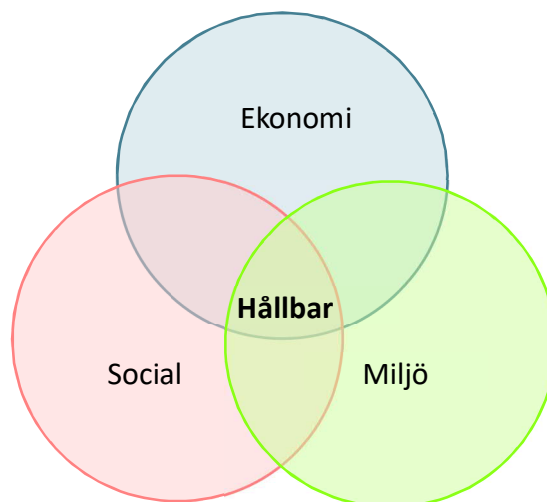
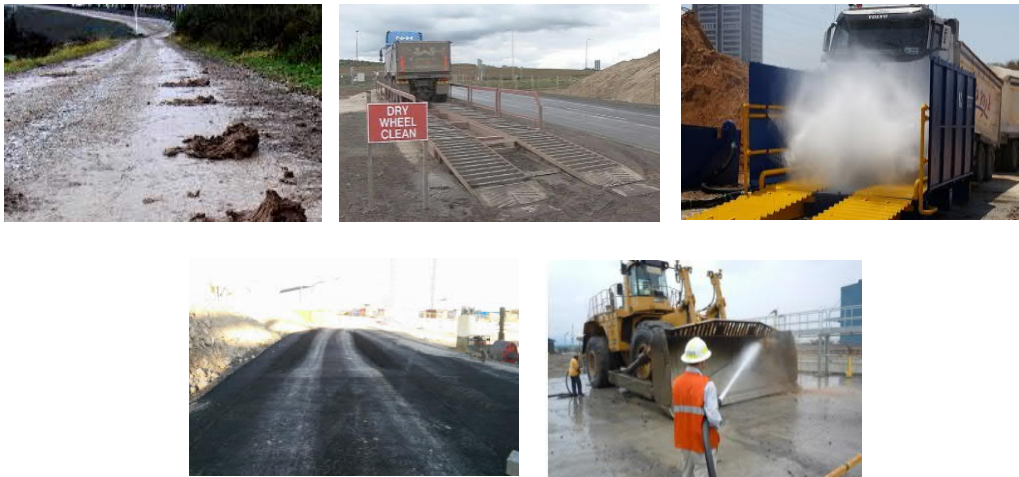


Att välja hjultvätts-rutin ur ett hållbarhetsperspektiv



NCC Environmental Engineering/Mark- och Vattenmiljö

Förord

Detta projekt initierades av NCC AB Environmental Engineering/Mark- och Vattenmiljö och genomfördes med ekonomiskt bidrag från Svenska Byggbranschens Utvecklingsfond (SBUF).

I referensgruppmöte/workshop deltog Trafikkontoret, Kretslopp- och vatten, Trafikverket, Sveriges Byggindustrier, Veidekke, Swerock och Chalmers Tekniska Högskola. Projektet har även sanktionerats av FoU-Väst där följande företag och organisationer är representerade: Wästbygg, Veidekke, Persson Hyrmaskiner, Betongsprutnings AB BESAB, PEAB, AF Bygg, Skanska, Thomas Betong Göteborg AB, NCC, Tuve Bygg, SERNEKE samt Sveriges Byggindustrier.

Organisatoriskt bestod projektet av en arbetsgrupp från NCC bestående av Malin Norin, Rita Garção, Petra Brinkhoff och Jesper Grandin.

Fältarbete genomfördes av Rita Garção, Maria Polukarova, Johanna Bergström och Robin Jansson. Laboratoriearbete utfördes av Rita Garção och Maria Polukarova.

Rapporten har skrivits och granskats av följande personer; Rita Garção, Niklas Blomqvist, Malin Norin, Petra Brinkhoff, Maria Polukarova, Kristine Ek, Jesper Grandin och Lisa Janmar.

Ytterligare kontaktpersoner har bidragit med kunskap och sina erfarenheter bl.a. inom PEAB, Miljöförvaltningen i Göteborg mm.

Ett stort tack till SBUF för ekonomiskt stöd som gjorde detta möjligt!

Tack till InfraSweden2030 för medfinansiering i projektet "Innovativa och hållbara lösningar för att reducera förorening av vägar och vägdagvatten", och till medverkande aktörer: Chalmers, Trafikkontoret, Park- och Natur, Kretslopp och vatten (Göteborg stad) och VTI (statens väg- och transportforskningsinstitut). Detta projekt omnämns i rapporten som "systemprojekt".

Tack till alla er som bidragit med input till rapporten via referensgrupp och FoU-Väst.

Tack till delaktiga personer i projekt Centralen, Västlänken som bidragit till fallstudiens genomförande.

Göteborg 2019-01-11
Malin Norin

Sammanfattning

Att hållbarhet inom anläggningsprojektet beaktas innebär att beslut och åtgärder fattas utifrån ekonomiska, sociala och miljömässiga aspekter. Genom att utföra anläggningsprojekt med hållbarhet i fokus uppnås stora effekter för samhället eftersom en betydande del av miljöpåverkan har sitt ursprung i byggsektorn. Stora infrastruktur-satsningar i stadsnära miljöer belastar omgivningen när hantering av jordmassor resulterar i oavsiktlig partikel- och massspridning till närmiljön. Den stora mängden lastbilstransporter kan ge upphov till omfattande spridning av material via lastbilarnas stora och grovmönstrade däck. I samband med byggentreprenader kan rutinartad hjultvätt av entreprenadfordon utgöra ett bra komplement till befintliga tekniker för att hindra utsläppen av vägrelaterade partiklar. I AMA AF föreskrivs entreprenören att hålla vägar rena från av honom orsakad nedskräpning, spill och dylikt. Inom svensk lagstiftning åligger det en yrkesmässig verksamhetsutövare att använda bästa möjliga teknik tillsammans med en rimlighetsavvägning.

Det övergripande syftet med detta projekt är att ta fram föreliggande rapport som kan användas som beslutsunderlag för aktörer som vill använda sig av hjultvätt eller vidta andra åtgärder för att förhindra spridning av smuts till vägnätet. Syftet med detta projekt är också att genom fallstudier undersöka den faktiska spridningen av smuts från entreprenader till vägnätet och beskriva/verifiera effektiviteten av en hjultvättsrutin. I det tidigare SBUF-projektet "Hjultvätt - tillgänglig teknik och möjligheter för svenska byggentreprenader" (NCC, 2017a) har tillgängliga hjultvättstekniker och möjligheter för svenska byggentreprenader utretts och beskrivits

Olika metoder för att minska nedsmutsning orsakad av transporter har studerats via två fallstudier i Göteborg: Centralen, del av Västlänken (hjultvätt) och Gullbergsvass (gatusopning). Fallstudierna visar att spridning av smuts till omgivningen via transporter är betydande. Större delen av smutsen (ca 60%) har spridits inom drygt en kilometer från arbetsområdena. Resultaten visar även att stora projekt där mängden lastbilstransporter i perioder kan uppgå till storleksordning 100 lastbilar per dag kan ge en spridning inom 1,5 km från byggarbetsplatsen på ca. 30-100 kg/dag och till vägnätet i stort totalt ca. 50-150 kg/dag.

Utifrån erfarenheter från detta projekt föreslås att en multikriterieanalys används som bas för hållbarhetsbedömningen vid val av hjultvätt eller andra åtgärder för att förhindra spridning av smuts till vägnätet. Vidare har det framkommit att det är lämpligt att införa en kompletterande aspekt utöver miljömässiga, sociala och ekonomiska effekter som fokuserar på aspekter specifikt kopplat till byggbranschen. Vid tillämpning av hållbarhetsbedömningen som presenteras i denna rapport, visar resultaten att både hjultvätt och gatusopning har positiva effekter jämfört med ingen åtgärd. Fördelen med en hjultvätt är att den åtgärdar smutsen vid källan (minskad omgivningsbelastning) medan gatusopningen hanterar smuts från flera olika källor, men kan också innebära störningar på vältrafikerade vägar.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Innehållsförteckning

1.	INTRODUKTION	6
1.1.	SYFTE OCH MÅL	7
1.2.	BEGREPP	8
1.3.	MILJÖMÅL OCH FN:S GLOBALA HÅLLBARHETSMÅL	8
1.4.	RISKER MED VÄGDAMM	9
1.5.	TIDIGARE SBUF STUDIE	9
1.6.	KOPPLING TILL ANDRA PROJEKT	11
2.	GENOMFÖRANDE	12
2.1.	LITTERATURSTUDIE	13
2.2.	INTERVJUER	13
2.3.	FALLSTUDIER	13
2.4.	REFERENSGRUPPMÖTE/WORKSHOP	13
2.5.	HÅLLBARHETSBEDÖMNING	14
3.	FALLSTUDIER	15
3.1.	MODELL FÖR SMUTSSPRIDNING	15
3.2.	RESULTAT AV FALLSTUDIER	18
3.2.1.	Fallstudie Centralen (hjultvätt)	18
3.2.2.	Fallstudie Gullbergsvass (gatusopning)	20
3.2.3.	Jämförelse av fallstudierna	20
4.	HÅLLBARHETSBEDÖMNING FÖR HJULTVÄTT	22
4.1.	METOD FÖR HÅLLBARHETSBEDÖMNING	22
4.1.1.	Multikriterieanalys	23
4.1.2.	Kostnads-nyttanalys	24
4.1.3.	Val av metod och typ av utvärdering	25
4.2.	ALTERNATIV FÖR HANTERING AV SMUTSIGA HJUL	25
4.3.	UNDERLAG FÖR BEDÖMNING AV KOSTNADER OCH NYTTOR	25
4.3.1.	Hållbarhetskategorier och bedömningskriterier	26
4.3.2.	Ekonomisk hållbarhet	27
4.3.3.	Social hållbarhet	28
4.3.4.	Miljömässig hållbarhet	29
4.3.5.	Övriga aspekter	30
4.4.	VÄGLEDNING FÖR KRITERIEBEDÖMNING	31
5.	UTFÖRA EN HÅLLBARHETSBEDÖMNING	32
5.1.	EXCELBASERAT BERÄKNINGSVERKTYG	32
5.2.	EXEMPEL: SCENARIO 1	35
5.2.1.	Kort beskrivning av området	35
5.2.2.	Viktning av hållbarhetsdomäner	35

5.2.3.	Viktning av kriterier	36
5.2.4.	Poängsättning av kriterier.....	37
5.2.5.	Resultat och jämförelse av alternativ	41
5.3.	EXEMPLIFIERING AV TILLÄMPNING, SCENARIO 2.....	42
6.	SLUTSATSER OCH DISKUSSION.....	43
6.1.	REKOMMENDATION FÖR YTTRELLIGARE FRAMTIDA ARBETE.....	44
7.	LITTERATURFÖRTECKNING.....	45
	BILAGA 1 – LAGAR OCH KRAV FÖR ATT HANTERA NEDSMUTSNING AV VÄGNÄTET	49
	BILAGA 2 - FALLSTUDIE CENTRALEN - HJULTVÄTT	52
	BILAGA 3 - FALLSTUDIE GULLBERGSVASS - GATUSOPNING.....	61
	BILAGA 4 – UNDERLAG FÖR KRITERIEBEDÖMNINGEN AV HÅLLBARHETSKATEGORIerna	67
	BILAGA 5 – NEDERBÖRDSMÄNGD MÄTNINGSSTATION GÖTEBORG A.....	76
	BILAGA 6 – KORNSTORLEKSANALYS	78
	BILAGA 7 – UTKAST FÖR BERÄKNINGSVERKTYG I EXCELL, MED STRUKTUR OCH UTSEENDE.....	79

1. Introduktion

Fokus på hållbarhetsarbete i byggentreprenader har ökat de senaste åren eftersom projekt inom byggbranschen tar stora ekonomiska resurser i anspråk och har stor påverkan på omgivning och miljö. Att hållbarhet inom projektet beaktas innebär att beslut och åtgärder fattas utifrån en sammanvägning av ekonomiska, sociala och miljömässiga aspekter. Konceptet hållbar utveckling har funnits sedan FN-konferensen om den mänskliga miljön 1972. Den mest accepterade definitionen ges av Brundtlandrapporten, "Our common future" (WCED, 1987). Den innebär "en utveckling som möter dagens människors behov utan att äventyra kommande generationers möjligheter att tillgodose sina behov". En övergripande bild av vad hållbar utveckling innebär visas i figur 1.1. De tre delarna av hållbarhet interagerar och när de är i balans skapas möjligheter för hållbar utveckling.



Figur 1.1 De tre dimensionerna av hållbar utveckling. Anpassad efter Söderqvist m.fl. 2004.

Att utföra anläggningsprojekt med hållbarhet i fokus ger stora samhälleliga effekter eftersom en betydande del av samhällets miljöpåverkan orsakas av byggsektorn. Hållbarhetsfokus innebär dessutom optimering av projekt, inte bara med avseende på miljöaspekter utan också med avseende på ekonomi och sociala aspekter. Sammantaget finns idag ett ökat fokus kring hållbarhetsfrågan i anläggningsbranschen och behovet av att visa hur hållbara anläggningsprojekt kan utformas väntas öka. För att kunna jämföra olika lösningar med varandra utifrån deras hållbarhet kan en hållbarhetsbedömning genomföras.

Stora infrastruktursatsningar i stadsnära miljöer riskerar att ge negativ påverkan på omgivningen. Bland annat resulterar hanteringen av schaktmassor i oavsiktlig partikel- och materialspridning till närmiljön. Partikelspridning utgör i sig både en miljö- och hälsorisk, men kan också innebära praktiska problem och merkostnader när material ansamlas på vägar och i dagvattensystem. Riskbilden påverkas också av att massorna kan vara förorenade. Stora infrastrukturprojekt innebär vanligen en omfattande masshantering som genererar en stor mängd lastbilstransporter. Dessa transporter ger upphov till bland annat omfattande spridning av material via lastbilarnas stora och grovmönstrade däck. Studier har visat att områden som ligger i anslutning till byggentreprenader generellt har högre dammängder än andra stadsgator (Gustafsson et al

2016, Haeger-Eugensson et al. 2018). Det finns flera metoder för att minska ackumulering av partikelbundna föroreningar på vägar. De mest använda metoderna som syftar till att hantera förorenat dagvatten inkluderar dagvattendammar, infiltrationsbassänger, diken, konstruerade våtmarker samt permeabel asfalt (Ericsson et.al. 2013). Gatusopning och fordonstvätt är två andra metoder som har studerats i syfte att minska förorenat dagvatten och luftföroreningar (Kretslopp och vatten 2018, Polukarova 2018, Gustafsson et.al. 2015, Gustafsson et.al. 2013, Munz 2018, Murakami 2005). I samband med byggentreprenader kan rutinartad hjulvätt av entreprenadfordon utgöra ett bra komplement till befintliga tekniker för att hindra spridningen av partiklar till vägnätet. Tidigare studier har visat att hjulvätt av entreprenadsfordon är en effektiv metod för att avlägsna partiklar från hjul och hjulhus (NCC 2017a).

I AMA AF föreskrivs entreprenören att hålla vägar rena från av honom orsakad nedskräpning, spill och dylikt. I de kompletterande Råd och Anvisningarna (RA) framgår att beställaren ska ange om entreprenören ska ombesörja renhållning av gata, väg och dylikt som ligger utanför arbetsområdet. Inom svensk lagstiftning (Miljöbalken 2 kap. 3§) åligger det en yrkesmässig verksamhetsutövare att använda bästa möjliga teknik tillsammans med en rimlighetsavvägning. Flera andra länder har en hårdare lagstiftning vad det gäller krav att rengöra fordon i samband med entreprenadarbete (se vidare bilaga 1).

Utgångspunkter och problemställningar för denna rapporten är:

- Omfattande infrastruktursatsningar i Norden
- Många stora byggprojekt sker i stadsnära miljö
- Omfattande transporter av schaktmassor sker i tätbebyggd miljö
- Spridning av smuts har en negativ påverkan på samhället
- Spridning av smuts har en negativ påverkan på miljön
- Lagar och krav som reglerar byggentreprenadernas ansvar för att inte bidra till nedsmutsningen av vägnätet

1.1. Syfte och mål

Det övergripande syftet med detta projekt är att ta fram ett underlag som kan fungera som ett stöd när man ska besluta om vilken typ av åtgärd som ska vidtas för att begränsa spridningen av smuts från en byggentreprenad. Denna rapport kan således fungera som ett stöddokument för olika aktörer inom byggbranschen och för myndigheter och beställare. Den metod för bedömning som föreslås i denna rapport är baserad på olika aspekter som berör såväl ekonomi som miljö och samhälle, och syftar till att främja en hållbar utveckling.

Syftet med detta projekt har också varit att genom fallstudier undersöka den faktiska spridningen av smuts från entreprenader till vägnätet och beskriva/verifiera effektiviteten av hjulvätt. Detta är information som behövs som underlag för att kunna bedöma samhällskostnader kopplade till nedsmutsning och göra en bedömning baserad på hållbar utveckling av olika åtgärder.

ID: 13412

Rapporten är uppdelad i följande avsnitt:

- Genomförandebeskrivning
- Fallstudier – underlag för hållbarhetsbedömning
- Hållbarhetsbedömning – metodstudie
- Exempel på tillämpning av hållbarhetsbedömning

1.2. Begrepp

I denna rapport används begreppet "smuts" som samlingsnamn för material som oönskat sprids till vägytor från områden där det pågår bygg- och anläggningsverksamhet. Enligt Svenska Akademiens ordlista betyder smuts: orenhet som kan utgöras av partiklar eller fläckar av främmande, oönskade ämnen. "Smuts" utgör material som sprids, antingen direkt då materialet lossnar från fordon, eller via damm, det vill säga som partiklar i luftburen transport. Material kan också spridas från fordon eller upplag via vatten, vid regn eller transport över våta vägbanor. Material som spridits och avsatts via vatten utgör sediment och kan ansamlas på väg och markytor och i dagvattenbrunnar. Beroende på partiklarnas ämnesegenskaper kan smutsen vara förorenad eller ge förutsättningar förtransport av partikelbundna föroreningar.

I ansökan till föreliggande projekt används titeln "Hjultvätt. Kostnad kontra nytta". Under arbetets gång har det framkommit att "Att välja hjultvätts-rutin ur ett hållbarhetsperspektiv" är en lämpligare titel.

1.3. Miljömål och FN:s globala hållbarhetsmål

Agenda 2030 innehåller 17 Globala mål för hållbar utveckling och antogs den 25 september 2015 i FN:s generalförsamling. Syftet är att fram till år 2030 uppnå en socialt, miljömässigt och ekonomiskt hållbar utveckling världen över, och målen utgör en grund för detta arbete. Föreliggande rapport har en koppling till 6 av de 17 målen: Mål 3 – God hälsa och välbefinnande, Mål 6 – Rent vatten och sanitet, Mål 9 – Hållbar industri, innovationer och infrastruktur, Mål 11 – Hållbara städer och samhällen, Mål 12 – Hållbar konsumtion och produktion och Mål 14 – Hav och marina resurser.

Sveriges miljömål tar hand om den ekologiska dimensionen av de globala hållbarhetsmålen på nationell nivå. I Sverige används de 16 miljömålen som riksdagens riktmärke för att lösa våra miljöproblem nu, och inte lämna över dem till kommande generationer (Naturvårdsverket, 2018). I en fördjupad studie från 2015 gällande möjligheten att uppnå miljömålet Frisk luft identifierar Naturvårdsverket partiklar som den sannolikt mest hälsoskadliga luftföroreningen. En viss typ av partiklar, PM10, kan associeras till i huvudsak slitage av dubbdäck, samt damning vid byggarbetsplatser (Naturvårdsverket, 2015). För att uppnå miljömålet Frisk luft pågår internationella samarbeten både inom EU och FN.

Nedsmutsning av vägnätet riskerar också att påverka möjligheten att uppnå miljömålen Giftfri miljö, Levande sjöar och vattendrag och God bebyggd miljö.

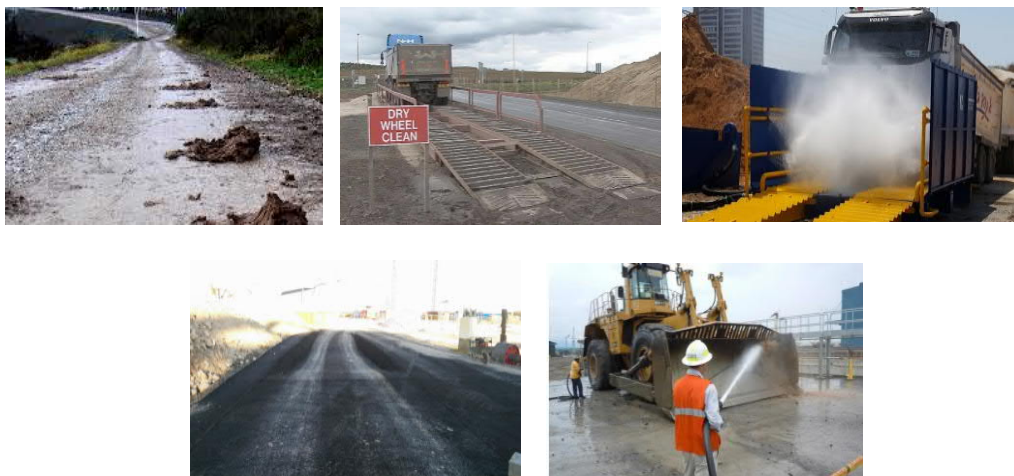
1.4. Risker med vägdam

Det finns ett flertal risker som kan kopplas till partikelspridning av jordmassor från byggentreprenader. Förutom hälsorisker kopplade till direkt inandning av partiklar (PM_{2,5} och PM₁₀) såsom förtida död, ökad risk för hjärt-kärlsjukdomar och försämrade lungutveckling hos barn (WHO 2013), kan vägdam och andra mindre vägrelaterade partiklar transportera flera typer av föroreningar och mikroplaster till omgivningen.

Förutom de hälsorelaterade samhällsekonomiska kostnaderna som höga halter av luftpartiklar medför (Gustafsson 2018), kan höga koncentrationer av vägdam medföra ökade underhålls- och renhållningskostnader för kommuner, bland annat i form av vägsopning samt rensning och spolning av dagvattenbrunnar och dagvattenledningar.

1.5. Tidigare SBUF studie

I SBUF-projektet "Hjultvätt - tillgänglig teknik och möjligheter för svenska byggentreprenader" (NCC, 2017a) har tillgängliga hjultvättstekniker och möjligheter för svenska byggentreprenader utretts och beskrivits. Rapporten redovisar en beslutsprocess för val av metod, det vill säga under vilka förutsättningar olika tekniker är lämpliga. Figur 1.2 visar hur det kan se ut när ingen hjultväftsåtgärd har utförts. Bilderna visar även exempel på de olika teknikerna: hjulgaller, automatisk tvätt, bassäng och manuell tvättning. Dessa tekniker beskrivs i texten nedan.



Figur 1.2. Visar från vänster: exempel på nedsmutsning av väg, hjulgaller, automatisk tvätt, bassäng och manuell tvättning.

Hjulgaller: Fordonet kör över ett stånggaller installerat i marknivå eller som en låg ramp. När fordonet passerar över gallret leder vibrationerna till att smutsen som fastnat på däckerna faller av. Tekniken är mobil och kräver inget vatten eller annat material. Arbetsinsatsen är låg, då gallret enbart kan behöva rensas emellanåt.

