerhet sedimentationsanalys (0,002-0,06 mm): ± 0,6 %.
 Programversion 1.2

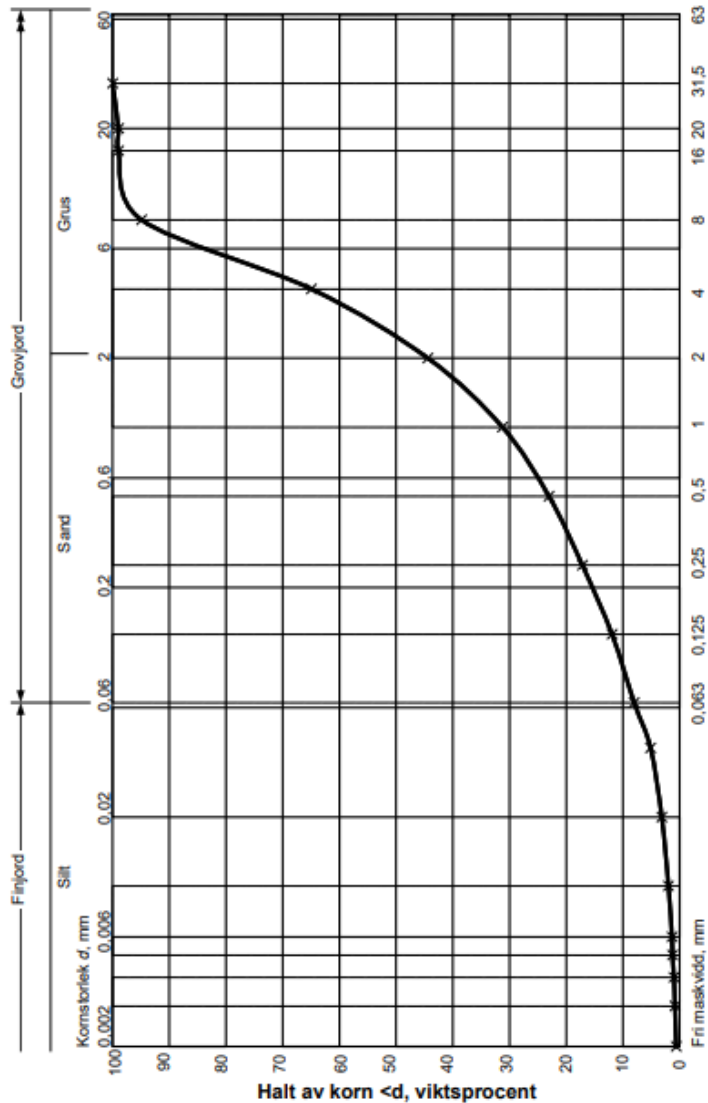
Bilaga 3



Statens geotekniska institut

KORNFÖRDELNING FRAKTIONSINDELNING 1981

Uppdragsnamn: Stenmjöl			Diagram	2(2)
Beställare: Svante Berg, Movea Trafikkonsult AB			Dnr	7.1-1907-0007:33
Ankomstdatum	Provtagningsredskap	Laboratorieundersökning Datum	Utförd av	Datum
191011	-	191015--1016	OA	191024
Teknisk ledare				FB



PROV NR	2	BRÖSEKT	-	DRUP	-	PROVET ÄR TVÄTTSTÄD
SIKTNING SS 027123 UTGÅVA 2 ^o						
TOTAL PROV-MÄNGD g	2616	SIKTAD PROV-MÄNGD g	< 20 mm	518,7	STÖRSTA KORNSTORLEK mm	0,0
BENÄMNING AV MTRL < 0 mm	sa Gr	SIKTAD PROV-MÄNGD g	< 63 mm	2616	HALT AV MTRL > 63 mm	0,0
					PROV-MÄNGD g	83
					LEHVALT % AV MTRL < 0,06 mm	7,7
					FÖRRETNINGSFÖRKLING	
					GRÄNSSTAL C _u -d ₆₀ /d ₁₀	
					TÄLFBÄRHIGHETS KLASS ENL. AMA 17	
					MATERIALTYP ENL. AMA 17	
					ANMÄRKNING	Kompakt densitet bestämd till 2,66 t/m ³ .