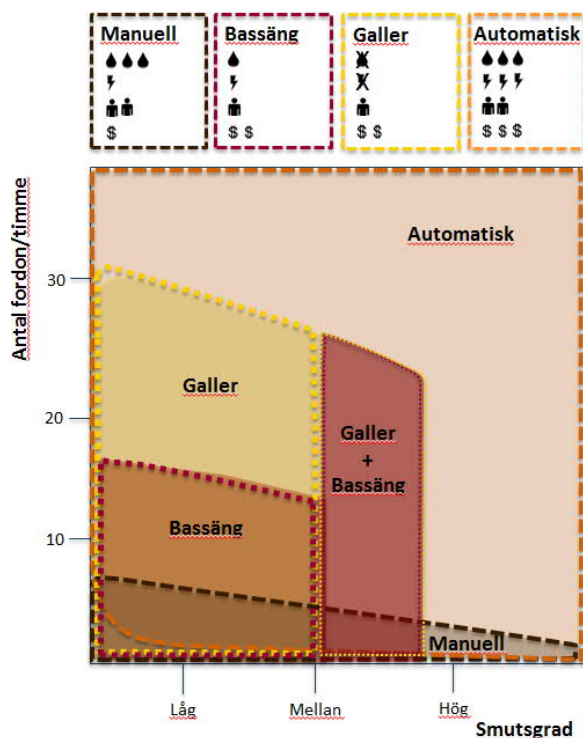
Bassäng: Denna teknik består av en nedsänkning i marken som fylls med vatten. Bassängen kräver en relativt stor yta varför den inte kan användas på alla typer av

arbetsplatser. Kan även vara en (delvis) nedsänkt container, vilket kräver mindre plats. När vattnet är smutsigt behöver det slamsugas och nytt vatten fyllas på.

Manuell tvätt: Här tvättas fordonet av manuellt med högt eller lågt vattentryck. Vattnet samlas upp och antingen återanvänds eller hanteras som dagvatten. Tekniken är arbetskraftsintensiv, förbrukar mycket vatten och tar mycket tid i anspråk. Materialkostnaden är däremot låg.

Automatisk tvätt: Denna består av en ramp eller plattform med monterade spraymunstycken. Sensorer känner av när fordonet närmar sig och vatten sprutar då igång automatiskt. Ett annat sätt är att fordonet står stilla medan hjulen roterar. Denna kan utformas med stor variation på prestanda. Gemensamt är att de förbrukar mycket vatten och energi, därför installeras de med ett vattenåtervinningsystem. Det finns en stor mångfald med avseende på kapacitet, reningseffektivitet och mobilitet.

Rapporten presenterar under vilka förutsättningar de olika teknikerna är bäst lämpade, samt bedömning av resursförbrukning avseende: vatten (💧), energi (⚡), arbete (👤) och inköpskostnader (\$) (Figur 1.3).



Figur 1.3. Diagram över resursförbrukning för varje tvättmetod samt i vilket ungefärligt intervall som varje metod verkar ha fungerat bäst baserat på erfarenheter från olika entreprenader (NCC, 2017a)

I projektet identifierades följande behov av vidare studier:

- Hur stor den faktiska spridningen av smuts till vägnätet från entreprenader i stadsnära miljöer är (konsekvensanalys av genomfört projekt som använt respektive inte använt hjultvätt).
- Vad konsekvenserna av nedsmutsningen blir med avseende på ekonomiska, miljömässiga och sociala aspekter.
- Vad kostnaden av en hjultvätt blir i förhållande till nyttan.

1.6. Koppling till andra projekt

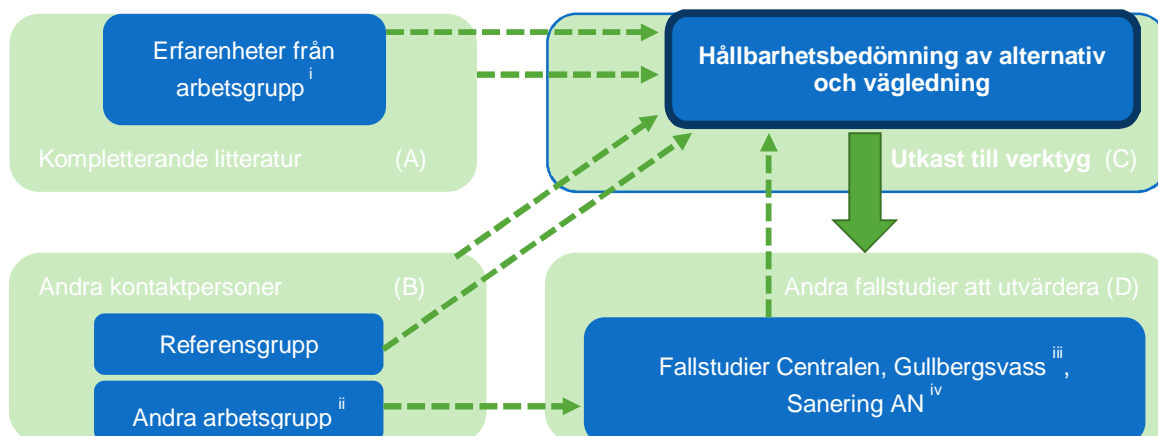
Projektet "Innovativa och hållbara lösningar för att reducera förorening av vägar och vägdagvatten" pågår under 2018-2020 och hanterar närbesläktade frågeställningar till föreliggande rapport. Projektet finansieras av InfraSweden2030 som är ett nationellt strategiskt innovationsprogram (SIP) som finansieras via Vinnova, Energimyndigheten och Formas.

Det övergripande syftet med InfraSweden2030s projekt är att ta fram en vägledning för kostnadseffektiva, hållbara och resurseffektiva lösningar för att förebygga och hantera förorening av vägar och förorenat vägdagvatten. I projektet ingår att undersöka hur hållbara och effektiva åtgärder som gatusopning, fordonstvätt, sedimentation och alternativa sorptionsfilter, eller kombinationer av dessa, är för att skydda dagvatten och mottagande recipient från förorening av fast material, mikroplaster, organiska miljögifter och metaller. InfraSweden2030s projektet ses som ett systerprojekt till föreliggande projekt.

I systerprojektet ingår följande aktörer; NCC, Chalmers, Göteborgs stad (Trafikkontoret, Park- och Natur, Kretslopp och vatten) och VTI (Statens väg- och transportforskningsinstitut).

2. Genomförande

Föreliggande studie är genomförd i ett antal delmoment som visas i Figur 2.1.



Figur 2.1. Diagram med beskrivning av arbetsprocessen

i - Arbetsgrupp avser detta SBUF projekt. ii - Andra arbetsgrupp gäller arbetsgruppen i InfraSweden 2030-projektet med Chalmers, Trafikkontoret, Kretslopps och vatten, osv, där NCC ingår. iii - I Gullbergsvass: Platinan, E45, nya Hisingsbron, osv. iv - Sanering AN gäller Sanering utförd i Akzo Nobel.

- Fas (A) omfattar insamling och sammanställning av erfarenheter från NCC:s arbetsgrupp parallellt med en informationsinhämtning baserad på en översiktlig litteraturstudie. Detta ligger till grund för hållbarhetsbedömningen och utkastet till verktyget som utformats inom projektet under fas (C).
- Under fas (B) inhämtas kunskap från projektets referensgrupp samt arbetsgrupp för projekt med relaterade frågeställningar (systerprojektet). Referensgruppen bidrog till val av kriterier medan arbetsgruppen för systerprojektet gav input till de fallstudier som genomfördes inom projektet under fas (D).
- Fallstudierna under fas (D) gav underlag för att utforma bl.a. kriterier och vägledning för bedömning av olika hjulvättsåtgärder i fas (C). Hållbarhetsbedömning och vägledning utgör en viktig del av detta stöddokument.
- Resultatet av detta arbete från fas (C) kan utgöra en utgångspunkt för framtida fallstudier under fas. Det finns också möjlighet att utveckla ett mer praktiskt användbart verktyg om intresse och behov finns.

Genomförda delmoment; litteraturstudie, intervjuer, fallstudier, referensgruppsmöte /workshop och hållbarhetsbedömning beskrivs vardera i följande kapitel nedan.

2.1. Litteraturstudie

En inledande litteraturstudie utfördes för att identifiera miljömässiga, sociala och ekonomiska kostnader och vinster. Dessa baserades delvis på erfarenhet från SBUF-rapporten Hjultvätt ID:13217 (NCC 2017a) och omfattar vinster och kostnader för entreprenörer, beställare och samhället i stort.

2.2. Intervjuer

Nyckelpersoner med kunskap och erfarenhet inom området har intervjuats. Information inhämtades via telefon, mail eller platsbesök. Dessa nyckelpersoner finns på såväl entreprenörssidorna som hos olika myndigheter. Representanter för följande myndigheter har intervjuats: förvaltningen för Kretslopp- och vatten, Miljöförvaltningen, Trafikkontoret och Trafikverket. Den information som eftersöktes omfattar bland annat:

- Klagomål i samband med byggprojekt
- Drift och underhåll av VA-ledningar, kopplat till ökad sedimentbelastning
- Trafiksäkerhet

2.3. Fallstudier

För att kartlägga spridningen av smuts i samband med ett byggprojekt genomfördes fallstudier på två anläggningsentreprenader i Göteborg. På den ena entreprenaden rengörs arbetsområdet och angränsande vägar med vägsopning. På den andra entreprenaden simulerades effekten av en hjultvätt med manuell tvättning av hjulen. Studierna beskrivs i avsnitt 3.2 samt bilagor 2 och 3.

2.4. Referensgruppsmöte/workshop

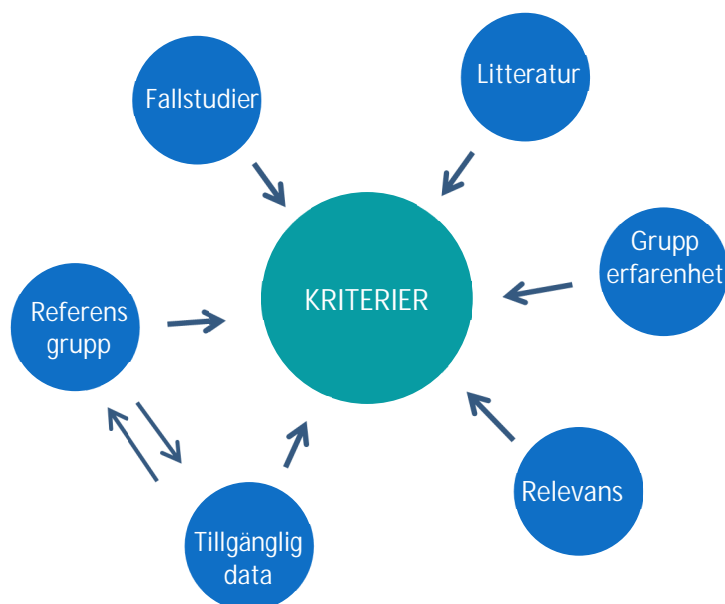
Personer med olika specialistkunskaper inom berörda ämnesområden samlades till en workshop och ytterligare ett möte.

I workshopen medverkade personer från beställare, entreprenörer och tillsynsmyndigheter: Trafikkontoret, Kretslopp- och vatten, Trafikverket, Sveriges Byggindustrier, Veidekke, Swerock och Chalmers Tekniska Högskola. Workshopen anordnades i ett tidigt skede av projektet. Inför workshopen hade ett underlag med förslag till kriterier för en hållbarhetsbedömning delgetts referensgruppen. Synpunkter från referensgruppen bidrog till att utveckla metoden för hållbarhetsbedömning som sedan användes.

I ett senare skede av projektet presenterades metoden för hållbarhetsbedömning på FoU-Västs möte där aktörer från ett stort antal företag medverkade: Wästbygg, Veidekke, Persson Hyrmaskiner, Betongsprutnings AB BESAB, PEAB, AF Bygg, Skanska, Thomas Betong Göteborg AB, NCC, Tuve Bygg, SERNEKE samt Sveriges Byggindustrier. Målet med mötet var att presentera resultaten från föreliggande projekt och att få in synpunkter som sedan kunde arbetas in och förbättra rapporten.

2.5. Hållbarhetsbedömning

Den hållbarhetsbedömning som har tillämpats i föreliggande rapport baseras på en metod som kallas multikriterieanalys (MKA). En multikriterieanalys används för att sammanväga och värdera ett flertal olika kriterier på ett strukturerat sätt. En konkret exempel där MKA används är i verktyget SCORE (Sustainable Choice Of Remediation) för utvärdering av saneringsåtgärder (Rosén, et al., 2015). I hållbarhetsbedömningen som utförts i föreliggande rapport jämfördes olika hjultvättstekniker, eller andra sätt att hantera nedsmutsning av väg i anslutning till en byggarbetsplats, genom att värdera kostnader och nyttor i en MKA. Kriterierna för hållbarhetsbedömning valdes med utgångspunkt från olika underlag, se Figur 2.2. För varje kriterium identifierades vilken information som behövs samt möjliga sätt att insamla nödvändigt underlag. Detta var en iterativ process som justerades under arbetets gång.



Figur 2.2. Utformning av kriterier för hållbarhetsbedömning.

Metoden för hållbarhetsbedömning utgjorde sedan ett underlag till ett första utkast av ett beräkningsverktyg i Excel. Verktyget kan komma att vidareutvecklas för att bli mer praktiskt tillämpbart om intresse och behov finns.

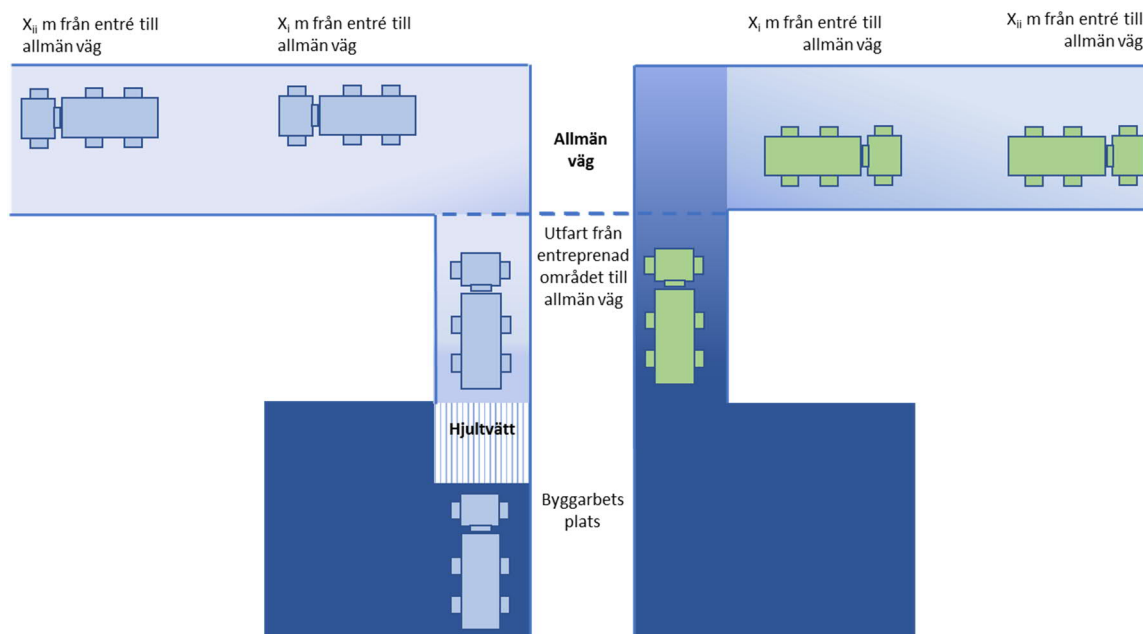
3. Fallstudier

Fallstudierna syftar till att klargöra den faktiska spridningen av smuts från entreprenader till vägnätet och verifiera effektiviteten av olika tvättrutiner. Två fallstudier har utförts, Centralen och Gullbergsvass, där man använt sig av hjultvätt respektive gatusopning. Centralen utgör ett delprojekt av Västlänken i Göteborg där NCC är huvudentreprenör. Studien för Gullbergsvass (Göteborg) omfattar flera entreprenader i Gullbergsvassområdet däribland nedsänkning av väg E45 och hotellbyggnation Platinan (PEAB), samt anläggning av Hisingsbron (Skanska). Fallstudien för Gullbergsvass ingår även som fallstudie i "systerprojektet" (InfraSweden2030). Fallstudiernas utförande i sin helhet redovisas i bilaga 2 (Fallstudie Centralen – hjultvätt) och i bilaga 3 (Fallstudie Gullbergsvass – gatusopning).

3.1. Modell för smutsspridning

En konceptuell modell för spridning av smuts har använts som grund för fallstudiernas utformning, se (figur 3.1). Nedsmutsning kan motverkas på olika nivåer:

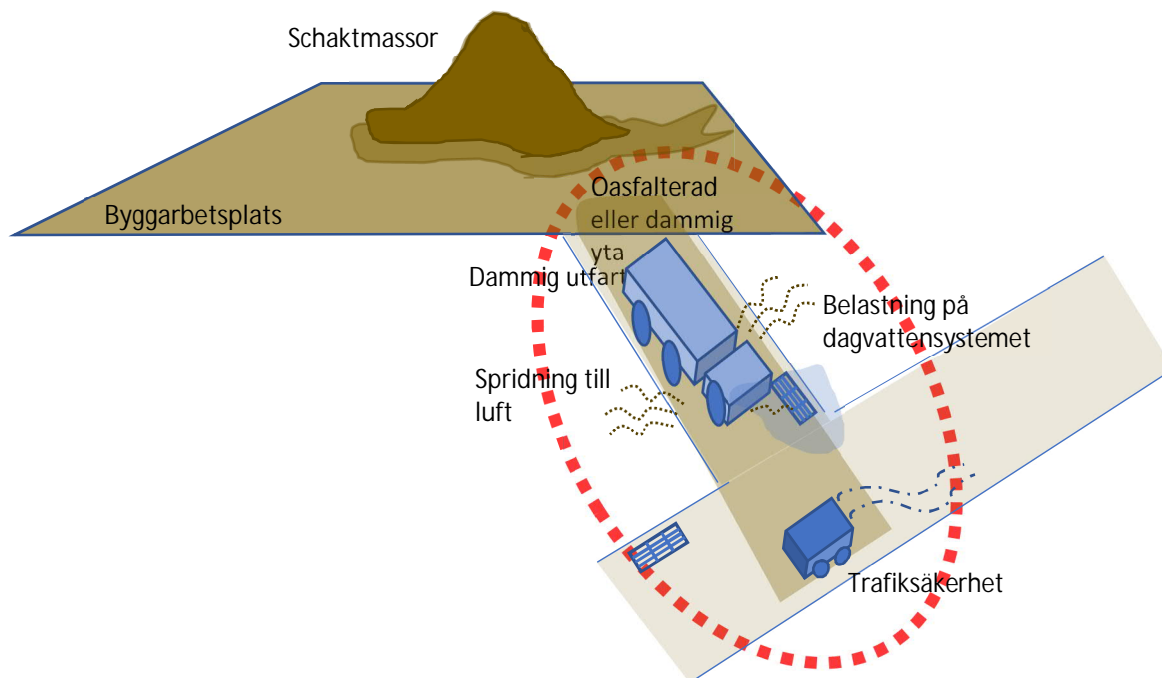
- Direkt vid källa
- Vid gränspunkter till området där nedsmutsningen sker
- På allmänna vägar i omgivningen (exempelvis genom gatusopning)



Figur 3.1. Illustration av konceptuell modell med och utan hjultvätt.

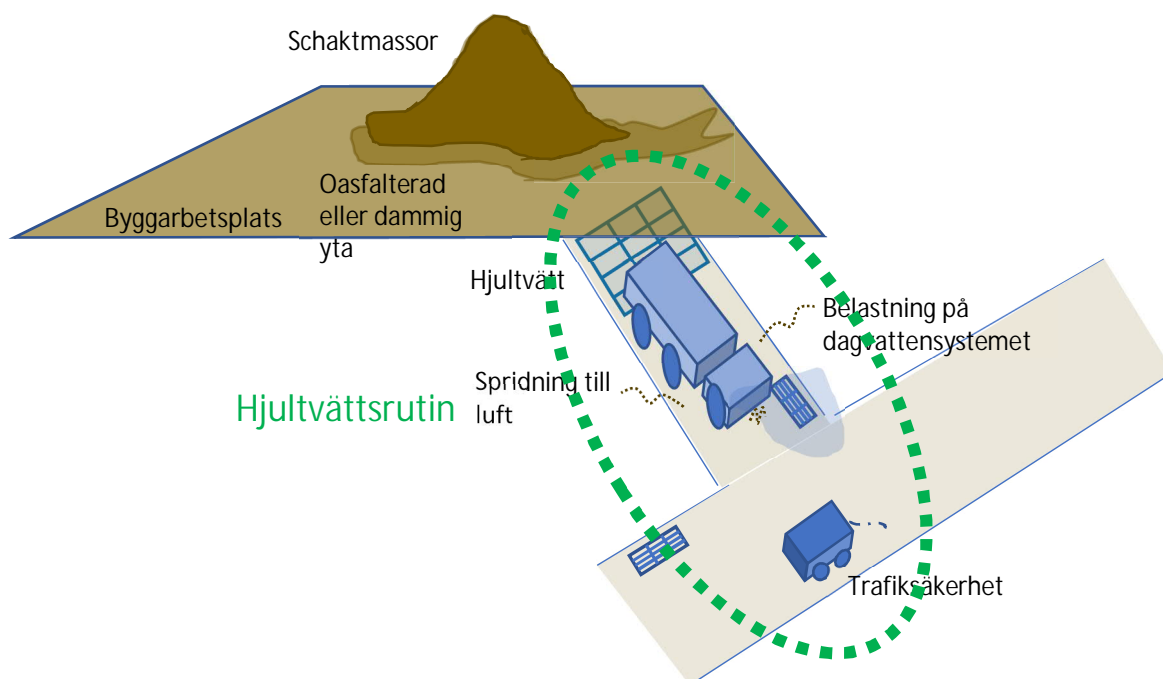
Färgernas intensitet representerar den förväntade graden av smuts i området där smutsmängden minskar med avståndet från utfarten. Den konceptuella modellen kan kompletteras ytterligare med effekter på omgivningen.

Påverkan från hjul utan en hjultvättsrutin illustreras i Figur 3.2.:



Figur 3.2. Illustration av konceptuell modell av påverkan från hjul utan hjultvätt. Systemgränser anges med röd markering.

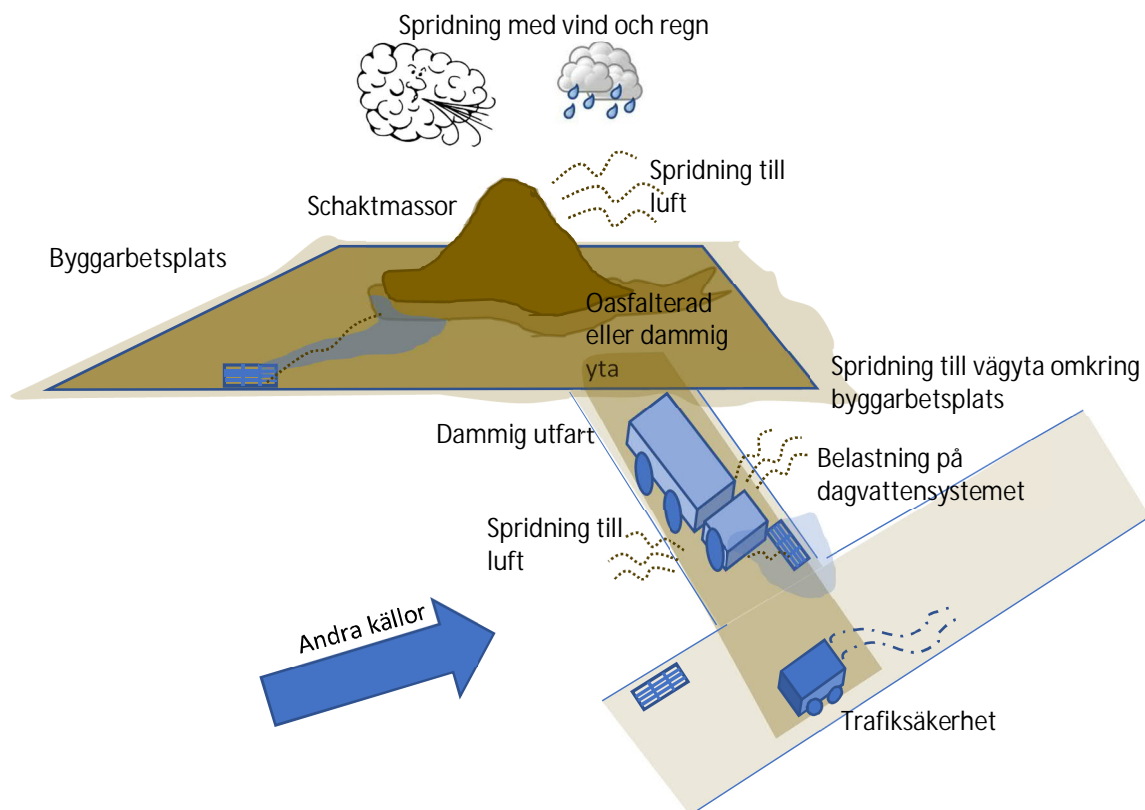
Om smutsiga hjul istället hanteras med någon form av hjultvätt vid källan, kommer påverkan från hjulen att minska, detta illustreras i Figur 3.3.



Figur 3.3. Illustration av konceptuell modell av påverkan från hjul med någon form av hjultvätt. Systemgränser anges med grön markering.

ID: 13412

Verkligheten är dock mer komplex då andra källor än smutsiga hjul kan ha större påverkan på nedsmutsningen, se Figur 3.4.



Figur 3.4. Illustration av andra källor och typ av spridning som kan påverka omgivningen kring en byggarbetsplats

Andra faktorer som påverkar spridningen är:

- Väderleksförhållanden
- Spridning orsakad av andra källor på byggarbetsplatsen, som inte går igenom utfarten
- Spridning orsakad av andra källor i närområdet, såsom allmän trafik och annan verksamhet i området

Ovanstående faktorer hanteras inte i detta arbete.

3.2. Resultat av fallstudier

3.2.1. Fallstudie Centralen (hjulvätt)

I fallstudien, entreprenad Centralen, har det undersökts hur mycket material som sprids till det allmänna vägnätet om fordonen inte passerade en hjulvätt. Studien har utförts genom

att lastbilsdäcken tvättats dels direkt efter att de passerat en uppschaktad, oasfalterad yta och dels efter att lastbilen kört ca 1,5 km från arbetsområdet. Försöket har genomförts vid två separata tillfällen vid olika väderleksförhållanden (uppehåll respektive regn). Studien visar på hur mycket smuts som fastnar i lastbilsdäck och hur mycket av detta som lossnar under den första 1,5 kilometers transport från arbetsområdet. Resultaten från fallstudien visar att en lastbil med 6 hjulpar (12 hjul) tar med sig ca 0,5-1,5 kg smuts på hjulen från en arbetsplats med en oasfalterad yta och utan hjultvätt. Resultaten visar vidare att 60% av materialet lossnar under den första 1,5 kilometers transport (Tabell 3.1). Mängderna för 50 lastbilar beräknades utifrån de uppmätta mängderna för en lastbil. Arbetet med att tvätta däcken samla in materialet från endast en enda lastbil är mycket omfattande och tidskrävande. Denna studie är dock begränsad i sin omfattning och för att få ännu mer trovärdiga mängduppskattningar skulle fler tvättar behöva utföras.

Tabell 3.1. Mängd material som fastnar i däck och sprids till vägnätet, uppmätt från en lastbil vid två separata tillfällen och uppskattad för ett flertal transporter.

Mängd	Total mängd smuts i hjul (kg)		Mängd material som släppt från däck den första 1,5 kilometern (kg)	
	Tillfälle 1 (*)	Tillfälle 2 (**)	Tillfälle 1 (*)	Tillfälle 2 (**)
Ett hjul	0,04	0,12	0,02	0,08
En transport med lastbil (6 st hjulpar)	0,43	1,48	0,26	0,92
50 transporter med lastbil (6 hjulpar)	22	74	13	46

* - 2018/08/02, torrt väder med lite regn, liten smutsmängd på vägyta vid schaktområde

** - 2018/09/11, mycket regn, större smutsmängd på vägyta vid schaktområde

Mängden material som fastnar i hjulen beror på väderlek. När jorden är blöt fastnar mer material. Utifrån genomförd kornstorleksanalys framgår att huvuddelen (ca 55%) av materialet som sitter fast i lastbilsdäcken utgörs av finmaterial (lera, silt och fin sand).

Inom ramen för denna fallstudie samlades samlingsprover in från allmän vägyta längs med den 1,5 km långa sträckan i direkt anslutning till schaktområdet. Detta för att se hur materialsammansättningen i smutsen från vägytan skiljer sig från materialsammansättningen i lastbilshjulen. Kornstorleksfördelningen visar att större delen (82%) av materialet från vägytan utgörs av grövre material (grovsand och grus).

Resultatet i form av uppskattad spridningspotential till vägnätet överensstämmer med en studie på saneringsprojekt Akzo Nobel som beskrivs i rapporten: Hjultvätt - tillgänglig teknik och möjligheter för svenska byggentreprenader. Rapport 13217, NCC, 2017. Där användes en automatisk hjultvätt. Uppskattad smuts per hjul var ca 60 gr, vilket innebär 36 kg för 50 lastbilar med 6 hjulpar. Förhållandena var inte identiska men resultaten är i samma storleksordning.

Resultaten visar att stora projekt, där mängden lastbilstransporter i perioder kan uppgå till storleksordningen 100 lastbilar per dag, kan ge en spridning inom 1,5 km från byggarbetsplatsen på ca. 30-100 kg/dag, och till vägnätet i stort ca. 50-150 kg/dag. Stora entreprenader kan därmed konstateras innebära en stor belastning avseende materialspridning till omgivande vägnät. Redovisade mängder bedöms dessutom underskatta verkliga mängder då endast däckytan tvättats av. Smuts kan fastna även på andra delar, som t.ex. fordonets underrede, och detta kan bidra till spridning av mer material.

3.2.2. Fallstudie Gullbergsvass (gatusopning)

I fallstudien Gullbergsvass har gatusopning utförts vid fyra tillfällen. Det har förekommit ytterligare tillfällen när sopning genomförts mellan de tillfällen som studerats inom ramen för fallstudien. Vägsträckan där gatusopning utfördes är cirka 3-4 km lång. I samband med sopningen har det uppsopade materialet vägts i två olika delar, dels som total mängd smuts efter en 1,5 km lång vägsträcka, och dels som total mängd smuts efter en 3-4 km lång vägsträcka. Resultaten visar att längs ca 1,5 km av sträckan sopades mellan 96 och 331 kg smuts upp, se Tabell 3.2. Kornstorleksanalys av det uppsopade materialet visar på att materialet i huvudsak utgörs av grövre partiklar (grovsand, grus).

Tabell 3.2. Total mängd uppsopat material vid fyra tillfällen.

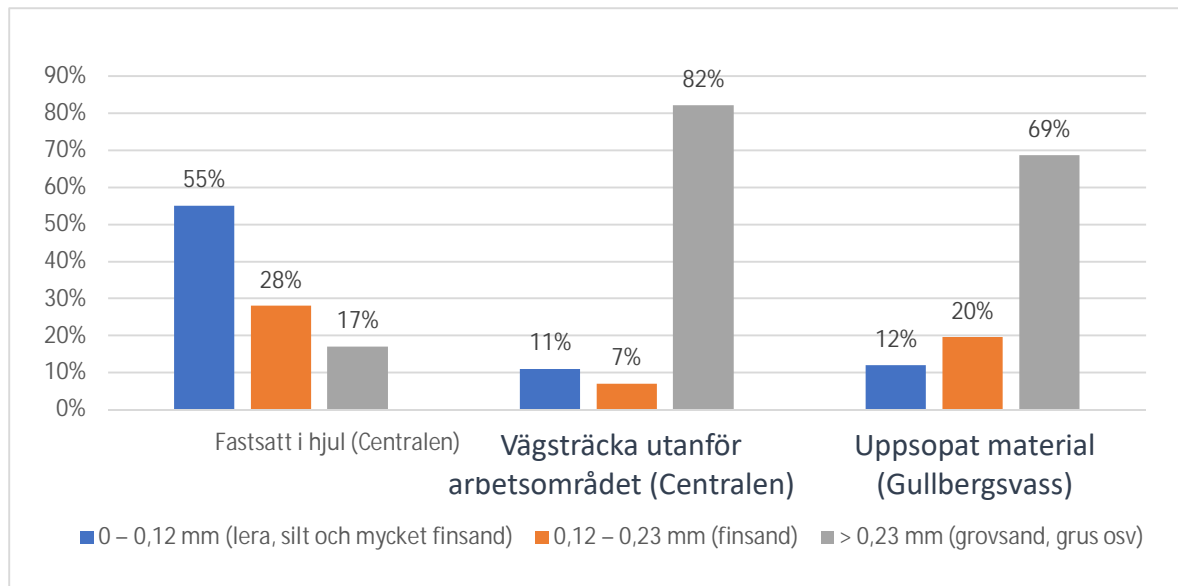
Datum	Beskrivning	Byggtrafik	Total smutsmängd (kg)	
			ca 3 km	ca 1,5 km
2018-07-05	Byggarbete pågick	Hög	662	331
2018-08-03	Försök genomfördes efter 4-5 veckors byggsemester följt av 1-2 veckors byggarbete	Låg	233	116
2018-08-30	Sopning en månad efter föregående sopningstillfälle	Hög	615	307
2018-11-15	Akkumulerad mängd smuts under en veckas transporter	Hög	192	96

3.2.3. Jämförelse av fallstudierna

Vid det fjärde gatusopningstillfället (2018-11-15) motsvarade den ackumulerade mängden smuts (96 kg) en veckas transporter till och från arbetsområdet. Under denna tidpunkt var det uppskattningsvis cirka 500 lastbilstransporter inom den 3-4 km långa vägsträckan. I jämförelse med uppskattade mängder omhändertagen smuts med hjälp av hjulvätt (cirka 30-100 kg vid 100 lastbilstransporter) så är uppsamlad smutsmängd vid gatusopning mindre (cirka 24 kg (96/5) vid 100 lastbilstransporter).

Båda försöken rymmer felkällor som medför stora osäkerheter vid jämförelse av resultat avseende materialmängder. Studien av hjultvätten tar bland annat inte hänsyn till material som fastnar på andra delar av fordonet än hjulen. Det kan också finnas andra faktorer som påverkar mängden material som ansamlas på vägytan.

I Figur 3.5 redovisas materialsammansättningen av det material som samlades in i fallstudierna.



Figur 3.5. Material som fastnade i hjul (medelvärde från två studerade tillfällen), material som samlades in från vägsträcka utanför arbetsområde Centralen (ett tillfälle) och material som samlades in vid gatusopning utanför arbetsområde Gullbergsvass (medelvärde för två tillfällen)

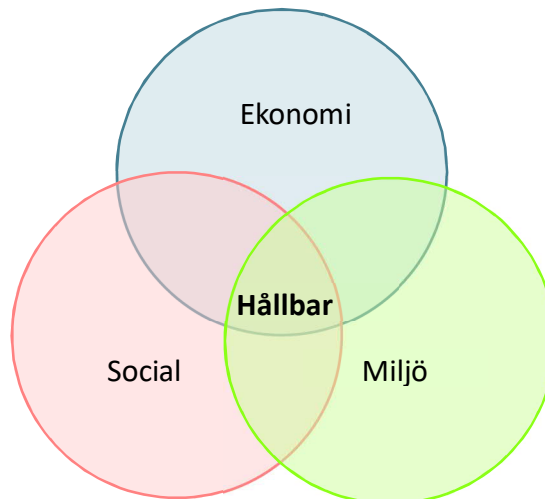
Resultaten visar att smutsen som tvättats bort från lastbilsdäcken i huvudsak utgörs av mycket fina partiklar medan det material som sopas upp utgörs av grövre partiklar. Detta betyder att olika tekniker fångar upp olika partikelfraktioner. Om en byggarbetsplats inte använder sig av någon form av hjultvätt försvinner troligtvis det fina materialet från vägytan genom andra mekanismer, som att det bidrar till damning eller sköljs av och hamnar i dagvattensystemet. Detta kan vara en av förklaringarna till att mängden smuts från gatusopning är lägre än de mängder som uppmättes vid användandet av hjultvätt. Det är också möjligt att de mindre fraktionerna inte fångas upp vid gatusopning, utan ligger kvar i vägbanan.

4. Hållbarhetsbedömning för hjultvätt

Följande avsnitt redovisar metodutveckling och förslag på tillämpning.

4.1. Metod för hållbarhetsbedömning

En hållbarhetsbedömning är en sammanvägd bedömning av miljömässiga, ekonomiska och sociala effekter av exempelvis en entreprenad eller en specifik teknisk åtgärd, i jämförelse med en annan lösning, se Figur 4.1.



Figur 4.1. Hållbarhetsbedömningens tre delar: ekonomi, social och miljö.

Olika metoder kan användas som stöd för att utvärdera de olika delarna i en hållbarhetsbedömning. Kostnadsnyttoanalys (KNA) och multikriterieanalys (MKA) är två exempel på metoder för att bedöma vinster och kostnader med avseende på miljömässiga, ekonomiska och sociala aspekter. En KNA kan användas enskilt eller som en del av exempelvis en MKA. Datatillgänglighet kan påverka vilken metod som är lämplig att använda. KNA är endast lämplig att använda när tillgänglig data är av hög kvalitet.

4.1.1. Multikriterieanalys

Multikriterieanalys (MKA) är en metod där åtgärder utvärderas mot varandra med avseende på miljömässiga, sociala och ekonomiska hållbarhetskriterier eller aspekter. Kriterier kan avse fördelar eller vinster och nackdelar eller kostnader. En enkel beskrivning av vad en MKA är ges nedan:

”I en MKA utvärderas olika alternativ mot varandra med avseende på i förväg bestämda kriterier. Kriterierna kan ses som det övergripande målet uppdelat i olika delar. Det går att göra en liknelse till vad det innebär att vara en bra apelsin (övergripande mål). För att vi ska tycka att det överhuvudtaget är en apelsin behövs klyftorna som bygger upp apelsinen. För att det skall vara en bra apelsin behöver också andra aspekter vägas in, och uppfyllas, såsom antalet klyftor, saftighet, antal kärnor osv. Detta utgör kriterierna till en bra apelsin. Genom att titta på de olika delarnas (kriteriernas) inverkan på det övergripande målet för olika alternativ (olika apelsiner) går det att på ett överskådligt sätt illustrera hur väl ett alternativ står sig mot ett annat och komma fram till vilket som bäst uppfyller det övergripande målet” (NCC, 2015).



















Den miljömässiga delen kan till exempel utvärderas enbart med avseende på kriteriet klimatpåverkan (NCC, 2017b). Utvärderingen kan också ha en bredare omfattning där även andra kriterier utvärderas, såsom till exempel påverkan på mark, fauna och flora, grundvatten, ytvatten, sediment och luft, samt förbrukning av icke-förnybara resurser och produktion av ej-återvinningsbart avfall (Rosén, 2015).

Utvärderingen av den sociala delen kan t.ex. omfatta kriterierna närmiljö och trivsselfaktorer, kulturarv och historisk miljö, hälsa och säkerhet, rättvisa, lokalt deltagande och lokal acceptans (NCC, 2017b och Rosén, 2015).

Den ekonomiska delen kan t.ex. utvärderas med en samhällsekonomisk kostnads-nyttoanalys (KNA). I den ekonomiska delen kan kostnader eller nyttor fokusera på samhället, verksamhetsutövaren och/eller myndigheter som ansvarar för olika områden m.m..

MKA utvärderingen kan göras kvalitativt, semi-kvantitativt eller kvantitativt, vilket illustreras i Tabell 4.1.

Tabell 4.1. Exempel på kvalitativ, semi-kvantitativ och kvantitativ utvärdering i en MKA. Många variationer finns.

Kvalitativ utvärdering			Semi-kvantitativ utvärdering			Kvantitativ utvärdering																																												
<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Kriterier</th> <th colspan="2">Utvärdering</th> </tr> <tr> <th>Alt. A</th> <th>Alt. B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Kriterier	Utvärdering		Alt. A	Alt. B	1			2			3			<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Kriterier</th> <th colspan="2">Utvärdering (-3 till +3)</th> </tr> <tr> <th>Alt. A</th> <th>Alt. B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>-3</td> <td>+2</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>+2</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>+1</td> </tr> </tbody> </table>			Kriterier	Utvärdering (-3 till +3)		Alt. A	Alt. B	1	-3	+2	2	+2	0	3	0	+1	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Kriterier</th> <th colspan="2">Utvärdering (enheten)</th> </tr> <tr> <th>Alt. A</th> <th>Alt. B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>-350 000</td> <td>20 000</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>15 000</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0</td> <td>1 000</td> </tr> </tbody> </table>			Kriterier	Utvärdering (enheten)		Alt. A	Alt. B	1	-350 000	20 000	2	15 000	0	3	0	1 000
Kriterier	Utvärdering																																																	
	Alt. A	Alt. B																																																
1																																																		
2																																																		
3																																																		
Kriterier	Utvärdering (-3 till +3)																																																	
	Alt. A	Alt. B																																																
1	-3	+2																																																
2	+2	0																																																
3	0	+1																																																
Kriterier	Utvärdering (enheten)																																																	
	Alt. A	Alt. B																																																
1	-350 000	20 000																																																
2	15 000	0																																																
3	0	1 000																																																
<p>Grön är positivt (har fördelar eller vinster) avseende ett specifikt kriterium. Gul är varken positiv eller negativ avseende ett specifikt kriterium. Röd är negativt (har nackdelar eller kostnader) avseende ett specifikt kriterium.</p>			<p>Från +1 till +3 är positivt (har fördelar eller vinster) avseende ett specifikt kriterium. Noll är varken positiv eller negativ avseende ett specifikt kriterium. Från -3 till -1 är negativt (har nackdelar eller kostnader) avseende ett specifikt kriterium.</p>			<p>Exempel på enheten är SEK. Mindre än noll SEK är positivt (har en vinst) avseende ett specifikt kriterium. Noll SEK är varken en kostnad eller vinst avseende ett specifikt kriterium. Mer än noll SEK är negativt (har en kostnad) avseende ett specifikt kriterium.</p>																																												

Datatillgänglighet kan påverka vilken typ av utvärdering som är lämplig att använda, se avsnitt 4.1.3.

4.1.2. Kostnads-nyttoanalys

En kostnads-nyttoanalys (KNA) fokuserar på marknadsvärderade kostnader och nyttor. Dessutom inkluderas övriga ekonomiska poster för samhället, t.ex. för människors hälsa och för miljön. Målet med en kostnads-nyttoanalys är att, så långt som möjligt, göra en kvantitativ jämförelse mellan nyttor och kostnader för alla berörda i samhället, nu och i framtiden, samt mäta dem i monetära termer, exempelvis i svenska kronor. I en KNA mäts skillnaden mellan nyttor och kostnader och nettonuvärdet beräknas. Om nettonuvärdet är positivt är alternativet samhällsekonomiskt lönsamt. Om inte alla nyttor mäts i monetära termer kan det hända att nettonuvärdet blir negativt även om lösningen är samhällsekonomiskt lönsam (NCC, 2017b). Vid en KNA bör även fördelningseffekter studeras. Det innebär att studera hur kostnader och nyttor fördelas mellan olika aktörer. En hjultvåtsrutin innebär att verksamhetsutövaren står för kostnaden vilket är i linje med Polluter Pays Principle, d.v.s. att den som orsakar en effekt står för kostnaden för att hantera konsekvenserna. Utan hjultvåtsrutin blir det samhället som får stå för de kostnader som uppkommer genom t.ex. ökad ohälsa, kostnader för ökat drift- och underhållsbehov på dagvattensystem och utökad gatuhållning.

4.1.3. Val av metod och typ av utvärdering

För att välja lämplig metod och typ av utvärdering krävs god kunskap om projektspecifika och lokala förhållanden. För detta krävs underlag som finns hos olika aktörer. Figur 4.2 illustrerar exempel på detta. Figur 4.2 (övre del) avser påverkan av smuts/damm som orsakas av byggarbetsplatsen och Figur 4.2 (undre del) avser påverkan orsakad av en hjulvättsrutin.

Vad en byggarbetsplats påverkar (med eller utan hjulvättsrutin)	Hur mäts påverkan	Varifrån kommer data
Underhåll dagvattenledning Renhållning av väg Olyckor på väg	Frekvens Kostnad Olycka på väg p.g.a. damm	VA-kontor Gatuförvaltning / Trafikkontor Kommun m.m.
Vad en hjulvättsrutin påverkar	Hur mäts påverkan	Varifrån kommer data
Investering för hjulvättsrutin Underhåll för en hjulvättsrutin Extra transport för underhåll och för slamhantering	Kostnad för investering, underhåll Olycka på väg p.g.a. transport Utsläpp p.g.a. transport	Entreprenör (eventuellt leverantör av hjulvättsutrustning)

Figur 4.2. Exempel på påverkan av damm från en byggarbetsplats (oberoende av om man har en hjulvättsrutin eller ej), samt påverkan av en hjulvättsrutin.

Tillgången på information i fallstudierna visade sig begränsa möjligheten till en kvantitativ utvärdering då mycket av nödvändigt underlag inte var möjligt att kvantifiera. Därför beslöts det att tillämpa en semi-kvantitativ utvärdering som underlag för en MKA. Processen och slutbedömningen stöds av ett verktyg om hjulvätt och hållbarhet som har börjat utvecklas inom föreliggande projekt. Enligt den skala som skapas kommer ett åtgärdsalternativ med hög poäng anses vara mer hållbart.