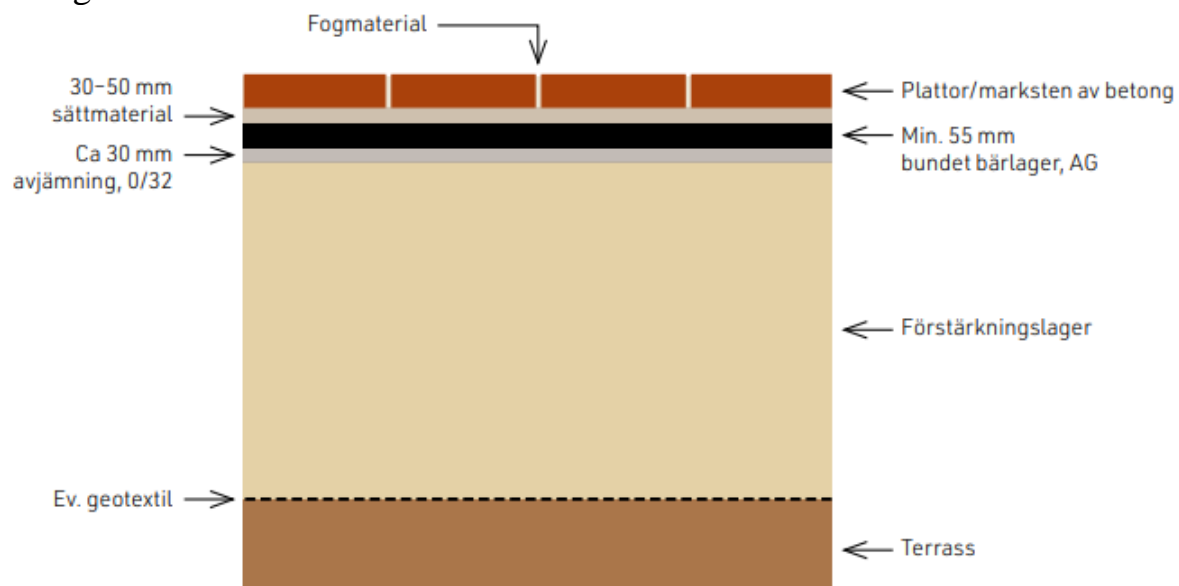
*Standarden upphävd 2005-06-07.
 Mätosäkerhet siktning (0,063-63 mm): ± 2,9 %. Mätosäkerhet sedimentationsanalys (0,002-0,06 mm): ± 0,6 %.
 Programversion 1.2

Bilaga 4

GATA	Dim. Trafikbelastning		Tjocklek på terrass av materialtyp enl. TRVK Väg 4.3.1								
	Trafik-klass/ TRVK Väg Standard axlar	Typ av yta och trafik-mängd enl. Tbv/bel	Material	1	2	3	4 ²⁾	5	6 ⁵⁾	Lättklinker	EPS
Lokalgata L4.5	1/max 0,5 x 10 ⁶	Lokalgata ÅDT k just <500	Asfaltbetong, slitlager ³⁾	32	32	32	32	32	32	32	32
			Bundet bärlager, 1 lager ³⁾	40	40	40	40	40	40	40	40
			Bärlager	128	80	80	80	80	80	80	80
			Försl.lager	-	393	393	393	393	448	448	292
			Geotextil, bruksklass 4	-	-	-	X	X	X	X	-
			Armerad betongplatta	-	-	-	-	-	-	-	100
			SUMMA	200	545	545	545	545	600	600	645
Lokalgata L3	1/max 0,5 x 10 ⁶	Lokalgata ÅDT k just <500	Asfaltbetong, slitlager ³⁾	24	24	24	24	24	24	24	24
			Bundet bärlager, 1 lager ³⁾	40	40	40	40	40	40	40	40
			Bärlager	136	80	80	80	80	80	80	80
			Försl.lager	-	401	401	401	401	456	456	401
			Geotextil, bruksklass 4	-	-	-	X	X	X	X	-
			Armerad betongplatta	-	-	-	-	-	-	-	100
			SUMMA	200	545	545	545	545	600	600	645
P-Plats P. Uppstfält dim. Som intilliggande körbanor eller enl. överenskommelse.	1/max 0,5 x 10 ⁶	Parkeringsplats	Asfaltbetong, slitlager ³⁾	45	45	45	45	45	45	45	45
			Bärlager	155	80	80	80	80	80	80	80
			Försl.lager	-	420	420	420	420	475	475	420
			Geotextil, bruksklass 4	-	-	-	X	X	X	X	-
			Armerad betongplatta	-	-	-	-	-	-	-	100
SUMMA	200	545	545	545	545	600	600	645			
GC och G separat med enstaka fordon med axellast <8 ton.	GC	GC-väg	Asfaltbetong, slitlager ³⁾	45	45	45	45	45	45	45	45
			Bärlager	155	255	255	80	80	80	80	80
			Försl.lager	-	-	-	275	375	475	375	420
			Geotextil, bruksklass 4	-	-	-	X	X	X	X	-
			Armerad betongplatta	-	-	-	-	-	-	-	100
SUMMA	200	300	300	400	500	600	500	645			
Lokalväg med grusöverbyggnad GÖ	1		Grusslitlager	50	50	50	50	50	50	50	50
			Bärlager	150	250	250	100	100	100	100	100
			Försl.lager	-	-	-	350	350	450	450	350
			Geotextil, bruksklass 4	-	-	-	X	X	X	X	-
			Armerad betongplatta	-	-	-	-	-	-	-	100
SUMMA	200	300	300	500	500	600	600	600			