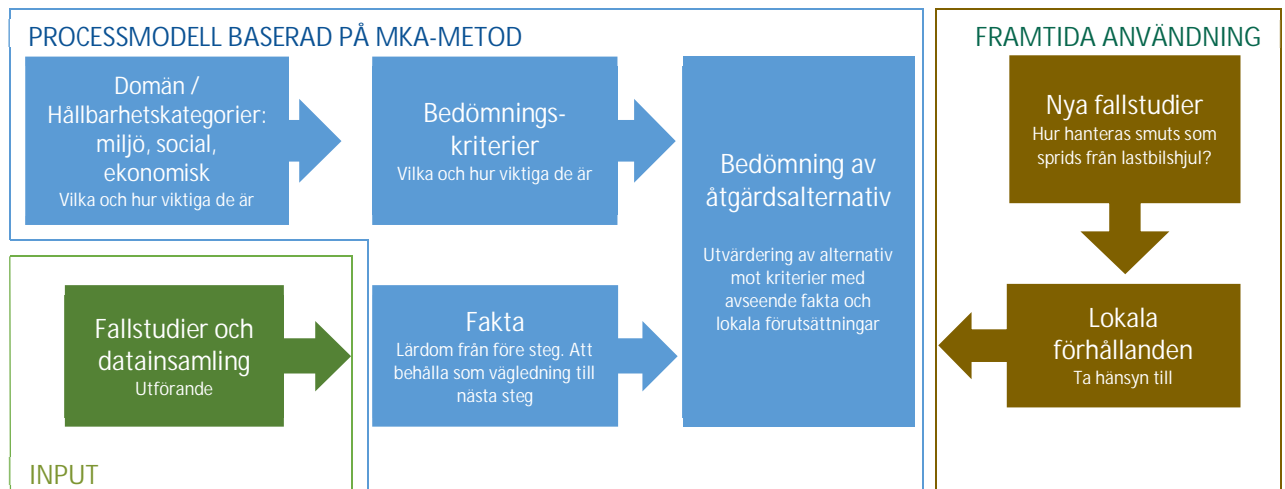
4.2. Alternativ för hantering av smutsiga hjul

För att utvärdera de alternativa åtgärderna jämförs de mot varandra. Denna rapport utvärderar följande alternativ:

- Inga åtgärder för att hantera spridning av damm/smuts
- Åtgärd manuell hjulvätt
- Åtgärd automatisk hjulvätt
- Åtgärd gatusopning

4.3. Underlag för bedömning av kostnader och nyttor

Alternativen bedöms utifrån olika kriterier eller aspekter. Processen för bedömningen systematiseras på följande sätt, se Figur 4.3. En processmodell skapades i samband med utförande av fallstudierna. Modellen kan tillämpas för att utvärdera lämpligheten av de alternativa åtgärderna, och vilken av dem som är mest intressant ur ett hållbarhetsperspektiv.



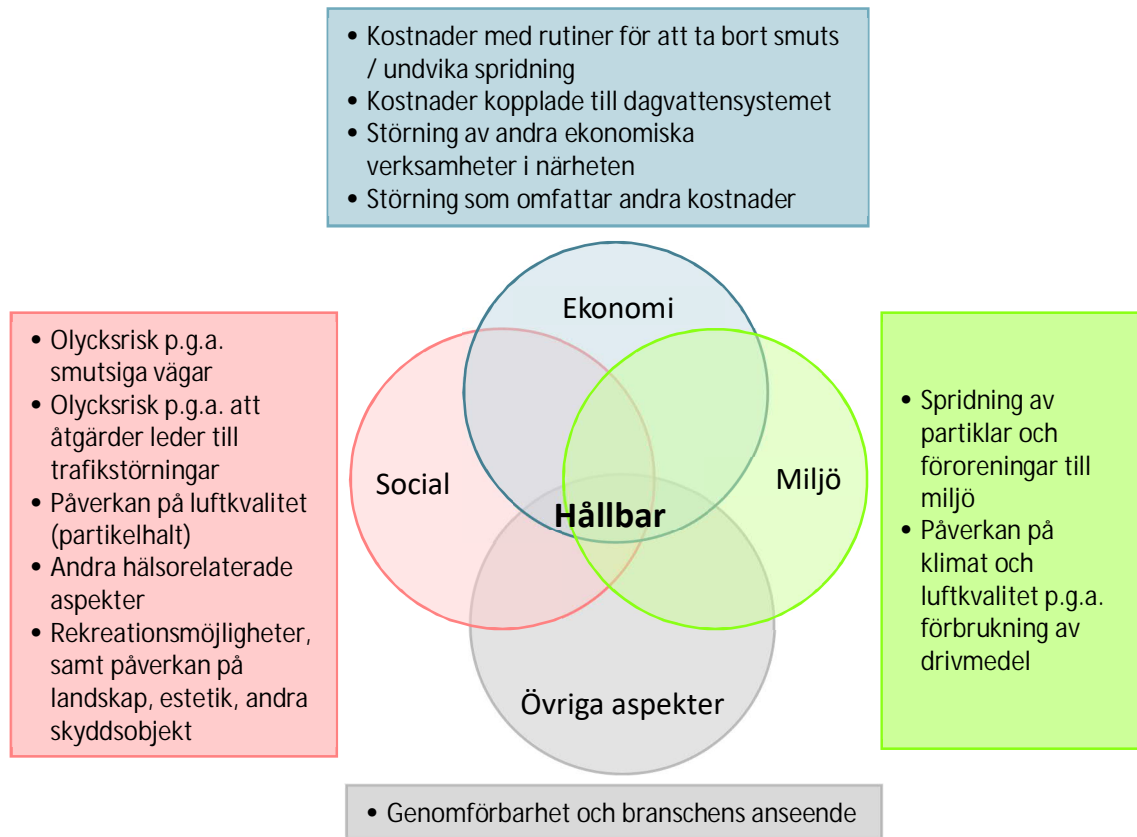
Figur 4.3. Processbeskrivning för bedömningen. Input, modell baserad på MKA-metod och framtida användning för nya fallstudier.

Själva modellen (blått i figuren) beskrivs i detalj i kapitel 3.1 och kapitel 4. medan fallstudier (i grönt) beskrivs i kapitel 3.2. Framtida användning (i brunt) testas i kapitel 5.

4.3.1. Hållbarhetskategorier och bedömningskriterier

Kriterierna som ingår i en hållbarhetsanalys är olika beroende på typ av projekt. Vissa är alltid samma medan andra är specifika för det objekt som utvärderas. Utgångspunkt för detta projekt var att identifiera kriterier utifrån den samlade erfarenhet som fanns tillgänglig inom arbetsgruppen och referensgruppen och den workshop som genomfördes i början av projektet. Spridning av smuts samt effekten av olika åtgärder för rengöring kan utvärderas med avseende på olika kriterier.

De huvudkriterier som valdes sammanställs i Figur 4.4. Huvudkriterierna grupperas i de tre traditionella hållbarhetsdomänerna (här kallat hållbarhetskategorier). I tillägg till detta skapades ytterligare en hållbarhetskategori som fokuserar på aspekter kopplat till byggbranschen, vilken benämns "Övriga aspekter". Ytterligare förklaring av respektive kriterium redovisas utförligare i avsnitt 4.4.



Figur 4.4. Huvudkriterier för respektive hållbarhetskategori.

4.3.2. Ekonomisk hållbarhet

Den ekonomiska hållbarheten bedöms med hjälp av olika huvudkriterier och underkriterier till dessa. De omfattar kostnader för åtgärder för att ta bort smuts från gatan och undvika spridning från hjul. Även kostnader för störning i andra ekonomiska verksamheter ingår, exempelvis kontor, restauranger och caféer med eventuella minskade intäkter. Dessutom kan ytterligare kostnader tillkomma ifall det sker en extra belastning på infrastrukturer i närheten, exempelvis på dagvattensystem.

I tabell 4.2 sammanställs valda huvudkriterier och underkriterier för bedömning av ekonomisk hållbarhet.

Tabell 4.2. Huvudkriterier och deras underkriterier för bedömning av ekonomisk hållbarhet.

Hållbarhetskategori	Huvud- och underkriterier
Ekonomi	Kostnader för åtgärdsrutiner för att ta bort smuts / undvika spridning
	Alla kostnader som kan förknippas med hjultvätt (automatisk hjultvätt, manuell tvättning) eller gatusopning: <ul style="list-style-type: none"> • Investering och installation • Drift och underhåll • Demontering
	Kostnader för dagvattensystem i närheten
	Underhåll av dagvattensystem i närheten
	Dagvattenrening i dagvattensystem
	Störning av andra ekonomiska verksamheter i närheten
	On-site eller off-site *)
	Störning som omfattar andra kostnader
	T.ex. ökat underhåll (fönstertvätt, tvätt av kläder, husfasader, bilar osv.)

*) Med on-site menas i direkt anslutning till arbetsområdet, medan off-site avser lite längre bort (hundratals meter).

4.3.3. Social hållbarhet

Social hållbarhet kan bedömas med hjälp av olika huvudkriterier och underkriterier till dessa. De omfattar säkerhetsaspekter (såsom ökad olycksrisk), hälsorelaterade aspekter, samt möjlighet att använda eller njuta av omgivningen. Säkerhetsaspekter kan gälla för cyklar, bilar, MC, gångtrafikanter och även lastbilar och fordon som behövs för entreprenadutförandet. Hälsorelaterade aspekter kan handla om aspekter som påverkar fysisk och psykisk hälsa.

I Tabell 4.3 sammanställs valda huvudkriterier och underkriterier för bedömning av social hållbarhet.

Tabell 4.3. Huvudkriterier och deras underkriterier för bedömning av social hållbarhet

Hållbarhetskategori	Huvud- och underkriterier
Social	Olycksrisk p.g.a. smuts på vägar
	Olycksrisk för cyklar, bilar, MC, gångtrafikanter och även lastbilar och fordon som behövs för entreprenadutförande, on-site och off-site
	Olycksrisk p.g.a. att åtgärder leder till trafikstörningar
	Behov av transporter som kan påverka trafiksäkerhet (vid behov av transport för drift och underhåll av olika sorter, t.ex. hjultvätt eller väg/dagvattenledning-rengöring), on-site och off-site
	Åtgärder i form av sopningsfordon som kan skapa trafikstörning och därmed leda till ökad olycksrisk
	Påverkan på luftkvalitet (partikelhalt)
	Damppartiklar i luften kan leda till hälsoeffekter. Dödsfall kopplat till partiklar i luft, on-site och off-site
	Andra aspekter relaterade till hälsa
	Andra sorters påverkan på hälsan, t.ex. oro i omgivning kring byggarbetsplats, on-site och off-site. Stress p.g.a. trafikstörningar
	Rekreativsmöjligheter, samt påverkan på landskap, estetik
	On-site och off-site

4.3.4. Miljömässig hållbarhet

Miljömässig hållbarhet kan bedömas med hjälp av olika huvudkriterier och underkriterier till dessa. De omfattar spridning av smuts och föroreningar till miljön, genom luft samt genom dagvatten. I ett senare skede kan spridning ske vid hantering av slam från dagvatten, slam från hjultvätt eller från gatusopningsbil. Andra miljöaspekter att ta hänsyn till är konsekvenser av förbrukning av drivmedel vad gäller klimatpåverkan och luftkvalitet.

I Tabell 4.4 sammanställs valda huvudkriterier och underkriterier för bedömning av miljömässig hållbarhet.

Tabell 4.4. Huvudkriterier och underkriterier för bedömning av miljömässig hållbarhet.

Hållbarhetskategori	Huvud- och underkriterier
Miljö	Spridning av smuts och föroreningar till miljö
	Partiklar i dagvatten, slam från dagvatten
	Partiklar i luft
	Slam från hjultvätt eller från gatusopningsbil
	Klimat och luftkvalitet p.g.a. förbrukning av drivmedel
	Utsläpp från underhåll av vägar och ledningsnät
	Utsläpp från underhåll p.g.a. hjultvätt

4.3.5. Övriga aspekter

Aspekter som rör branschen bedöms med hjälp av ett huvudkriterium där tre underkriterier om genomförbarhet och branschens anseende ingår. Underkriterierna är sannolikhet att en åtgärd (exempelvis, hjultvättsrutinen) fungerar logistiskt och utifrån tillgänglig yta, sannolikhet att uppnå lagkrav och ytterligare krav, samt hantering av klagomål och närboendes åsikter. I Tabell 4.5 sammanställs huvudkriteriet och dess underkriterier för övriga aspekter.

Tabell 4.5. Huvudkriterium och underkriterier för hållbarhetsbedömning av övriga aspekter

Hållbarhetskategori	Huvud- och underkriterier
Övriga aspekter: entreprenörer och branschen	Genomförbarhet och branschens anseende
	Sannolikhet att åtgärd går att utföra
	Sannolikhet att uppnå lagkrav och andra krav i föreskrifter och förordningar
	Branschens anseende och hantering av klagomål genom vidtagande av åtgärder. Närboendes åsikter.

Direkta ekonomiska aspekter ingår inte i denna kategori utan i den ekonomiska hållbarhetskategorin. Detta kriterium gäller bara entreprenörer och byggbranschen.

4.4. Vägledning för kriteriebedömning

Som hjälp vid värdering av de kriterier som ingår i MKA för val av hjultvätt har ett material tagits fram som baseras på information från olika aktuella aktörer samt de utförda fallstudierna.

Underlaget vägleder vid:

- Viktning av kriterier
- Poängsättning av kriterier

Förutom vägledning för kriteriebedömning är information gällande lokala förhållanden också styrande i bedömningen. Detta kan vara faktorer som till exempel att byggarbetsplatsen ligger i bebyggd miljö, att speciella miljövärden påverkas, osv. Utöver detta kan t.ex. specifika förhållanden vad gäller omfattning av masstransporter påverka bedömningen.

Detta underlag återfinns i sin helhet i Bilaga 4.

5. Utföra en hållbarhetsbedömning

I följande avsnitt exemplifieras hur aspekter och konsekvenser av olika hjulvättsrutiner kan vägas samman och värderas mot varandra. Informationen kan struktureras och beräknas i ett program som Excel. Inom ramen för föreliggande rapport har ett utkast till ett Excelbaserat beräkningsverktyg som bygger på en multikriterieanalys tagits fram. Verktöget är inte helt klart men kan komma att färdigställas om det visar sig att intresse och behov finns. Beskrivningen av det Excelbaserade beräkningsverktyget som presenteras nedan visar hur informationen i en hållbarhetsbedömning kan struktureras, beräknas och värderas.

5.1. Excelbaserat beräkningsverktyg

Beräkningsverktyget utformas med avseende på det som är viktigt att beakta och bedöma inför att ett beslut ska tas. Nivåerna är olika, där den mest omfattande (högsta nivån) är domän- eller områdesnivån. Undernivåerna inom varje domän är huvudkriterierna och deras underkriterier.

I Tabell 5.1 beskrivs underlaget för beräkningsverktyget, d.v.s. strukturering av domän, kriterier och viktning, samt bedömningskala.

Tabell 5.1. Underlag för beräkningsverktyget: olika nivåer, bedömningsmetod och skala.

Nivå	Bedömningsmetod	Bedömningskala & Bedömningsförutsättningar
Domän	Vikt i %	Summa för alla domäner måste vara 100%. Samma % för domäner som är lika viktiga
Huvudkriterier och underkriterier	Vikt i %	Summa för alla kriterier under en domän måste vara 100%. Samma % för kriterier som är lika viktiga
Huvudkriterier och underkriterier (alternativ nivå)	Poängsättning	Skala från -3 till +3. Motsvarar mycket negativa effekter till mycket positiva effekter.

I Tabell 5.2 och Tabell 5.3 illustreras en matris där domän och underkriterier viktas och alternativen poängbedöms. Summan av alla underkriterier i ett huvudkriterium måste uppgå till 100%. Dessutom måste summan av alla domäner uppgå till 100%. Samtliga alternativ bedöms utifrån respektive underkriterium. Alternativ blir negativa i de fall de utgör en kostnad eller nackdel. Om alternativet innebär att en kostnad undviks, eller om det innebär en vinst eller fördel, blir poängen positiv. Alternativen jämförs mot varandra.

Förklaring av resultat på huvudkriteriumnivå för ett alternativ redovisas i Tabell 5.2 samt i Figur 5.1 med en schematisk illustration av beräkningsmodellen. Poängen för ett kriterium bestäms av poängen och vikten för var och en av dess underkriterier.

Tabell 5.2. Exempel på hur resultatet för ett huvudkriterium räknas ut baserat på två underkriterier. Här beräknas poängen för Alternativ B, huvudkriterium 1, vilket är $30\% \times 2 + 70\% \times 1 = 1,3$ poäng.

Domän	Vikt domän (%)	Huvudkriterier och underkriterier	Vikt kriterier (%)	Poängsättning alternativ (-3 till +3)		
				Alternativ A	Alternativ B	Altern ...
Domän i	50%	Huvudkriterium 1		-3,0	1,3	3,0
		Underkrit 1.1	30%	-3	2	3
		Underkrit 1.2	70%	-3	1	3
		Huvudkriterium 2				
		Underkrit 2.1				
		...				
Domän ...	50%	Huvudkriterium 3				
		Underkrit 3...1				
		...				
		Huvudkriterium ...				
		Underkrit1				
		...				

Kriterium 1 Alt B =
 Vikt Underkrit 1.1 X Poäng Underkrit 1.1, Altern B
 +
 Vikt Underkrit 1.2 x Poäng Underkrit 1.2, Altern B

Figur 5.1. Formeln för beräkning av poäng på kriteriumnivå för ett alternativ. Gäller kriterium 1 och Alternativ B.

Slutresultat redovisas i Tabell 5.3 samt i Figur 5.2 med en schematisk illustration av beräkningsmodellen för detta specifika steg. Poängen för ett alternativ påverkas av vikten för varje domän och huvudkriterium, samt poäng på huvudkriterienivå, vilket förklarades i föregående tabell och figur.

Tabell 5.3. Exempel på hur ett resultat för Alternativ B räknas ut, baserat på två domäner och fyra huvudkriterier: $50\% \times (50\% \times 1,3 + 50\% \times 0) + 50\% \times (100\% \times 2,8 + 0\% \times 0) = 1,73$ poäng.

Domän	Vikt domän (%)	Huvudkriterier och underkriterier	Vikt kriterier (%)	Poängsättning alternativ (-3 till +3)		
				Alternativ A	Alternativ B	Altern ...
Domän i	50%	Huvudkriterium 1	50%	-3,0	1,3	3,0
		Underkrit 1.1	30%	-3	2	3
		Underkrit 1.2	70%	-3	1	3
		Huvudkriterium 2	50%	3,0	0,0	-1,0
		Underkrit 2.1	70%	3	0	-1
		...	30%	3	0	-1
Domän ...	50%	Huvudkriterium 3	100%	-3,0	2,8	2,8
		Underkrit 3...1	80%	-3	3	3
		...	20%	-3	2	2
		Huvudkriterium ...	0%	0,0	0,0	0,0
		Underkrit1	0%			
		...	0%			
Resultat				-1,5	1,73	1,9

$$\begin{aligned} & \text{Resultat Alt B} = \\ & \text{Vikt Domäni} \times (\text{Vikt Krit 1} \times \text{Poäng Krit 1, Altern B} + \text{Vikt Krit 2} \times \text{Poäng Krit 2, Altern B}) \\ & \quad + \\ & \text{Vikt Domän...} \times (\text{Vikt Krit 3} \times \text{Poäng Krit 3, Altern B} + \text{Vikt Krit ...} \times \text{Poäng Krit ..., Altern B}) \end{aligned}$$

Figur 5.2. Formeln för beräkning av resultat, med summering av resultat för ett alternativ avseende alla kriterier. Gäller Alternativ B.

5.2. Exempel: Scenario 1

För att mäta och undersöka spridning av smuts samt effektiviteten hos olika åtgärder för att hantera det, tillämpades metoden på ett hypotetiskt fall. Det hypotetiska fallet togs fram med utgångspunkt från de två fallstudier som ingick i denna studie. Här presenteras även resultatet av bedömningen för att visa hur denna metod kan användas som underlag för ett beslut.

Det är viktigt att poängtera att syftet med det här exemplet är att prova metoden och att identifiera frågor som är viktiga att beakta under processen. Viktning och poängsättning utgör en illustration och resultatet är ingen slutsats för studien i sin helhet.

5.2.1. Kort beskrivning av området

Byggarbetsplatsen ligger i direkt anslutning till ett stort kontorsområde, där hundratals personer arbetar dagligen. Tusentals lastbilstransporter ska ske inom en period om några månader. Arbetsområdet är inte asfalterat. Omfattande allmän trafik förekommer i området. Byggarbetsplatsen är trång och det förekommer flera in- och utfarter i området. Förutom Göta älv finns ingen känslig recipient eller naturmiljö i omgivningen. Gatusopning utförs regelbundet på allmänna gator. Slam från den regelbundna gatusopningen transporteras inte till deponi för omhändertagande.

5.2.2. Viktning av hållbarhetsdomäner

Om alla aktuella hållbarhetsdomäner bedömdes lika viktiga skulle de viktas lika, det vill säga 25% vardera. I detta exempel viktades dock de ekonomiska och sociala domänerna samt övriga aspekter högre än miljömässig hållbarhet, se Tabell 5.4. Denna bedömning baserades på det faktum att det saknades känsliga recipienter eller andra specifika miljövärden.

Tabell 5.4. Vikt för varje domän. Exempel.

Domän	Viktning domän
Ekonomisk domän	30%
Social domän (bl.a. hälsa- och säkerhetsrisker)	30%
Miljödomän	10%
Övriga aspekter: entreprenörer och branschen	30%

5.2.3. Viktning av kriterier

Inom den ekonomiska domänen bedöms de två första kriterierna ha en större betydelse och ges därmed en större vikt. Eftersom verksamheterna i närområdet utgörs av kontor antas inte byggverksamheten medföra någon ekonomisk påverkan på extern verksamhet, d.v.s. minskade intäkter. Restauranger och caféer skulle dock kunna påverkas negativt om det rör sig mindre folk i området p.g.a. av byggverksamheten. Extra kostnader kan antas förekomma för ett ökat behov av rengöring. I Tabell 5.5 redovisas en sammanställning avseende viktning av kriterier ingående i den ekonomiska domänen.

Tabell 5.5. Vikt för kriterier i ekonomisk domän. Exempel.

Ekonomisk Domän - Kriterier	Viktning kriterier
Kostnader för renhållningsrutiner för att minska smuts / undvika spridning	40%
Kostnader kopplat till påverkan på till dagvattensystem	40%
Störning på andra ekonomiska verksamheter i närheten	5%
Störning som omfattar andra kostnader	15%

I Tabell 5.6 redovisas en sammanställning avseende viktning av kriterier ingående i den sociala domänen. Då kopplingen mellan nedsmutsning och trafiksäkerhet inte är väldokumenterad tilldelas detta kriterium en låg vikt. Övriga kriterier förutom rekreativsmöjlighet tilldelades en högre vikt.

Tabell 5.6. Vikt för kriterier i social domän. Exempel.

Social Domän - Kriterier	Viktning kriterier
Risk för olyckor i omgivning av byggarbetsplats p.g.a. smuts på vägar	5%
Risk för olyckor p.g.a. trafik i omgivning	20%
Luftkvalitet	35%
Andra hälsorelaterade effekter	30%
Annan omgivningspåverkan	10%

I Tabell 5.7 redovisas en sammanställning avseende viktning av kriterier ingående i miljödomänen. Nedsmutsning och föroreningsspridning till miljön ges en betydligt större vikt än övriga kriterier. Det beror på det stora antalet transporter och mängden smuts som dessa potentiellt kan sprida. Påverkan kopplad till ökad drivmedelsförbrukning och utsläpp gäller enbart maskiner och fordon som kan kopplas till åtgärden, inte det totala antalet lastbilstransporter som byggverksamheten medför.

Tabell 5.7. Vikt för kriterier i miljödomän. Exempel.

Miljödomän - Kriterier	Viktning kriterier
Spridning av smutsighet och föroreningar till miljö (ytvatten, jord, grundvatten, fauna och flora, osv.)	70%
Klimat och luftkvalitet p.g.a. förbrukning av drivmedel	30%

I Tabell 5.8 redovisas viktning avseende kriteriet ingående i domänen övriga aspekter.

Tabell 5.8. Vikt för kriteriet i domän Övriga aspekter. Exempel.

Övriga aspekter - Kriterie	Viktning kriterium
Genomförbarhet och branschens anseende	100%

5.2.4. Poängsättning av kriterier

Det bedöms finnas stora samhällsekonomiska ekonomiska fördelar med åtgärder som hanterar nedsmutsning vid källan. Därför tilldelas alternativ som omfattar hjultvätt positiva poäng i den ekonomiska domänen. Vid poängsättning bedöms inte gatusopning ha lika positiva ekonomiska effekter som övriga åtgärdsalternativ och ges därmed en lägre poäng.

Tabell 5.9. Poängsättning av ekonomiska kriterier för varje alternativ. Viktning av kriterier och underkriterier identifieras i kolumnen i vänster.

Kriterium (vikt)	Utan åtgärder	Hjultvätt - manuell	Hjultvätt - automatisk	Gatusopning
Kostnader för renhållningsrutiner för att minska smuts / undvika spridning (40%)	3,0	-1,0	-3,0	-2,0
Alla kostnader (investeringskostnad, drift- och underhåll, demontering) (100%)	3	-1	-3	-2
Kostnader kopplat till påverkan på dagvattensystem (40%)	-3,0	3,0	3,0	1,0
Underhåll av dagvattensystem (60%)	-3	3	3	1
Dagvattenrening (40%)	-3	3	3	1
Störningar på andra ekonomiska verksamheter i närheten (5%)	-2,6	2,8	2,8	1,0
On-site (80%)	-3	3	3	1
Off-site (20%)	-1	2	2	1
Störning som omfattar andra kostnader (15%)	-2,7	2,7	2,7	1,0
On-site (70%)	-3	3	3	1
Off-site (30%)	-2	2	2	1

För den sociala domänen sker bedömning enligt samma princip som för den ekonomiska domänen. Även för denna domän kan poängteras att det bedöms finnas stora fördelar med åtgärder som hanterar nedsmutsning vid källan. Inte heller i denna domän bedöms gatusopning medföra stora positiva effekter. Gällande ökad olycksrisk i omgivningen p.g.a. ökad smuts på vägar har denna kategori givits en högre poäng trots att kopplingen inte kan bekräftas. Åtgärder kan medföra ökad olycksrisk p.g.a. trafikstörning t.ex. orsakad av gatusopning. Andra kriterier relaterade till hälsa ges lika poäng utifrån bedömningen att hjultvätt tar bort smuts från hjul men att gatusopning medför att människor kan bli medvetna om att nedsmutsningen hanteras. Rekreativmöjligheter kan påverkas om omgivningen uppfattas som nedsmutsad och dessa effekter kan kvarstå även efter att entreprenaden avslutats om påverkan är betydande.

Tabell 5.10. Poängsättning av sociala kriterier för varje alternativ. Viktning av kriterier och underkriterier identifieras i kolumnen i vänster.

Kriterium (vikt)	Utan åtgärder	Hjultvätt - manuell	Hjultvätt - automatisk	Gatusopning
Risk för vägolyckor p.g.a. smuts på vägar (5%)	-2,7	2,7	2,7	2,0
On-site (70%)	-3	3	3	2
Off-site (30%)	-2	2	2	2
Ökad risk för vägolyckor p.g.a trafikstörningar orsakade av åtgärder (20%)	3,0	3,0	-1,0	-2,7
On-site (70%)	3	3	-1	-3
Off-site (30%)	3	3	-1	-2
Luftkvalitet (35%)	-3,0	2,8	2,8	1,8
On-site (80%)	-3	3	3	2
Off-site (20%)	-3	2	2	1
Andra hälsorelaterade kriterier (30%)	-3,0	3,0	3,0	2,6
On-site (80%)	-3	3	3	3
Off-site (20%)	-3	3	3	1
Annan omgivningspåverkan rekreativsmöjligheter, landskap, estetik (10%)	-3,0	2,8	2,8	1,0
On-site (70%)	-3	3	3	1
Off-site (20%)	-3	2	2	1
On-site, efter entreprenaden (10%)	-3	3	3	1

För miljödomänen sker bedömning enligt samma princip som för den ekonomiska och sociala domänen. En manuell hjultvätt bedöms leda till ökad belastning av dagvattenssystemet. Även gatusopning bedöms belasta dagvattenssystemet då inte hela ytan kan städas och en del spridning kan ske innan gatusopning utförs. Poängsättning angående slamhantering beror på om det hanteras på en plats som minskar spridningsrisken (t.ex. deponi om det är förorenat), eller om det sker på yta som inte är utformad för att minska spridningsrisken. Förbrukning av drivmedel kopplat till åtgärder, d.v.s. transporter för underhåll och slamhantering och gatusopning. Off-site effekt har bedömts ha en större negativ påverkan då transport till deponi kan förutsättas innebära längre transportsträckor.

Tabell 5.11. Poängsättning av miljökriterier för varje alternativ. Viktning av kriterier och underkriterier identifieras i kolumnen till vänster.

Kriterium (vikt)	Utan åtgärder	Hjultvätt - manuell	Hjultvätt - automatisk	Gatusopning
Spridning av smuts och föroreningar till miljö (70%)	-1,8	0,5	2,2	0,4
Partiklar i dagvatten, slam från dagvatten (50%)	-3	-2	3	1
Partiklar i luft (30%)	-3	3	3	1
Slam från hjultvätt eller från gatusopningsbil (20%)	3	3	-1	-2
Klimat och luftkvalitet pga. ökad drivmedelsförbrukning (30%)	3,0	3,0	-1,3	-2,4
On-site (70%)	3	3	-1	-3
Off-site (30%)	3	3	-2	-1

För domänen övriga aspekter sker bedömning enligt samma princip som för övriga. Sannolikheten att det går att utföra gatusopning bedöms större än för hjultvätt då utrymmet inom entreprenadområden vanligen är begränsat. Om det finns flera utfarter från en byggarbetsplats blir det också svårare att hantera smuts vid källan.

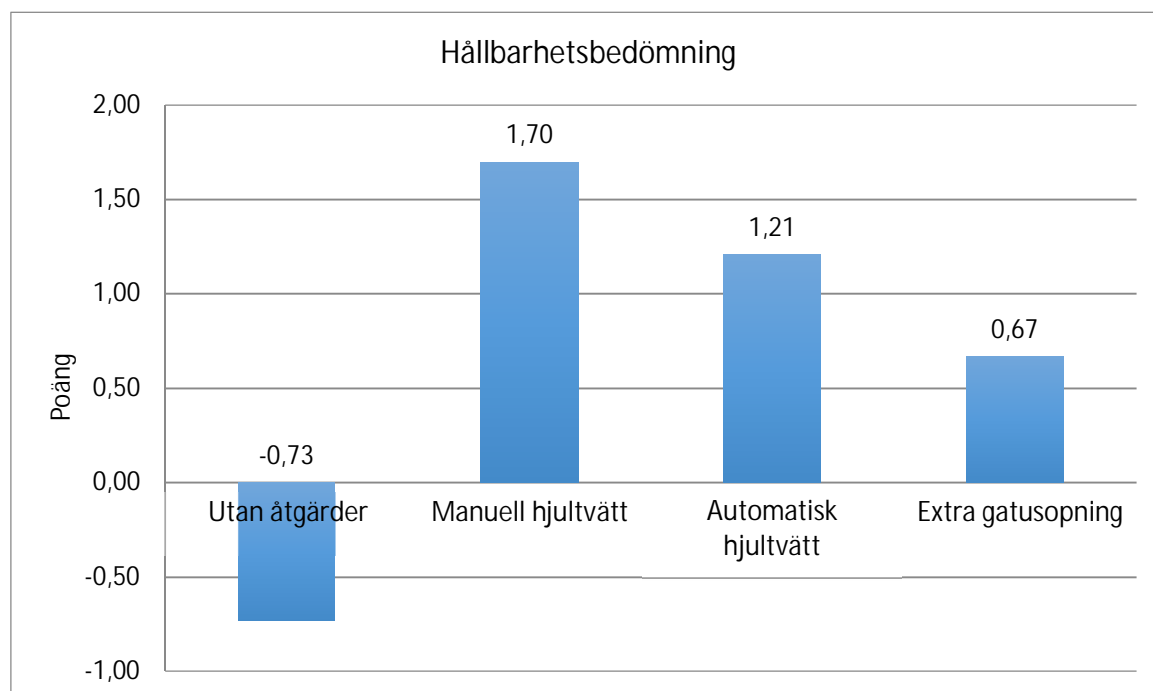
Tabell 5.12. Poängsättning av genomförbarhet och branschansende för varje alternativ. Viktning av underkriterier identifieras i kolumnen till vänster.

Kriterium (vikt)	Utan åtgärder	Hjultvätt - manuell	Hjultvätt - automatisk	Gatusopning
Genomförbarhet och branschansende	0,0	1,0	1,0	1,5
Sannolikhet att åtgärd är genomförbar (50%)	3	-1	-1	2
Uppfyllelse av lagkrav och andra föreskrifter/restriktioner (30%)	-3	3	3	1
Branschansende och hantering av klagomål. Närboendes åsikter (20%)	-3	3	3	1

5.2.5. Resultat och jämförelse av alternativ

För det här scenariot är alla alternativa åtgärder fördelaktiga, men störst fördelar erhålls med manuell hjultvätt, se Figur 5.3.

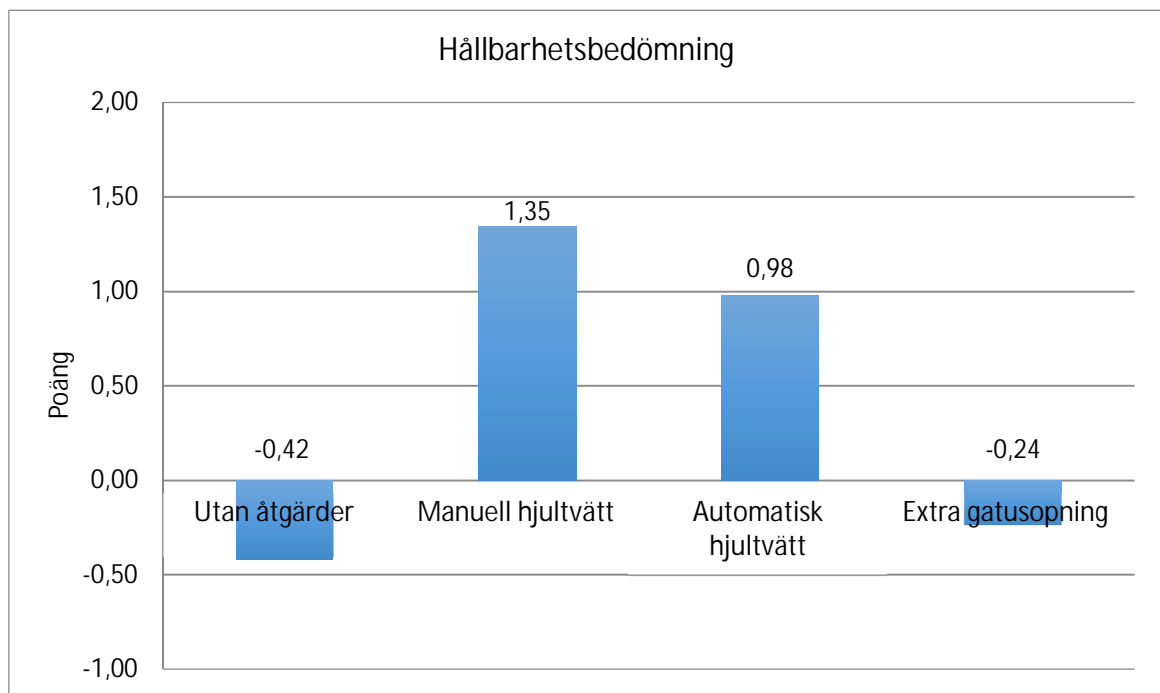
Det är viktigt att poängtera att resultatet av detta exempel ska ses som en illustration av metoden. Viktning av domäner och poängsättning och viktning av kriterier måste utformas efter platsspecifika förhållanden.



Figur 5.3. Hållbarhetsbedömning för Scenario 1

5.3. Exempliering av tillämpning, Scenario 2

I Figur 5.4 illustreras effekten av om andra förutsättningar skulle gälla som ingångsvärden för Scenario 1. Resultatet exemplifierar betydelsen av förändrade förutsättningar i form av högre naturvärden i omgivningen (högre vikt av miljödomän) och färre berörda människor (lägre vikt av social domän) genom mindre omfattande kontorsverksamhet.



Figur 5.4. Hållbarhetsbedömning för Scenario 2

För detta scenario uppvisar gatusopning ett negativt resultat m.a.p. hållbarhet. Detta speglar den högre vikten av miljödomänen, och att gatusopning inte hanterar problem vid källan och därmed ger viss spridningseffekt.

6. Slutsatser och diskussion

I detta avsnitt presenteras en sammanfattning av viktiga resultat och rekommendation för fortsatt arbete.

De fallstudier som utfördes inom ramen för detta projekt visar att spridning av smuts från en byggarbetsplats till omgivningen via transporter är betydande. Större delen av smutsen har spridits inom drygt en kilometer från arbetsområdena. Resultaten visar även att stora projekt där mängden lastbilstransporter i perioder kan uppgå till storleksordning 100 lastbilar per dag kan dagligen sprida upp till 100 kg smuts till vägar som angränsar till byggarbetsplatsen, och sammanlagt upp till 150 kg smuts till vägnätet i stort. En viktig slutsats från fallstudier och intervjuer med insatta nyckelpersoner är att hanteringen av spridning av smuts måste planeras i ett tidigt skede. Val och utformning av tvättrutin måste anpassas efter projektspecifika och lokala förhållanden. Om frågan inte beaktas i ett tidigt skede blir ofta platsbristen inom entreprenaden en begränsande faktor för val av tvättrutin.

Resultatet från detta projekt är föreliggande rapport som kan fungera som ett stöd när man ska besluta om vilken typ av åtgärd som ska vidtas för att begränsa spridningen av smuts från en byggentreprenad. Denna rapport kan således fungera som ett stöddokument för olika aktörer inom byggbranschen och för myndigheter och beställare. Den metod för bedömning som föreslås i denna rapport är baserad på olika aspekter som berör såväl ekonomi som miljö och samhälle, och syftar till att främja en hållbar utveckling.

I en hållbarhetsbedömning saknas ofta kvantitativ data på effekter och konsekvenser (till exempel antal, eller kostnad). Om inte denna detaljerade informationen finns det ett stort värde av att värdera olika lösningar relativt varandra med en siffra (tex +3 (bästa lösning) till -3 (sämsta lösning)) en så kallad semikvalitativ bedömning. Att strukturera och värdera olika aspekter fyller den viktiga funktionen att det tydligt åskådliggör motiveringen till ett beslut. Detta i förlängningen innebär det även att erfarenhetsåterföringen blir bättre. Kunskapen kan delas mellan flera parter och bedömningarna har potentialen att bli bättre och bättre, ju fler projekt som de utförs för.

För fallstudierna som ingått i föreliggande projekt, Centralen och Gullbergsvass visade det sig att tillgången på information var begränsad för att genomföra en kvantitativ utvärdering då det för mycket av underlaget saknades så detaljerad information. Därför beslöts det att tillämpa en semi-kvantitativ utvärdering som underlag för multikriterieanalysen som nyttjas för hållbarhetsbedömningen i denna rapport.

Vid tillämpning av hållbarhetsbedömningen, visar resultaten att både hjultvätt och gatusopning har positiva effekter jämfört med ingen åtgärd. Hjultvätt har som fördel att problemet hanteras vid källan (minskad omgivningsbelastning), medan gatusopningen hanterar smuts från flera olika källor, men kan också innebära trafikstörningar på ett trafikintensivt vägnät.

Systerprojektet "Innovativa och hållbara lösningar för att reducera förorening av vägar och vägdragvatten" kommer bidra med viktig information avseende föroreningsinnehåll i

gatusopningsand och gatusopningsvatten. Dessa resultat kommer därmed utgöra ett viktigt komplement till resultaten i föreliggande rapport. Analyserna kommer omfatta organiska föroreningar, med fokus på mikroplaster, och metaller. Även siktanalyser av insamlat material kommer utföras samt att koppling mellan föroreningsinnehåll och materialfraktioner kommer att undersökas. Resultatet från föreliggande projekt ska tillsammans med gatusopningsprojektet utgöra underlag för en gemensam artikel.

6.1. Rekommendation för ytterligare framtida arbete

Inom föreliggande projekt har tvättning av lastbilshjul genomförts för att studera hur mycket smuts som bind i lastbilsdäcken och som sedan lossnar till vägbanan vid transport. Vid genomgång av litteratur så har det framkommit att det i stort saknas likvärdiga studier. Den nu genomförda studien är dock begränsad i sin omfattning och för att få ännu mer trovärdiga mängduppskattningar skulle fler tvättar av entreprenadfordon behöva genomföras. Detta för att på ett bättre sätt kunna värdera effekten av att smuts sprids vidare till vägnätet i stort och påverkar samhället utifrån ett hållbarhetsperspektiv.

Nu när ett omfattande underlag och en initial vägledning finns, skulle det vara värdefullt att tillämpa metoden på fler fallstudier. Inför detta kan det Excel-baserade beräkningsverktyget vidareutvecklas. I dagsläget behöver beräkningsverktyget kompletteras med en beskrivning av hur det ska användas, samt utökas med ytterligare aspekter för att det ska kunna utgöra ett praktiskt användbart verktyg.

7. Litteraturförteckning

Bergmann, M., Gutow, L., Klages, M., 2015. Marine Anthropogenic Litter. Springer International Publishing.

Björklund, K., 2011. Sources and fluxes of organic contaminants in urban runoff. Chalmers University of Technology, Gothenburg.

Dong T.T.T., Lee B.-K., 2009. Characteristics, toxicity, and source apportionment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in road dust of Ulsan, Korea. Chemosphere, 74(9), 1245-1253.

Elvik, R., Høye, A., Vaa, T., Sørensen, M. (ed.), 2009. Winter Maintenance of Roads, in The Handbook of Road Safety Measures. Second Edition, pp.363 – 373

Ericsson, A.J., Weiss, P.T., Gulliver, J.S., 2013. Stormwater Treatment Practices. In: Optimizing Stormwater Treatment Practices. Springer. New York. 2013

European Commission, 2008. Directive on Environmental Quality Standards (Directive 2008/105/EC).

Kretslopp och vatten, 2018. Vitsippsbäcken D7910 Mätning reningseffekt gatusopning. Kretslopp och Vatten. Göteborg

German, J., 2003. Reducing stormwater pollution: performance of retentionponds and street sweeping. (PhD thesis). Chalmers University of Technology.

Gustafsson, M., Lundén, J., Tang, L., Forsberg, B., Orru, H., Åström, S., Sjöberg, K., 2018. Quantification of population exposure to NO₂, PM_{2.5} and PM₁₀ and estimated health impacts. Rapport C 317. IVL Svenska miljöinstitutet. Hämtad 2018-07-18-03 från <http://naturvardsverket.diva-portal.org/smash/get/diva2:1220263/FULLTEXT01.pdf>

Gustafsson, M., Peterson, P., Persson, K., Blomqvist, G., Gustafsson, M., Janhäll, S., 2016. Diffusa partikelemissioner från trafik i bygg- och industriverksamhet. Rapport NR C153. IVL Svenska miljöinstitutet.

Gustafsson, M., Blomqvist, G., Janhäll, S., Johansson, C., Norman, M., 2015. Driftåtgärder mot PM₁₀ i Stockholm. Utvärdering av vintersäsongen 2013–2014. VTI rapport 847.

Gustafsson, M., Blomqvist, G., Janhäll, S., Johansson, C., Norman, M., 2013. Driftåtgärder mot PM₁₀ på Hornsgatan och Sveavägen i Stockholm - utvärdering av vintersäsongen 2011–2012. VTI rapport 767.

Göteborgs stad. Trafikkontoret, 2018. Förekomst och spridning av mikroplast, gummi och asfaltspartiklar från vägtrafik.

ID: 13412

Haeger-Eugensson, Bjurbäck, Nygren, Janhäll, Hultberg, Gustavsson, Achberger, García, Lindstein, 2018. Damning och buller vid byggarbetsplatser. Rapport. FUD-projekt Trafikverket. COWI och VTI.

Jayarathne, A. Egodawatta, P. Ayoko, G. A., Goonetilleke, A., 2017. Geochemical phase and particle size relationships of metals in urban road dust. *Environmental Pollution*, 230, 218-226.

Kemi, 2016a. Polycykliska aromatiska kolväten (PAH). Hämtad 2018-08-03 från <https://www.kemi.se/prio-start/kemikalier-i-praktiken/kemikaliegrupper/polycykliska-aromatiska-kolvaten-pah>

KEMI, 2016b. Ftalater. Hämtad 2018-08-03 från <https://www.kemi.se/prio-start/kemikalier-i-praktiken/kemikaliegrupper/ftalater> 2018-08-03

Kurihara, R., Shiraishi, F., Tanaka, N., Hashimoto, S., 2005. Presence and estrogenicity of anthracene derivatives in coastal Japanese waters. *Environ. Toxicol. Chem.* 24. 1984-1993. 2005.

Machala, M., Ciganek, M., Blaha, L., Minksova, K., Vondrack, J., 2001. Aryl hydrocarbon receptor-mediated and estrogenic activities of oxygenated polycyclic aromatic hydrocarbons and azaarenes originally identified in extracts of river sediments. *Environ. Toxicol. Chem.* 20. 2736-2743.

Markiewicz, A., Björklund, K., Eriksson, E., Kalmykova, Y., Strömvall, A-M., Siopi, A., 2017. Emissions of organic pollutants from traffic and roads: Priority pollutants selection and substance flow analysis. *Sci tot Environ.* 580. 1162-1174.

Munz, V., 2018. Emissions of Organic Pollutants from Vehicles - A Pilot Study of an Experimental Car Wash. Study Project in the Master's Programme Infrastructure and Environmental Engineering. Chalmers Tekniska Högskola, Göteborg.

Murakami, M., Nakajima, F., Furumai, H., 2005. Size and density distributions and sources of polycyclic aromatic hydrocarbons in urban road dust. *Chemosphere.* 61(6). 783-791. 2005

Naturvårdsverket, 2018. Sveriges miljömål [Online] // Naturvårdsverket. - Sverige Regering, den 10 12 2018. -<http://www.naturvardsverket.se/Miljoarbete-i-samhallet/Sveriges-miljomal/>

Naturvårdsverket, 2015. Mål i sikte. Analys och bedömning av de 16 miljökvalitetsmålen i fördjupad utvärdering 2015. Volym 1. Rapport 6662.

NCC, 2017a. Hjultvätt - tillgänglig teknik och möjligheter för svenska byggentreprenader. Rapport 13217.

ID: 13412

NCC, 2017b. Hållbarhetsbedömning Ombyggnad av Göta Kanal, Norsholm. Uppdragsnummer: 7417464. Rapport.

NCC, 2015. Tänk efter före! Underlag till en metodik för framtida mer hållbara mark- och anläggningsprojekt. SBUF Rapport ID: 12870.

Nielsen, K., 2015. Characterisation and treatment of nano-sized particles, colloids and associated polycyclic aromatic hydrocarbons in stormwater (Doctoral thesis). Technical University of Denmark.

Polukarova, M., 2018. Street sweeping to reduce small pollutants adsorbed on small particles. Master thesis (Master's thesis). Institutionen för arkitektur och samhällsbyggnadsteknik. Chalmers tekniska högskola.

Rosén, L., et al., 2015. SCORE: A novel multi-criteria decision analysis approach to assessing the sustainability of contaminated land remediation. Science of the Total Environment 511 (2015): 621-638.