Bilaga 5

Bilaga 5.1



Bilaga 5.2

Klimatzon 1-5, krossat material i förstärkningslagret										
Trafik	Tillåtet antal standardaxlar	0	0	< 50 000	50 000 - 250 000	250 000 - 500 000	500 000 - 1 000 000	1 000 000 - 2 500 000	2 500 000 - 5 000 000	
	Trafikklass	G	GC	0	1a	1b	2	3	4	
Överbyggnad	Tjocklek (mm)									
	Marksten ⁽¹⁾	40	50	60	80	80	80	80	80	
	Sättningslager	30	30	30	30	30	30	30	30	
	Obundet bärlager	Hela ÖB	80	80	80	80	80	80	80	
	Förstärkningslagertjocklek (h_1) på terrass av materialtyp 1-5 ⁽²⁾	1	0	0	0	70	70	100	190	250
		2	0	70	110	110	150	210	290	350
3		80	70	120	150	240	290	350	400	
4		100	70	120	160	270	330	410	470	
5		140	170	220	270	400	460	580	680	

(1) Marksten i trafikklass 0-4 bör väljas i samråd med leverantör och lämpligt format beaktas. Om annan tjocklek på sten används i trafikklass 1-4, ska den totala överbyggnadstjockleken justeras enligt tabell 4.10. Vid särskilda omständigheter rekommenderas 100 mm marksten i trafikklass 3 och 4.

(2) Om tjocklek på förstärkningslager understiger 200 mm utgår detta och ersätts med bärlagermaterial så att rätt totaltjocklek uppnås.

Bilaga 5.3

Justering av förstärkningslagrets tjocklek						
Markstens tjocklek [mm]	50	60	70	80	100	120
Justering av förstärkningslagrets tjocklek [mm]	+80	+50	+30	0	-35	-70

Bilaga 5.4

Materialtyp i terrass	Om okrossat stenmaterial används skall förstärkningslagrets tjocklek ökas med
2 och 3	25 %
4 och 5	40 %

Bilaga 5.5

Samtliga Trafikklasser	Klimatzon					
		1	2	3	4	5
Tjälfarlighetsklass	3	-	-	200	375	1150
	4	-	-	545	1000	1250

Bilaga 5.6

Klimatzon 1-5, krossat material i förstärkningslagret						
Trafik	Tillåtet antal standardaxlar	0	0	< 50 000	50 000 - 250 000	
	Trafikklass	G	GC	0	1a	
Överbyggnad	Tjocklek (mm)					
	Plattor ⁽¹⁾	enl rek	enl rek	enl rek	enl rek	
	Sättlager	30	30	30	30	
	Obundet bärlager	Hela ÖB	80	80	80	
	Förstärkningslagertjocklek (h_3) på terrass av materialtyp 1-5 ⁽²⁾	1	0	40	60	110
		2	0	90	130	190
		3	80	90	130	280
4		100	100	240	310	
5	140	190	330	440		

(1) Plattor i de olika trafikklasserna måste väljas enligt leverantörens rekommendationer.

(2) Om tjocklek på förstärkningslager understiger 200 mm utgår detta och ersätts med bärlagermaterial så att rätt totaltjocklek uppnås.