Sartor, J. and Gaboury, D, 1984. Street sweeping as a water pollution control measure: Lessons learned over the past ten years. Sci tot Environ 33, 171– 183.

SMHI, 2018. Nederbörd data. Hämtad 2018-12-13 från Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut hemsida, <https://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/nederbord> (<https://opendata-download.smhi.se/stream?type=metobs&meterIds=5&stationId=71420&period=latest-months> och <https://opendata-download.smhi.se/stream?type=metobs&meterIds=5&stationId=71420&period=corrected-archive>)

Switzer, A., Pile, J., 2015. Chapter 22 Grain size analysis in Handbook of Sea-Level Research, First Edition. John Wiley & Sons, Ltd.

Strömvall, A-M., Norin, M., Pettersson, T, 2006. Organic contaminants in urban sediments and vertical leaching in road ditches. Proceeding of the 8th Highway Urban Environment Symposium. Springer.

Söderqvist, T., Hammer, M. & Gren, I. M., 2004. Samverkan för människa och natur: en introduktion till ekologisk ekonomi, Studentlitteratur.

Trafikverket, 2018. Analysmetod och samhällsekonomiska kalkylvärden för transportsektorn: ASEK 6.1. Kapitel 9 Trafiksäkerhet och olyckskostnader.

Velzeboer, I., Kwadijk, C. J. A. F., Koelmans, A. A., 2014. Strong Sorption of PCBs to Nanoplastics, Microplastics, Carbon Nanotubes, and Fullerenes. Environmental Science & Technology. 48(9), 4869-4876, doi: 10.1021/es405721v

WCED, 1987. *Our Common Future*. UN United Nations, World Commission on Environment and Development. Oxford: Oxford University Press, New York.

WHO, 2013. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project Technical Report. Copenhagen, 2013.

Bilaga 1 – Lagar och krav för att hantera nedsmutsning av vägnätet

Denna bilaga omfattar ett utdrag av tidigare rapport (NCC 2017a) vars innehåll bedöms relevant för föreliggande rapport.

En hjultvätt används för att förhindra damning, spridning av förorenat material och nedsmutsning av vägnätet och dagvattensystem. Dessa aktiviteter riskerar att påverka både människor och miljö och omfattas därför både av lagkrav som till exempel arbetsmiljöföreskrifter och lagar som ämnar skydda miljön.

Utöver lagkrav som finns för att skydda människor och miljö kan vissa verksamheter välja att installera ett hjultvättningssystem för att skydda annan utrustning som till exempel fordonsvägar eller för att vinna goodwill hos allmänheten.

Nedan presenteras en sammanställning över hur andra europeiska länder har formulerat krav för att hantera nedsmutsning av vägnätet. Dessa länder används som exempel för att användningen av olika typer av hjultvättar är mer utbredd där och att det är intressant att se vilka lagar och krav som reglerar detta i respektive land. Därefter följer en genomgång av svenska lagar och krav som har relevans för frågeställningar kopplat till nedsmutsning och åtgärder så som hjultvätt.

Lagar och krav i andra länder

England

I England finns arbetsmiljöföreskrifter som reglerar aktiviteter som kan innebära att arbetare utsätts för byggdamm (HSE, 2002). Det är ett brott mot engelsk miljölagstiftning att orsaka olägenhet för människors hälsa genom dammande aktiviteter (UK government, 1990). Lokala myndigheter har också krav på sig att utvärdera luftkvaliteten i sitt område och utforma en plan för att åtgärda eventuella överskridelser av luftföroreningar (UK government, 1995). Ett exempel på hur det här implementerats är den bot på drygt 500 000 SEK som 2015 utdelades till Englands största betongproducent för att de inte installerade en hjultvätt, trots att de lokala myndigheterna föreskrivit det (Rivers, 2016).

Tyskland

I Tyskland finns lokala föreskrifter som reglerar nedsmutsning av vägnätet. Den som smutsar ner får betala, och det gäller även skador som kan uppstå på andra bilar på grund av smuts på vägen. Det leder till att användningen av hjultvättar är utbredd. Möjligheten att hyra en hjultvätt för en begränsad tid gör att även små entreprenader kan välja en hjultvätt istället för att betala för vägsopning eftersom hyreskostnaden är mindre än motsvarande hyra för en sopsopningsmaskin (Friedrich, 2016).

Belgien

Lagstiftningen i Belgien fastslår att man måste tvätta arbetsfordonens hjul innan de kör ut från en byggarbetsplats om det finns risk för nedsmutsning av vägnätet. Detta är en relativt ny lag från 2010 som dels är till för att skydda omgivande miljö, dels för att förhindra att andra bilar skadas av smutsiga vägar. De entreprenader som inte tvättar

ID: 13412

arbetsfordonens hjul löper stor risk att drabbas av sanktioner vilket lett till utbredd användning av hjultvättar (Barbiare, 2016).

Schweiz

I Schweizisk lagstiftning framgår tydligt att fordonshjul måste vara rena innan föraren ger sig ut på allmänna vägar (Le Conseil federal Suisse, 1962) och dessutom finns föreskrifter som innebär böter för den som smutsar ner vägarna (Canton de Vaud, 1991).

Lagar och krav i Sverige

Byggentreprenadernas ansvar för att inte bidra till nedsmutsningen av vägnätet regleras på flera olika sätt. Här nedan följer en genomgång av kraven i olika rättskällor som direkt eller indirekt rör nedsmutsningen av vägnätet i Sverige.

EU

Inom EU finns ett direktiv (96/61/EG) för att förebygga och begränsa luftföroreningar, IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control). Det är framförallt industrier som omfattas av direktivet och det framgår att de ska använda "bästa tillgängliga teknik" (BAT). Inom EU finns även ett regelverk gällande utsläpp från industriverksamhet (2010/75/EU). I januari 2016 publicerades en ny rapport av Naturvårdsverket med en vägledning om hur industriutsläppsbestämmelserna genomförts i Sverige (Naturvårdsverket, 2016). Inom ramen för industriutsläppsdirektivet har man tagit fram exempel på BAT. I dokument med BAT gällande järn- och ståltillverkning listas utrustning för hjulrengöring som en teknik att beakta under materialtransport (2012/135/EU). Än så länge finns ingen liknande lista för vad som anses vara bästa tillgängliga teknik inom byggbranschen. Inom svensk lagstiftning åligger det dock en yrkesmässig verksamhetsutövare att använda bästa möjliga teknik. I miljöbalkspropositionen anges att BAT kan ses som slutresultatet efter det att skälighetsbedömning har gjorts, se nedan.

Miljöbalken

I de allmänna hänsynsreglerna i miljöbalken (2 kap. 3§) framgår att alla yrkesmässiga verksamhetsutövare ska använda bästa möjliga teknik. Denna regel ska tillämpas tillsammans med en rimlighetsavvägning (2 kap. 7§). Det innebär att en avvägning ska göras med särskilt beaktande av risken för miljöpåverkan, nyttan av skyddsåtgärder och kostnaderna för åtgärderna (Prop. 1997/98:45).

Miljömål

I Sverige används de 16 miljömålen som riksdagens riktmärke för att lösa våra miljöproblem nu och inte lämna över dem till kommande generationer (Naturvårdsverket, 2016). I en fördjupad studie från 2015 gällande möjligheten att uppnå miljömålet Frisk luft identifierar Naturvårdsverket partiklar som den sannolikt mest hälsoskadliga luftföroreningen. En viss typ av partiklar, PM10, kan associeras till i huvudsak slitage av dubbdäck, samt damning vid byggarbetsplatser (Naturvårdsverket, 2015). För att uppnå miljömålet Frisk luft pågår internationella samarbeten både inom EU och FN.

ID: 13412

Nedsmutsning av vägnätet riskerar också att påverka möjligheten att uppnå miljömålen Gifrfri miljö, Levande sjöar och vattendrag och God bebyggd miljö.

Trafikförordningen

Trafikförordningen (1998:1276) innehåller bestämmelser för trafik och väg i terräng. I 3 kap 9 §, hinder på väg, framgår att sådant som kan medföra fara eller olägenhet inte får kastas eller lämnas på väg. I 80 § samma kapitel framgår att last inte får medföras på ett sådant sätt att det kan falla av fordonet. Lasten får inte heller orsaka störande dammbildning eller liknande. Inga specifika krav på rena hjul återfinns i förordningen.

Lokala föreskrifter

I Sverige finns bestämmelser om nedsmutsning inskrivna i de lokala föreskrifterna för respektive kommun. I den lokala ordningsstadgan för Göteborgs kommun står till exempel (Göteborgs kommun, 1993):

4§ Vid lastning, forsling, lossning och annan hantering skall den som är ansvarig för åtgärden göra vad som behövs för att undvika att allmänheten utsätts för tillfälliga olägenheter genom damm, spill eller dålig lukt.

5§ Den som är ansvarig för upptagande av grus, jord eller sand, tippning av fyllnadsmassor, schaktning, grävning eller annat liknande arbete skall se till så att det sker på ett sådant sätt att allmänheten utsätts för minsta möjliga olägenhet.

Enligt utsago från en återförsäljare av hjultvättar i Sverige ska en stor byggentreprenör ha blivit förskrivna av Stockholm stad att använda ett system för hjulrengöring i ombyggnaden av Slussen som påbörjas inom kort (Liljestrand, 2016).

Arbetsmiljö

I arbetsmiljöföreskrifterna som rör byggnads- och anläggningsarbete framgår att "det är viktigt att transporter med motorfordon inte rör upp damm" (AFS 1999:3). Dessutom finns en särskild föreskrift som rör kvarts- och stendamm i arbetsmiljön med ett tydligt fokus på riskbedömning och förebyggande åtgärder (AFS 2015:2).

Allmän material- och arbetsbeskrivning (AMA)

AMA är frivilliga bestämmelser kring utförandet av olika arbeten. Reglerna blir juridiskt bindande först om de återopas i entreprenadavtal. AMA är en samling av projekterings- och utförandestandarder som sammanställts och ges ut av Svensk Byggtjänst. Råd kring rengöring hanteras i kapitel AFG. 82:

Entreprenören ska hålla väg och plan ren från av honom orsakad nedskräpning, spill och dylikt.

I de kompletterande Råd och Anvisningarna (RA) framgår att beställaren ska ange om entreprenören ska ombesörja renhållning av gata, väg och dylikt som ligger utanför arbetsområdet.

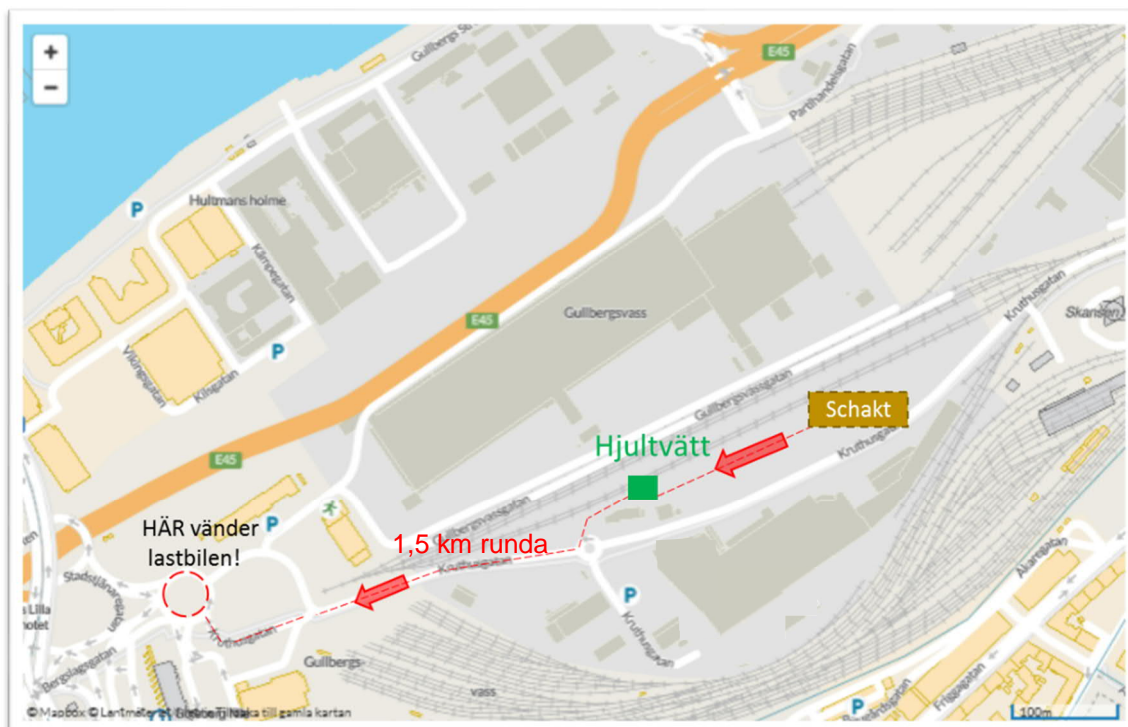
Bilaga 2 - Fallstudie Centralen - hjultvätt

I fallstudien för Centralen undersöktes hur mycket smuts lastbilar kan sprida till omgivningen då de lämnar en byggarbetsplats. Försöket utfördes genom att lastbilarna fick genomgå en manuell hjultvätt innan de lämnade byggarbetsplatsen. Försöket utgick från att jordmassor sprids på vägar utanför arbetsområdet genom att det fastnar på lastbilens hjul.

Ursprungligen var tanken att material från hjulytorna skulle skrapas eller borstas bort och samlas in. Det första försöket utfördes dock under vintern då materialet var fastfruset och inte gick att borsta bort. Försöket återupptogs under sommar och höst och utfördes då istället med hjälp av vattenslang där allt avtvättat vatten samlades upp. Testets utformning återspeglar således effekten av en manuellt utförd hjultvätt. Inspirationen för utformningen har delvis hämtats från ett experiment som utfördes av Chalmers (Munz 2017). Denna metod tillämpades dock på ett fordon som körde i stadsmiljö och fokuserade på att avlägsna föroreningar från hela fordonsytan, inklusive hjul. Den praktiska utformningen av försöket i form av tvättanordning och utrustning skedde i samarbete med entreprenören. Provtagning utfördes med utrustning från Chalmers och provbehandling och analys genomfördes av Chalmers Miljölabb respektive Chalmers Geolabb.

Området

Hjultvätten genomfördes på NCC:s byggarbetsplats på Kruthusgatan som är en del av entreprenad Centralen i Västlänksprojektet. Figur B2.2 visar en karta över schaktområde, station för manuell hjultvätt, samt färdväg för lastbilen under försöket.



Figur B2.2. Området för fallstudie med hjultvättförsök på Kruthusgatan som är en del av Centralen projektet i Västlänken. Lastbilen körde ut från schaktområde, ut från byggarbetsplatsen, mot rondellen där den vänder och kör tillbaka till hjultvätten.

Lastbilen som användes för transport av jordmassor från schaktområdet till deponi visas i Figur B2.4.



Figur B2.3. Schaktet på NCC:s entreprenadområde på Kruthusgatan.



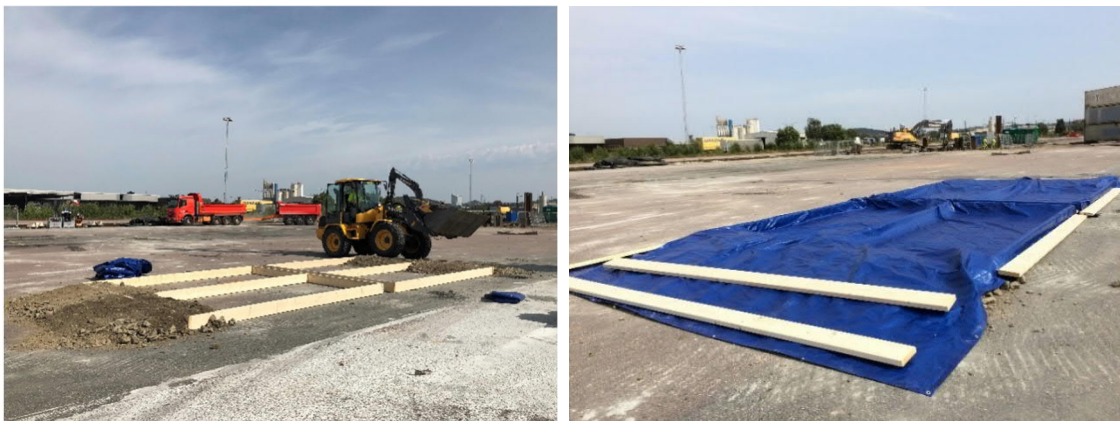
Figur B2.4. Lastbilen som användes vid försöket.

Installation och genomförande av hjultvätt
Försöket utfördes vid två tillfällen. Nederbördsmängd visas i bilaga 5.

ID: 13412

- Den 2 augusti 2018. Försöket utfördes vid solig väderlek (+ 30 °C). Det hade inte regnat dagarna/veckorna innan provtagningen och därför var schaktmassorna nästan torra. Precis innan provtagningen, började det regna lätt. Nederbörden varade i cirka 5–10 minuter, vilket resulterade i att asfaltsytan på och utanför arbetsplatsen blev fuktiga.
- Den 11 september 2018. Vid det andra försökstillfället regnade det ganska mycket under dagen men inte under tiden själva tvätten utfördes. Schaktområde och asfaltsytan på och utanför arbetsplatsen var mycket blöt och smutsig.

Installationen för hjultvätten bestod av ett system med fyra små bassänger. Bassängen bestods av långa träreglar och presenningar (Figur B2.5). För att stabilisera konstruktionen och göra det lättare för lastbilen att köra in i bassängen, byggdes två ramper vid bassängens kortsidor. Hjultvättsstationen placerades cirka 50 m från schaktet.



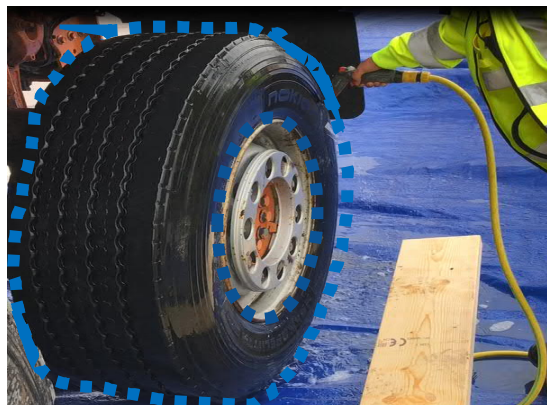
Figur B2.5. Den provisoriska stationen för hjultvätt.

Lastbilen som användes hade tidigare under dagen kört mellan schaktområdet i Centralen och en deponi för avlastning av jordmassor. Hjulen var därför till viss del smutsiga då försöket inleddes. Från schaktområdet körde lastbilen ner till hjultvättsstationen, Figur B2.6. Tvättningen utfördes genom att lastbilens högra bakhjul spolades med vatten, Figur B2.7.

ID: 13412



Figur B2.6. Lastbilen i bassängen (tillfälle 1)



Figur B2.7. Den del av hjultytan som tvättades av har markerats med blå streckad linje.

Därefter körde lastbilen en sträcka på ca 300 m ut från byggområdet. Vägen inom byggområdet var asfalterad men ytan var dammig och sandig. Utanför byggområdet körde lastbilen en asfalterad sträcka på ca 1 km som var betydligt renare än inom byggområdet. När lastbilen återvände till byggområdet åkte den till hjultvåtsstationen igen. Lastbilens medelhastighet var 30 km/h vid första tillfället. Den totala väglängden på försöksrundan var ca 1,5 km.

Efter körrundan, backade lastbilen in i en annan bassängsektion där dess vänstra bakhjul rensades med vatten. Varje hjul tvättades 2 minuter med ett vattenflöde på ca 5 l/min.

Figur B2.8 illustrerar tvätt innan rundan och Figur B2.9 tvätt efter rundan.



Figur B2.8. Tvätt av höger bakhjul med vatten i 2 min innan körning

ID: 13412



Figur B2.9. Tvätt av vänster bakhjul, 2 min, vatten, efter ca 1,5 km:s körsträcka

Uppskattning på mängder, tvättningseffekt och spridning

Tvättvattnet samt material som ackumulerades efter respektive tvättning samlades ihop med en grovdammsugare från bassängerna (Nilfisk Buddy II 18 Inox). Insamling skedde separat för respektive bassäng.

Tvättvatten och sedimenterade partiklar i tvättvattnet uppskattades med olika metoder:

- Suspenderade ämnen i tvättvattnet filtrerades genom 1,0 µm mm filter, torkades i 105 °C och kvarvarande partikelmängd vägdes.
- Sedimenterade partiklar i tvättvattnet filtrerades genom olika filter, torkades i 105 °C och kvarvarande partikelmängd vägdes.

Mängden partiklar som insamlats från lastbilshjulen under hjultvätten redovisas i Tabell B2.1. Här ingår både suspenderade samt sedimenterade partiklar i tvättvattnet.

Tabell B2.1. Mängd partiklar som har avlägsnats från hjulytorna i samband med hjultvätt, före och efter den cirka 1,5 km långa försöksrundan utanför byggområdet.

Källa	Mängd partiklar som har lossnat under hjultvätten (g)		Andel partiklar på entreprenadfordons hjul som sprids ut till vägnätet (%)	
	Tvätt 1 (*)	Tvätt 2 (**)	Tvätt 1 (*)	Tvätt 2 (**)
Ett hjul, innan försöksrunda	37	123	60%	62%
Ett hjul, efter försöksrunda	15	47		

* - 2018/08/02, torrt väder med lite regn, låg smutsmängd på vägyta vid schaktområde

** - 2018/09/11, mycket regn, högre smutsmängd på vägyta vid schaktområde

Mängden jordmassor som satt fast på hjul som tvättades direkt efter att lastbilen lämnade schaktet var ca 4 gånger större vid andra försökstillfället. Totalt uppskattades att cirka 60 % av materialet som satt fast på hjulytorna spridits till det lokala vägnätet.

I Tabell B2.2 redovisas en uppskattning av mängden partiklar som en lastbil med 6 hjulpar (12 hjul) transporterar från ett byggområde.

Tabell B2.2. Smutsmängd som sprids vid körning med lastbil

Mängd	Total fastlagd smutsmängd i lastbilshjul (kg)		Mängd material som släppt från däck (första 1,5 kilometern) (kg)	
	Tillfälle 1 (*)	Tillfälle 2 (**)	Tillfälle 1 (*)	Tillfälle 2 (**)
Ett hjul	0,04	0,12	0,02	0,08
En transport med lastbil (6 st hjulpar)	0,43	1,48	0,26	0,91
50 transporter med lastbil (6 hjulpar)	22	74	13	46

* - 2018/08/02, torrt väder med lite regn, låg smutsmängder på vägyta vid schaktområde

** - 2018/09/11, mycket regn, högre smutsmängd på vägyta vid schaktområde

Resultatet i form av uppskattad spridningspotential till vägnät överensstämmer med en studie på saneringsprojekt Akzo Nobel som beskrivs i NCC, 2017a. Där användes en automatisk hjultvätt. Uppskattad smuts på en hjulyta var ca 60 gr per hjul, dvs 36 kg för 50 lastbilar med 6 st hjulpar. Förhållandena var inte identiska men resultaten visar samma storleksordning.

För stora projekt där mängden lastbilstransporter i vissa perioder kan uppgå till cirka 100 lastbilar per dag, kan det spridas ca. 30-100 kg/dag de första 1,5 km och den totala spridningspotentialen till vägnätet uppgår sammanlagt till ca. 50-150 kg/dag. Resultaten visar att stora entreprenader som pågår under flera veckor eller månader kan innebära en stor belastning på vägnätet genom materialspridning.

I projekt "Nedsänkning av E45" som ingår i studien för Gullbergsvass sker cirka 120 uttransporter per dag i cirka 2 månader. En liknade mängd förväntas för projekt Centralen som också förväntas pågå under flera månader. Den uppskattning av smutsmängd som baseras på resultat av fallstudierna kan anses representera ett "best case scenario".

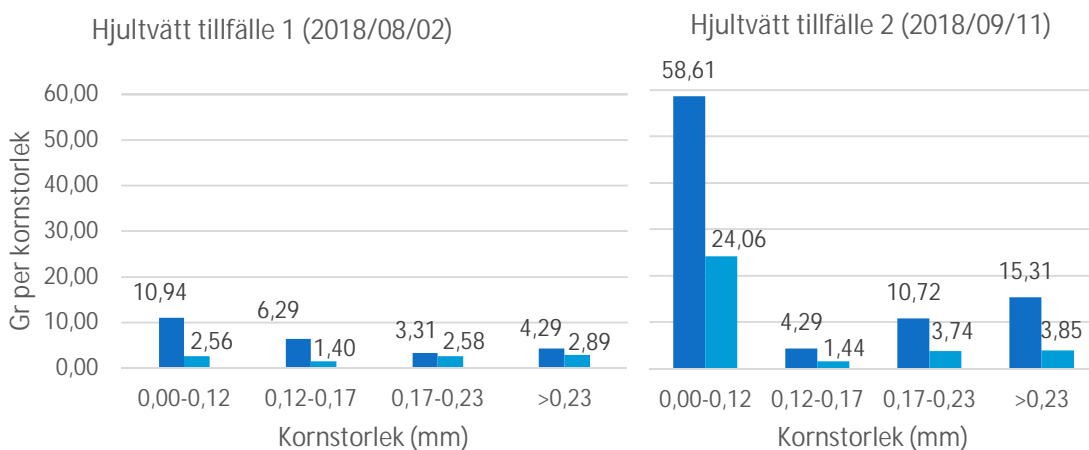
- Detta beror först och främst på att material inte kunna insamlats från hela hjulytan. Insamling har inte kunnat ske av hjulytor som var i kontakt med bassängen eller lastbilens inre hjul pga problem med åtkomlighet.
- Lastbilens körsträcka i det förorenade området var kort jämfört med verkliga transportsträckor i denna typ av entreprenader.
- Bassängen var inte placerad i direkt anslutning schaktet vilket innebär att en viss mängd material kunde lossna innan lastbilen nådde bassängen.

Kornstorlek av insamlat material

För att få en bild över vilka fraktioner som utgjorde smuts analyserades kornstorleken på material som fångades i hjultvättvatten och material på vägyta intill schaktområde.

Siktanalys av material i tvättvattnet

För att uppskatta kornstorleksfördelning av partiklar som samlades in i tvätt, filtreras sedimenterade partiklar genom 0,230 mm eller 0,250 metallsikt. Partiklar som fastnat på siktarna respektive ackumulerats i provkärlets botten har torkats i 105 °C. Det torkade materialet har vägts och sedan siktats med handsikt. Maskstorlekarna på siktarna var 0,230; 0,170; 0,120 mm, se bilaga 6 med sammanställning på siktarna som användes. Kornstorleksfördelning illustreras i Figur B2.10 för de första två försökstillfällena i augusti och september.



Figur B2.10. Kornstorleksfördelning av material som avlägsnats i hjultvätt. Blå står för uppmätta mängder innan rundan och orange efter rundan. Hjultvätt i augusti skedde under torra förhållanden och i september i samband med omfattande nederbörd. Nederbördsmängd ingår i bilaga 5.

Vid båda försöken utgör störst andel insamlat material (44% vid tillfälle 1 och 66% vid tillfälle 2) av fraktioner som motsvarar lera (< 0,002 mm), silt (0,002 mm – 0,063 mm) och mycket finsand (0,063 mm – 0,12 mm). Vid båda försöken utgör materialen som är större än 0,23 mm 17% av insamlad material. Denna delmängd omfattar mellan och grovsand (0,25 – 2 mm), samt grus (2 – 20 mm) och större fraktioner.

Resultaten visar att en stor del sprids till vägnätet och att den största mängden utgörs av mindre fraktioner som lätt fastnar på hjulytorna. Fuktighet påverkar också genom att större mängder fastnar på hjul. Även schaktområdets storlek och smutsigheten påverkar hur mycket material som fastnar i hjulytan. Dessa faktorer är troliga orsaker till att materialmängden är högre vid tillfälle 2 än vid tillfälle 1.

Resultaten bygger inte på tillräckligt underlag för att kunna dra några generella slutsatser då endast två försök genomförts och mängden material är mycket begränsad. Resultaten

ID: 13412

är därmed indikativa men bedöms ändå ge en övergripande bild. Mängd och typ av partiklar som fastnar på däcket (storlek, ursprung) påverkas också av hjulytans egenskaper (däcksmönster osv.).

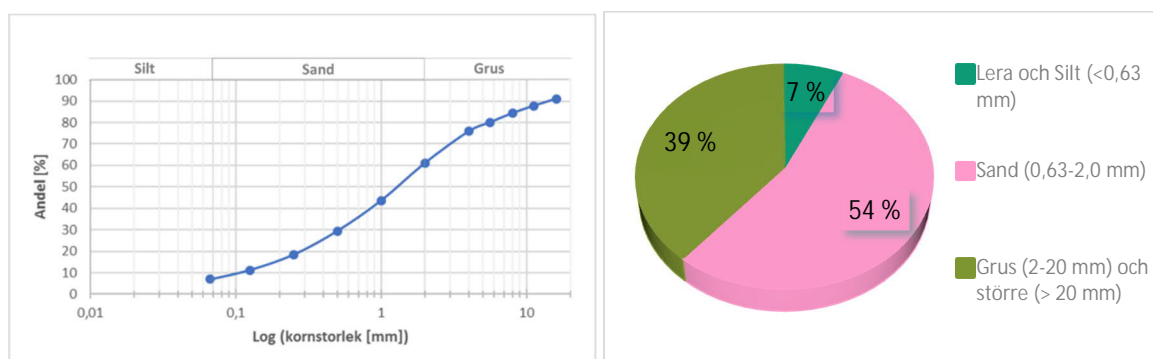
Siktanalys av material från vägyta

Under första försökstillfället insamlades samlingsprover från vägytan längs sträckan i direkt anslutning till schaktområdet. Det antogs att de flesta partiklar som fastnade på hjulytan och som hamnade i bassängerna kommer från denna vägsträcka. Varje samlingsprov bestod av ett antal delprov vilka samlades upp med hjälp av en borste, se Figur B2.11.



Figur B2.11. Provtagning av jordprover som antas ha sitt ursprung från schaktet. Dessa jordmassor antas fastna på lastbilshjul och därigenom spridas vidare till det lokala vägnätet.

Siktningen har genomförts i enlighet med ISO13765-5. Vikten av det analyserade provet var 1200 g. Endast en analys genomfördes. Tolv maskstorlekar på siktar användes, den minsta 0,063 mm och största 20 mm. Resultatet av siktanalysen redovisas i Figur B2.12. Materialet utgjordes främst av sand och grus men även av mindre partiklar.



Figur B2.12. Kornstorleksfördelning och sammansättning av material som uppsamlades från vägytor i direkt anslutning till schaktet.

ID: 13412

Materialet utgjorde till 39% grus, 54% sand och 7 % silt och lera. Resultatet visar att mindre materialfraktioner sprids i mindre mängd till vägyta vilket stämmer med att materialet som avlägsnades med hjultvätt domineras av finare fraktioner.

Resultaten visar att vägytan rymmer en större andel silt och lera sprids jämfört med tidigare studie som genomfördes i en stadsmiljö utan byggarbetsplatser. I denna studie uppgick mängden silt och lera i gatusopningsand till cirka 1,4 % (Polukarova 2018).

Föroreningsaspekter

Jordmassor som avlägsnas från stadsmiljö rymmer oftast föroreningar vilket innebär att materialet som sprids från masshantering också kan vara förorenat i varierande grad.

Resultaten visar att transporter från byggarbetsplatser kan bidra till ökad mängd finkorniga partiklar i gatunätet. Finkorniga partiklar kan transportera mer organiska föroreningar (OP) och metaller än större partiklar (Dong&Lee, 2009; Bi et al 2013, Jayarathne et.al 2017) vilket innebär en risk för ökad föroreningsbelastning på närmiljö och dagvatten i dessa områden.

Bilaga 3 - Fallstudie Gullbergsvass - gatusopning

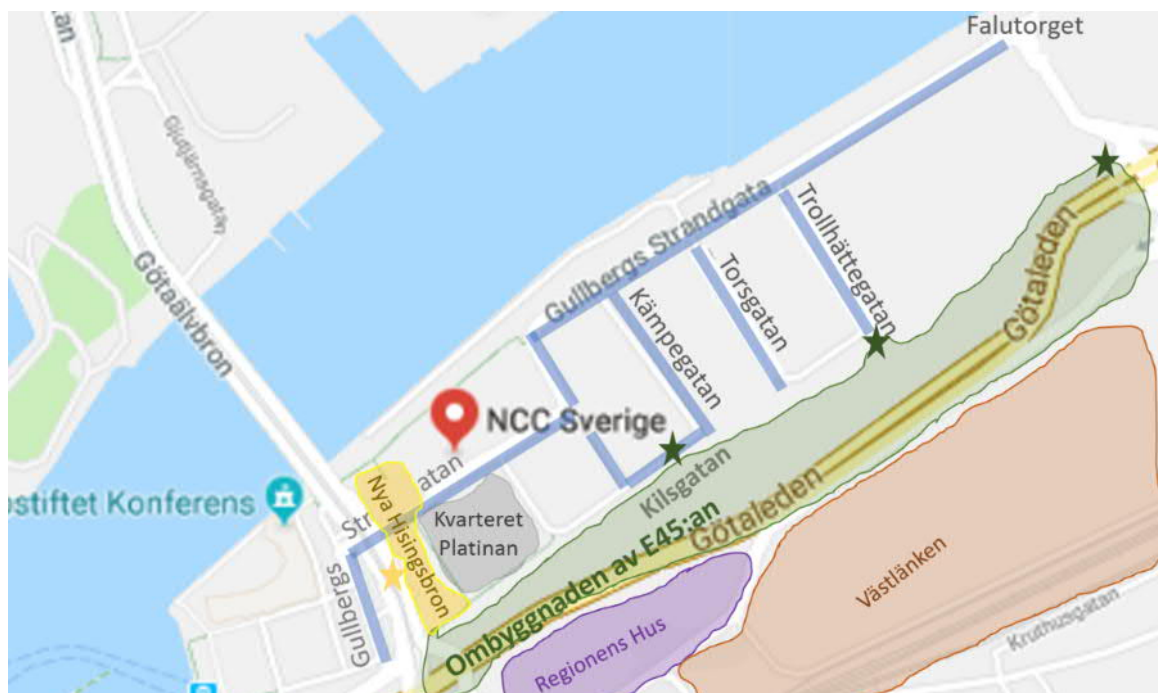
Inom ramen för ett parallellt projekt studerades hur vägsnits kan påverka dagvattenkvalitet avseende föroreningar (bl.a. organiska) och mikroplaster. Försöken innebär att mäta föroreningshalter i gatusopningsand och gatusopningsvatten och uppskatta hur mycket material ackumuleras på vägytor inom försöksområdet. Dessutom, innebär det att mäta föroreningshalter i dagvatten vilken påverkas av fallstudieområde.

Försöket med gatusopning utfördes i samarbete och bistånd från Göteborgs Stad och Chalmers Tekniska Högskola. Huvuddelen av resultaten förutom sedimentmängder är ännu opublicerade och ska redovisas i sin helhet i en separat rapport. Därför lämnas ingen mer detaljerad redovisning av resultatet i denna rapport.

Genomförande

Gatusopning utfördes för en sträcka i Gullbergsvassområdet omfattande Trollhättogatan, Kämpegatan, Torsgatan samt delar av Kilsgatan och Gullbergs Strandgatan i Göteborg (Figur B3.1). Dessa gator låg i anslutning till byggarbetsplatser för:

- Kvarteret Platinan (klart 2021/2022),
- Ombyggnation av E45; Lilla Bommen-Marieholm (2015-2021);
- Byggnation av nya Hisingsbron (klart 2021).



Figur B3.1. Området Gullbergsvass i Göteborg. Gatorna som sopades är blåmarkerade. Utfarter för de olika byggarbetsplatserna är markerade med stjärnor.

Utifrån den information som gått att få fram i nuläget sker regelbunden gatusopning av Park- och Naturförvaltningen på uppdrag av Trafikkontoret, Göteborgs Stad. Det är oklart om och i vilken omfattning vissa entreprenader i områdena har utfört gatusopning på de allmänna gatorna i området. För exempelvis E45:an har inga rutinmässiga sopningar genomförts utan insatser sker mest vid akuta fall t.ex. om en lastbil råkar tappa stora mängder material på gatan.

Gatusopning

Gatusopningen i syfte för att samla in vägdamm genomfördes under flera tillfällen under 2018. Vägsträckan där gatusopning utfördes var på cirka 3-4 km. Sträckan kan dock skilja något mellan försökstillfällena då vissa gator eller delar var avstängda. Gatusopning med mätning av smutsmängder genomfördes vid fyra tillfällen:

- Vid första försökstillfället, 2018-07-05, har försöket syftat till att simulera ett värsta fall av hur mycket material som kan ackumuleras på gator i anslutning till byggarbetsplatser.
- Det andra försökstillfället (2018-08-03) representerade ett fall när intensiteten och mängden byggtrafik var låg p.g.a. att de flesta entreprenader hade paus under semesterperiod 2018-07-06 - 2018-08-03. Dock har byggnation i området kring Platinan förekommit under 5-6/7 samt 19-20/7.
- Den tredje tillfället (2018-08-30) syftade till att utreda hur mycket vägdamm som byggtrafik kan antas sprida på närliggande gator under en period av en månad.
- Det fjärde tillfället, 2018-11-15, skedde en vecka efter föregående sopningstillfälle.

Under perioden för de tre första försöken hade Park- och Natur utfört gatusopning parallellt med studien vilket innebär att inte allt material som spridits under perioden fanns ansamlat på vägytan. Antal regntillfällen, se bilaga 5 med nederbörds mängd, och framför allt effekten av s.k. "first flush", påverkar mängden material som finns tillgänglig vid försökstillfällena. Under juni regnade det totalt cirka 40 mm varav två regntillfällen översteg 10 mm. Under juli uppgick den totala nederbörden till cirka 15 mm. Ett större nederbördstillfälle (> 40 mm) inträffade den 11 augusti vilket kan ha påverkat resultatet från försökstillfället den 15 augusti. En felkälla vid försöken är att inte hela vägytan kunde sopas p.g.a. parkerade bilar och att gatusopningsmaskinens bredd är mycket mindre än bredden på de flesta körfälten.

ID: 13412



Figur B3.2. Området Gullbergsvass i Göteborg. Exempel.

Efter en avslutad gatusopningsrutt körde gatusopningsmaskinen till en temporär uppläggningsplats där mängden gatusopningsvatten och gatusopningssand uppskattats.



Figur B2.3. Gatusopningssanden som insamlades från gatusopningen i Gullbergsvass 2018-07-05 (överst) och 2018-11-15 (nederst).

Mängd insamlat material

Mängd insamlat material för de olika gatusopningstillfällena sammanställs Tabell B2.3. Resultatet redovisas för 3 km som utgör hela sträckan där gatusopning utfördes. Med syfte att underlätta jämförelse redovisas även beräknad mängd för sträckan 1,5 km vilket motsvarar försökssträckan för fallstudien för Centralen.

Tabell B2.3. Total mängd insamlat material vid fyra gatusopningstillfällen.

Datum	Beskrivning	Bygg trafik	Total smutsmängd (kg)	
			ca 3 km	ca 1,5 km
2018-07-05	Byggarbete pågick	Hög	662	331
2018-08-03	Försök genomfördes direkt efter 4-5 veckor byggsemester och 1-2 veckor byggarbete	Låg	233	116
2018-08-30	Genomfördes en månad efter föregående sopningstillfälle	Hög	615	307
2018-11-15	En period på en vecka med byggarbete	Hög	192	96

Skillnaden kan förklaras med att ackumuleringstiden för bygg- och vägdamm var olika. Material som samlades in under juli månad var betydligt mindre och det antas bero på att byggarbete och byggtransporter minimerades under semesterperioden.

Felkällor

Större regntillfällen som föregår ett försök kan påverka resultaten då en s.k. "first flush" innebär att föroreningar som ansamlats på vägytor sköljs bort med nederbördsvattnet. Antal större regntillfällen varierade under perioden, med ett större nederbördstillfälle (> 40 mm) veckan innan den 15 augusti. Detta kan antas påverka mängden ackumulerat material i vägytan.

Sopningsbilen körde med olika hastigheter mellan tillfälle vilket har en stark påverkan på hur effektivt den rengör gatorna och därmed mängden insamlat material.

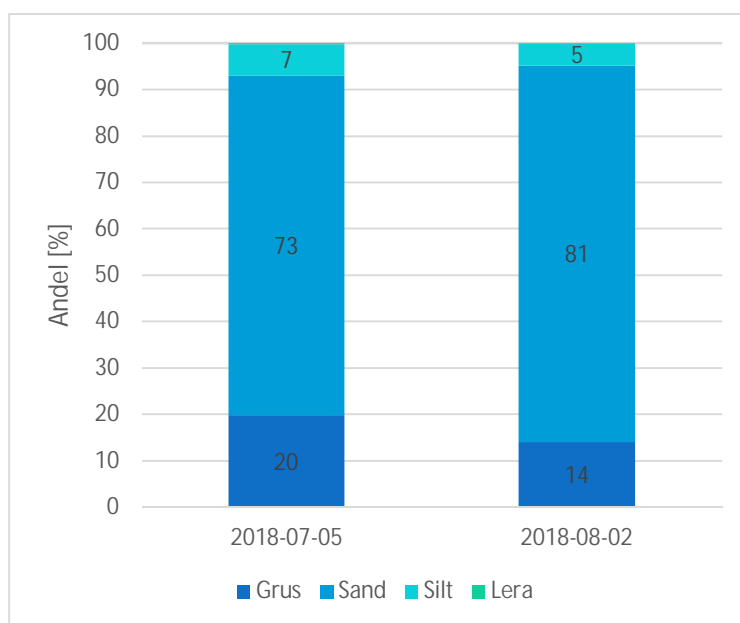
Under fallstudien kan ha förekommit gatusopning som utförts av Park- och naturförvaltningen och de olika byggprojekten. En vecka innan försökstillfället den 15 november utfördes dock det ingen gatusopning av Park- och naturförvaltningen.

Från E45 arbete finns det information att totalt dygn lastbilresor utifrån byggarbetsplats är cirka 120. Ytterligare transport kommer utifrån entreprenader Platinan och nya Hisingen bron.

Ovanstående kommer att behandlas mer i detalj inom ramen för "system-projekt" InfraSweden 2030.

Kornstorlek av insamlat material

Figur B3.4 visar kornstorlek för gatusopningsmaterial vid försök den 5 september och 2 augusti 2018.



Figur B3.4. Kornstorleksfördelning för gatusopningsmaterial vid två utförda försök.

Insamlat material från gatusopningsförsöken utgjordes av: 14–20% grus, 73–81% sand, 5–7 % silt och mindre än 1 % lera.

Gatusopningsmaterialet från Gullbergsvass innehöll alltså mer än nästan hälften av mängden grus, 1,5 gånger mer sand och cirka än två gånger mer silt än gatusopningsanden samplat med samma gatusopningsbil på ett avrinningsområde runt Sahlgrenska sjukhuset där ingen byggverksamhet pågick under provtagningsperioden (Polukarova 2018). Alltså innehåller gatusopningsanden från gatorna i anslutning till entreprenadsområden större andel färre stora partiklar och mindre andel mindre partiklar än gatusopningsanden från gatorna utan någon byggverksamhet i närheten.

Flera studier har visat att gatusopning är mer effektiv för större partiklar än för mindre partiklar (Sartor & Gaboury, 1984; German 2003).

Metodjämförelse av gatusopning - hjultvätt

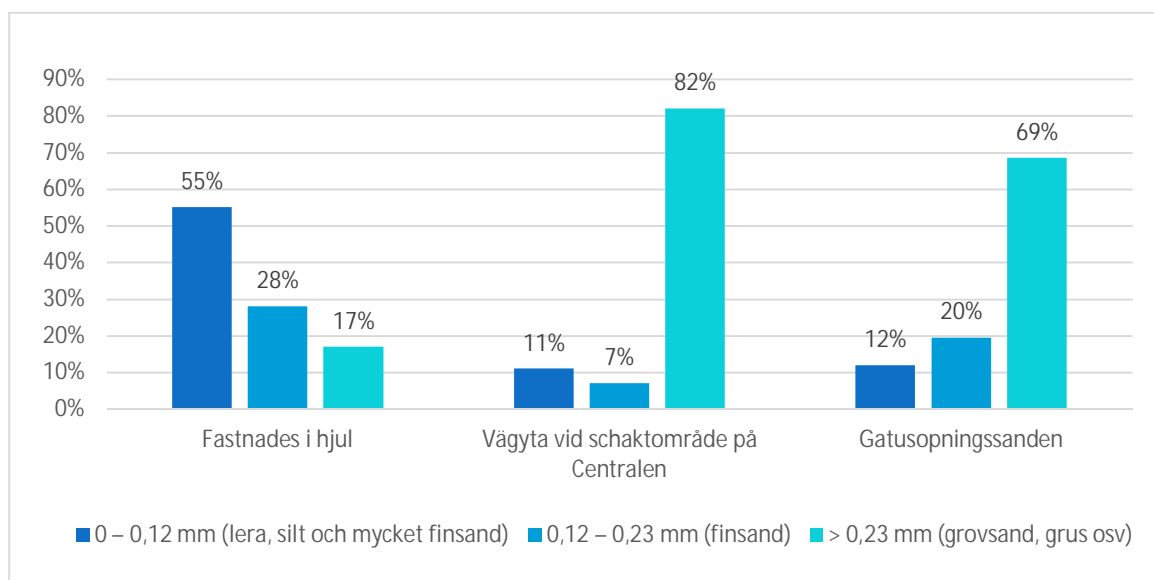
Materialmängd

En jämförelse av hur mycket material som insamlas med respektive metod har gjorts för gatusopningstillfället den 15 november. Att detta försök används för jämförelse beror på att det bedöms rymma färre felkällor då materialinsamlingen var mer begränsad i tid och det inte pågick annan gatusopning i området under perioden. Veckan innan försöket hade det regnat cirka 30 mm, varav cirka 8 mm två dagar innan. Detta kan ha medfört att en del material spolats bort men kan också medföra att mer material fastnar på hjulytorna.

I jämförelse med mängder som fastnade och insamlades under hjultvättförsöken (cirka 30-100 kg med 100 lastbilresor), motsvarar 96 kg mängden som samlades in via gatusopning cirka 100-320 lastbilar under försöksveckan. Under veckan skedde ca 500 lastbilstransporter från projekt E45. I hjultvättförsöket ingår inte smuts som fastnar på andra delar av lastbilen och inte eller andra källor som påverka mängden material som ansamlas på vägytan. Det finns många okända variabler och det är svårt att dra slutsatser från enbart detta underlag. I nuläget är det därför svårt att jämföra mängdmässiga resultat mellan hjultvätt- och gatusopningsförsök.

Materialsammansättning

Fraktionerna har grupperats så att 0 – 0,12 mm är lera, silt och mycket finsand, 0,12 – 0,23 mm är finsand, och fraktioner > 0,23 mm är alla typer av grövre material som grovsand, grus osv, se bilaga 6. Figur B3.5 sammanställer material samlades in vid hjultvätt, vid vägyta vid schaktområde och vid gatusopning. Resultaten visar att det i störst utsträckning är mindre partiklar som fastnar på hjulytor, medan den sopas upp betydligt grövre fraktioner från vägytan.



Figur B3.5. Material som fastande i hjul (medelvärde för två hjultvättstillfällen), samlades in från vägyta vid schaktområde (ett tillfälle) och som samlades in vid gatusopning (medelvärde för två tillfällen)

Bilaga 4 – Underlag för kriteriebedömningen av hållbarhetskategorierna

Bedömning av ekonomiska kriterier

En sammanställning av fakta för bedömning av ekonomiska kriterier presenteras nedan för huvudkriterier (fetmarkerade) och underkriterier (understruckna).

Tabell B4.1. Huvudkriterier och deras underkriterier för bedömning av ekonomisk hållbarhet.

Hållbarhetskategori	Huvud- och underkriterier
Ekonomisk	Kostnader för åtgärdsrutiner för att ta bort smuts / undvika spridning
	Alla kostnader som kan förknippas med hjultvätt (automatisk hjultvätt, manuell tvättning) eller gatusopning: <ul style="list-style-type: none"> • Investering och installation • Drift och underhåll • Demontering
	Kostnader för dagvattensystem i närheten
	<u>Underhåll av dagvattensystem i närheten</u>
	<u>Dagvattenrening i dagvattensystem</u>
	Störning av andra ekonomiska verksamheter i närheten
	<u>On-site eller off-site</u>
	Störning som omfattar andra kostnader
	<u>Ökat underhåll (fönstertvätt, kläder, tvätt av husfasader, bilar osv.)</u>

Kostnader för åtgärdsrutiner för att ta bort smuts / undvika spridning

I Tabell B4.1 sammanställs genomsnittliga kostnader för olika åtgärder för att ta bort smuts.

Tabell B4.1. Genomsnittliga kostnader för investering, drift och underhåll av olika åtgärder (dels baserade på NCC 2017a).

Åtgärd	Investering	Drift och underhåll	Övriga kommentarer	Källa
Manuell tvätt	> 40 000 kr	Data ej-tillgänglig	-	NCC, SBUF ID: 13217.
Automatisk tvätt	200 000 kr – 1,3 Mkr	5 000-10 000 kr/vecka	Med mycket hög trafik och smutsbelastning	NCC, SBUF ID: 13217.
Gatusopning	-	1 000 kr/tim	-	Trafikkontoret, under InfraSweden 2030 projekt.

ID: 13412

Tabellen bör läsas tillsammans med rapport SBUF ID: 13217, se NCC 2017a, där flera åtgärder beskrivas.

Kostnader för dagvattensystem

Kostnader för dagvattensystem omfattar kostnader för slam i ledning och rännstens-/dagvattenbrunnar samt föroreningar i dagvatten och slam.

Underhåll av dagvattensystem och rännstensbrunnar

Byggverksamhet och transporter som medför ökad partikelbelastning på omgivningen kan medföra ett ökat underhållsbehov och därmed ökade underhållskostnader för närliggande dagvattensystem. En underhållsåtgärd för att vidhålla ett funktionellt dagvattensystem är rensning av sediment i rännstens-/dagvattenbrunnar och dagvattenledningar. Detta leder till ökade kostnader för kommunen som ansvarar för funktionen av dessa system. Inom kommunen kan ansvaret för olika delar av dagvattensystemet vara uppdelat mellan olika förvaltningar. Då fallstudierna skett inom Göteborgs stad beskrivs nedan den ansvarsfördelning som gäller inom Göteborgs kommun.

I Göteborg ansvarar Trafikkontoret för underhåll av rännstensbrunnar och förvaltningen Kretslopp och vatten ansvarar för underhåll av ledningsnätet. Det saknas statistik kring denna typ av underhållskostnader och hur de fördelas mellan åtgärder som utgör löpande underhåll och åtgärder som kan kopplas till byggprojekt. Enligt ansvariga förvaltningar är det svårt att dra några generella slutsatser kring behov och förutsättningar för ledningsspolning då dessa varierar stort.

Underhållsarbete dagvattensystem

I Göteborg förekommer kombinerat ledningsnät som rymmer både spill- och dagvatten i relativt stor omfattning. Att spola dagvattenledningar är dock ovanligt och sker endast vid behov. Av de kombinerande ledningarna underhållsspolas ca 500 stycken av dessa regelbundet då de uppvisar återkommande problem. För dagvattenledningar finns ingen löpande översyn eller periodiserat underhåll. Igensättningar av ledningar kan orsaka översvämningar uppströms via ledningsnät då igensättning eller minskad kapacitet orsakar dämning. Översvämning kan också orsakas via ytvattenflöde på mark om möjligheten till bortledning via rännstensbrunnar minskar.

Att åtgärda igensättning i ledningsnätet kan vara ett omfattande och kostsamt arbete. Någon sammanställning över kostnader för ledningsspolning finns inte och kostnaderna bedöms svåruppskattade då insatserna helt beror på förutsättningarna. Faktorer som spelar in är bl.a. ledningsdimension, åtkomst, ledningslängd och sedimentens kornstorlek.

Ett exempel finns från ett större anläggningsprojekt i Göteborg där en större dagvattenledning (diameter 1800 mm) tog 6 månader och kostade 2 Mkr att åtgärda. Detta får dock anses vara ett extremt fall där ledningen var fylld till mer än

ID: 13412

hälften med hårt packat borrhax som sannolikt orsakats av direktavledning till dagvattenbrunnarna vilket är felaktigt förfarande och inte vanligt förekommande.

Andra kostnader som nämnts men vars generella giltighet inte kan fastställas är att en dagvattenledning på ca 60 meter schablonmässigt kan antas ta 3-4 timmar att åtgärda till en kostnad av ca 8-10 000 kr, inklusive deponikostnad av slam. Vidare har angetts att svåra problem kan medföra att ledningen i värsta fall behöver läggas om till en kostnad av ca 4000 kr/m.

Underhållsarbete rännstensbrunnar

I Göteborg ansvarar i regel Trafikkontoret för underhåll av rännstensbrunnar. I vanliga fall slamsugs brunnarna en gång vartannat år. I samband med ett byggprojekt tas de över av projektet och hamnar oftast inne på deras arbetsområde. Trafikkontoret upplever att problem med igensättning av rännstensbrunnar märks tydligt när det finns intilliggande byggprojekt då brunnarna oftare tättnar och får ett tjockare segment p.g.a. bygdamm som hamnar på gatan eller massor som tappas av flaken. Det har inte gjorts någon uppskattning/mätning av dessa effekter. Trafikkontoret har inte heller någon statistik över kostnader för spolning eller rensning av rännstensbrunnar. Vid all underhållsbeläggning av gatorna slamsugs alla brunnar och beteckningarna ses över.

Källor: Kretslopp och vatten och Trafikkontoret i Göteborg Stad

Dagvattenrening i dagvattenledning

Vägdamm och andra mindre vägregrelaterade partiklar kan transportera organiska föroreningar (OF), mikroplaster och metaller till dagvatten. I de fall omgivningens/recipientens känslighet eller skyddsvärde ställer högre reningskrav kan mer avancerade och kostsamma åtgärder krävas för att uppnå nödvändig reningseffekt. Ifall det inte hanteras, blir negativa effekter på miljö och resurser mer omfattande (det utvärderas i ett annat kriterium).

Påverkan på andra ekonomiska verksamheter i närheten

Ekonomiska konsekvenser kan också drabba verksamheter i närheten, exempelvis genom att kunder undviker nedsmutsade områden påverkade av byggverksamhet (t.ex. restauranger, butiker).

Påverkan som medför andra kostnader

Dessa kan vara ökat underhåll i form av fönstertvätt, kläder, tvätt husfasader, bilar, osv.

Bedömning av sociala kriterier

En sammanställning av bedömningsunderlag för sociala kriterier presenteras nedan i form av huvudkriterier (fetmarkerade) och tillhörande underkriterier (understrukna).

Tabell B4.2. Huvudkriterier och deras underkriterier för bedömning av social hållbarhet

Hållbarhetskategori	Huvud- och underkriterier
Social	Olycksrisk p.g.a. smuts på vägar
	<u>Olycksrisk för cyklar, bilar, MC, gångtrafikanter och även lastbilar och fordon som behövs för entreprenadutförande, on-site och off-site</u>
	Olycksrisk p.g.a. att åtgärder som leder till trafikstörningar
	<u>Behov av transporter som kan påverka trafiksäkerhet (vid behov av transport för drift och underhåll av olika sorter, t.ex. hjultvätt eller väg/dagvattenledning-rengöring), on-site och off-site</u>
	<u>Åtgärder i form av sopningsfordon som kan skapa trafikstörning och därmed leda till ökad olycksrisk</u>
	Påverkan på luftkvalitet (partikelhalt)
	<u>Dammpartiklar i luften kan leda till hälsoeffekter. Dödsfall kopplat till partiklar i luft, on-site och off-site</u>
	Andra aspekter relaterade till hälsa
	<u>Andra sorters påverkan på hälsan, t.ex. oro i omgivning kring byggarbetsplats, on-site och off-site. Stress pga trafikstörningar</u>
	Rekreationsmöjligheter, samt påverkan av landskap, estetik
	<u>On-site och off-site</u>

Risk vägtrafikolyckor

Om is och snö på vägbanan medför halka innebär det en ökad trafikolycksfrekvens och försämring av trafiksäkerheten. Åtgärder för att kontrollera halka är bl.a. sandning av vägytan (Elvik, R. et al. 2009). Något underlag i form av litteratur eller kunskaper vad gäller smuts på vägytan kopplat till trafiksäkerhet, även för gång- och cykeltrafikanter, har inte kunnat hittas. Betydelsen av smuts på vägytan beror också på väderleksförhållandena. Det är bl.a. oklart ifall nedsmutsning kan minska halkproblem genom ökad friktion. Det beror också på vad det är för typ av smuts och dess storleksfraktion, t.ex. grus, sand eller mindre storleksfraktioner. Lerspill på vägytan kan medföra halka.

Olycksrisk p.g.a. åtgärder

Åtgärder för att minska smuttspridning kan innebära en ökning av antalet transporter, ibland tunga, vilket medför en minskad trafiksäkerhet. Exempel på ökat transportbehov gäller transport av flockmedel och bortforsling av slam från hjultvätt från byggsplats till

deponi. Gatusopning kan öka risken för trafikstörning och därmed olycksrisk i direkt anslutning till utförandet. Hur stort antal transporter och hur det påverkar trafiksäkerheten, d.v.s. i vilken utsträckning detta innebär en större belastning för samhället, har inte kunnat fastställas.

Luftkvalitet

En av flertal risker som kan kopplas till ökad partikelspridning från byggverksamhet och dess transporter är hälsorisker kopplade till direkt inandning av partiklar (PM_{2,5} och PM₁₀). Hälsoeffekter kan vara förtida död, ökad risk för hjärt-kärlsjukdomar och försämrad lungutveckling hos barn (WHO 2013). Dessutom har en rad nanopartiklar detekterats i vägdamm från urbana miljöer (Polukarova 2018, Nielsen 2015). Nanopartiklar kan utgöra ytterligare en hälsorisk eftersom de visat en förmåga att transportera toxiska substanser (Velzeboer 2014) och sannolikt även kan passera biologiska membran och på så vis transporteras in i celler (Bergmann 2015). Även mikroplaster och gummipartiklar har nyligen detekterats i vägdamm (Göteborgs stad, Trafikkontoret, 2018).

Övriga hälsorelaterade effekter

Andra sorters negativ hälsopåverkan kan t.ex. vara ökad oro/stress p.g.a. en komplicerad trafiksituation, otrevliga omgivningar och andra omgivningsstörningar såsom buller från ett ökat antal transporter.

Övrig omgivningspåverkan - rekreativsmöjligheter, landskap, estetik

Dessa faktorer avser hur den fysiska miljön påverkas under tiden som byggverksamheten pågår. Det gäller påverkan med eller utan åtgärder och hur omgivningen förändras fysiskt avseende störningar och buller och/eller görs mer eller mindre tillgängligt. Påverkan kan också kvarstå efter att verksamheten avslutats om påverkan är omfattande eller föroreningsnivån hög.

Bedömning av miljökriterier

En sammanställning av bedömningsunderlag för miljökriterier presenteras nedan i form av huvudkriterier (fetmarkerade) och tillhörande underkriterier (understrukna).

Tabell B4.3. Huvudkriterium och underkriterier för bedömning av miljömässig hållbarhet.

Hållbarhetskategori	Huvud- och underkriterier
Miljö	Spridning av smutsighet och föroreningar till miljö
	<u>Partiklar i dagvatten, slam från dagvatten</u>
	<u>Partiklar i luft</u>
	<u>Slam från hjulvätt eller från gatusopningsbil</u>
	Klimat och luftkvalitet pga. förbrukning av drivmedel
	<u>Utsläpp från underhåll av vägar och ledningsnät</u>
	<u>Utsläpp från underhåll pga. Hjulvätt</u>

Miljöpåverkan - mark-, vatten- och naturmiljö

Påverkan på miljön i form av ytvatten, jord, grundvatten, flora och fauna beror på vilket sätt dagvatten och slam hanteras.

Partikelspridning via dagvatten och slam från dagvatten

Vägdamm och andra mindre vägrelaterade partiklar kan transportera organiska föroreningar (OF), mikroplaster och metaller till dagvatten. Tidigare har polycykliska aromatiska kolväten (PAH), vars toxiska egenskaper inkluderar förmågan att ge skador på arvs massa och orsaka cancer (Kemi 2018), fått stor uppmärksamhet eftersom dessa har detekterats i alarmerande koncentrationer och höga förekomstfrekvenser i bl.a. dagvattensediment (Markiewicz et.al. 2017, Strömwall et.al. 2006, Murakami et.al 2005). Studier har även visat att dagvatten innehåller andra hälsofarliga OF. Exempelvis har mycket höga koncentrationer av C16-C35 alifater (Polukarova 2018), samt betydande koncentrationer av ftalater samt fenoler och deras etoxylater (Björklund 2011) detekterats i bl.a. dagvatten. Dessutom har även oxy-PAH detekterats i liknande koncentrationer som PAH i dagvatten och sediment från trafikmiljöer (Polukarova 2018). Flera av dessa organiska föroreningar är redan klassade som giftiga, reproduktionsstörande och miljöfarliga (KEMI 2016a och 2016b, European Commission 2008) och andra har bland annat visat sig orsaka hormonstörningar (Machala et al 2000, Kurihara et.al. 2005). Dessutom har en rad nanopartiklar detekterats i dagvatten från urbana miljöer (Polukarova 2018, Nielsen 2015). Nanopartiklar kan utgöra en ytterligare risk eftersom de inte bara har visat förmåga att transportera toxiska substanser (Velzeboer 2014) utan också sannolikt kan passera biologiska membran och drabba celler (Bergmann 2015). Slutligen kan nämnas att även mikroplaster och

ID: 13412

gummipartiklar nyligen har detekterats i vägdam och urbant dagvatten (Göteborgs stad, Trafikkontoret, 2018).

Partikelspridning via luft

Spridning av damm innebär spridning av partikelburna föroreningar i luft till jord, vatten och flora och fauna och kan påverka dessa negativt.

Slam från hjultvätt eller gatusopningsbil

Beroende på hantering och föroreningsinnehåll kan slam från hjultvätt medföra miljökonsekvenser. Även avfallsmottagare och platsspecifika förhållanden i mottagarmiljön kan påverka. Det finns exempel på brister i hur slam från gatusopningsbil har hanterats.

Klimat och luftkvalitet pga. förbrukning av drivmedel

Oberoende av vilken typ av föroreningsreducerade åtgärd som utförs genererar de ökade utsläpp som medför en ökad klimatbelastning och påverkan på luftkvalitet. Det gäller utsläpp kopplat till ökat transportbehov.

Bedömning av genomförbarhet och branschens anseende

En sammanställning av bedömningsunderlag för genomförbarhet och branschansende presenteras nedan i form av huvudkriterium (fetmarkerad) och tillhörande underkriterier (understrukna).

Tabell B4.4. Huvudkriterium och underkriterier för hållbarhetsbedömning av övriga aspekter

Hållbarhetskategori	Huvud- och underkriterier
Övriga aspekter: entreprenörer och branschen	Genomförbarhet och branschens anseende
	<u>Sannolikhet att åtgärd/alternativ går att utföra</u>
	<u>Sannolikhet att uppnå lagkrav och andra krav i föreskrifter och förordningar</u>
	<u>Branschens anseende och hantering av klagomål genom vidtagande av åtgärder. Lokalbefolkningens syn.</u>

Genomförbarhet och branschens anseende

Genomförbarhet - sannolikhet att åtgärdsalternativ går att utföra

Logistik eller andra platsspecifika förhållanden kan innebära begränsningar vad gäller vilka åtgärder som kan vidtas (källa: NCC, SBUF ID: 13217). Det kan t.ex. medföra hög grad av annan negativ påverkan att kräva trafikavstängningar av högtrafikerade gator och vägar (källa: Trafikkontoret) exempelvis i motorvägsmiljö. Tidsaspekter kan också begränsa valet av metoder för hjultvätt. En längre väntetid med transport kan kanske inte tillåtas. Då många fordon ska lämna arbetsområdet kan den fördröjning som en tvättrutin medför vara svår att hantera. Det finns också vädermässiga aspekter som kan påverka, t.ex. snö och minusgrader.

Branschens anseende – uppfyllelse av lagar, föreskrifter och andra krav

Sverige och andra länder har formulerat krav för att hantera nedsmutsningen av vägnätet. En sammanställning av detta gjordes i det första hjultvättsprojektet, se texten i bilaga 1 (NCC 2017a).

AMA (Allmän Material och Arbetsbeskrivning) innehåller råd kring renhållning t.ex. att entreprenören ska hålla väg och andra ytor rena från nedskräpning, spill och dylikt, bl.a. (källa: NCC, SBUF ID: 13217)

För vissa infrastrukturprojekt i Göteborg där Trafikverket är beställare finns krav på hjultvätt angivna i kontraktet. Kraven avser delvis funktionskrav/resultat, men främst sätt att hantera smutsen. Kravet gäller hela entreprenadperioden om det finns risk för nedsmutsning. Entreprenören ansvarar för att anordna plats inom arbetsområdet för tvättning och service av fordon, arbetsmaskiner, borrustrustning och annan maskinell utrustning. Ytan ska vara tät för att förhindra utsläpp till mark och vatten. Avrinning från ytan ska ledas via slam- och oljeavskiljare till behandlingsanläggning för länshållningsvatten. Alla fordon som riskerar att smutsa

ID: 13412

ned utanför inhägnat arbetsområde ska passera hjultvätt med placering omedelbart innan utfart. Tvätten ska minst omfatta hjul, hjulhus och underrede. Vatten från tvätten ska hanteras i ett separat system med partikelavskiljning. Utgående vatten ska ledas via slam- och oljeavskiljare till behandlingsanläggning för länshållningsvatten. Slam ska hanteras som avfall.

Entreprenören ska tillse att ytor upplåtna för trafik samt ytor kring arbetsområdet hålls rena från av entreprenören orsakad nedsmutsning.

(källa: entreprenör i Göteborg)

Branschens anseende och hantering klagomål med åtgärd/alternativ.

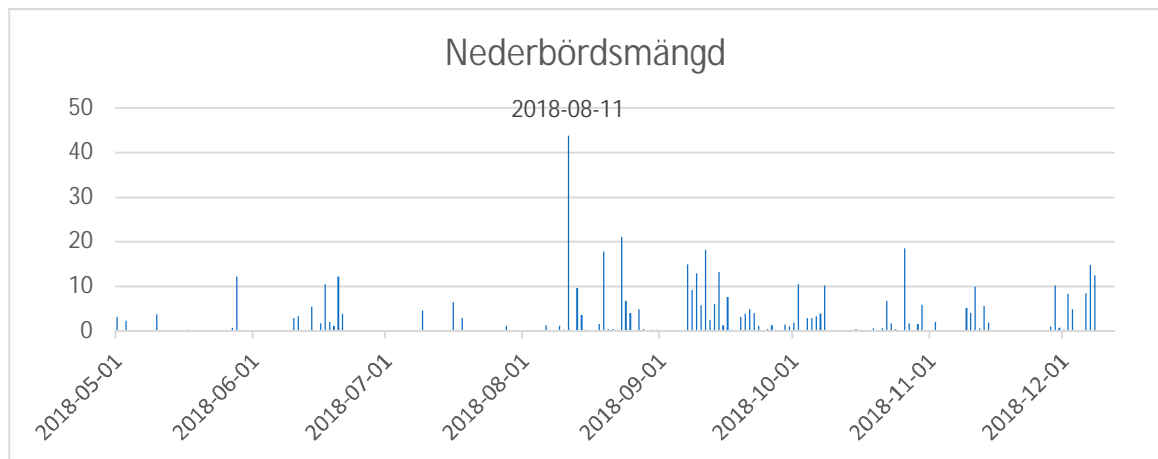
De flesta klagomål kopplat till byggprojekt gäller buller. Under de senaste fem åren har det inkommit totalt tio klagomål till Miljöförvaltningen i Göteborg som är kopplade till byggprojekt. Några av dessa ärenden gäller ökade dammängder i samband med ombyggnation i bostadsområden. Ett annat klagomål gällde sprängning samt buller och stenskott som orsakades av sprängningen. Det senaste året (2017-2018) har Miljöförvaltningen knappt fått in några klagomål alls.

(källa: Miljöförvaltning, Göteborgs Stad, angående klagomål i samband med byggprojekt)

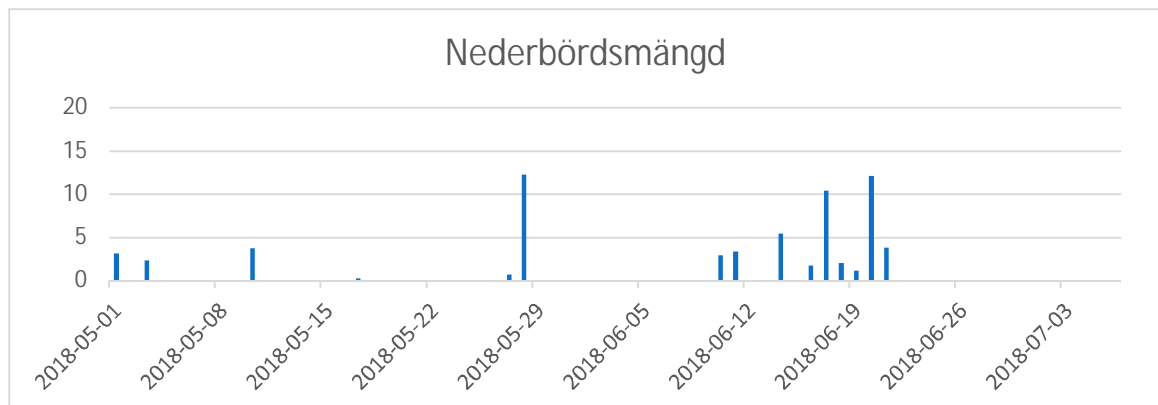
Entreprenör sopar gator då behov uppstår vid kraftigt nedsmutsad gata/väg. (källa: entreprenör i Gullbergsvassen)

Bilaga 5 – Nederbördsmängd mätningstation Göteborg A

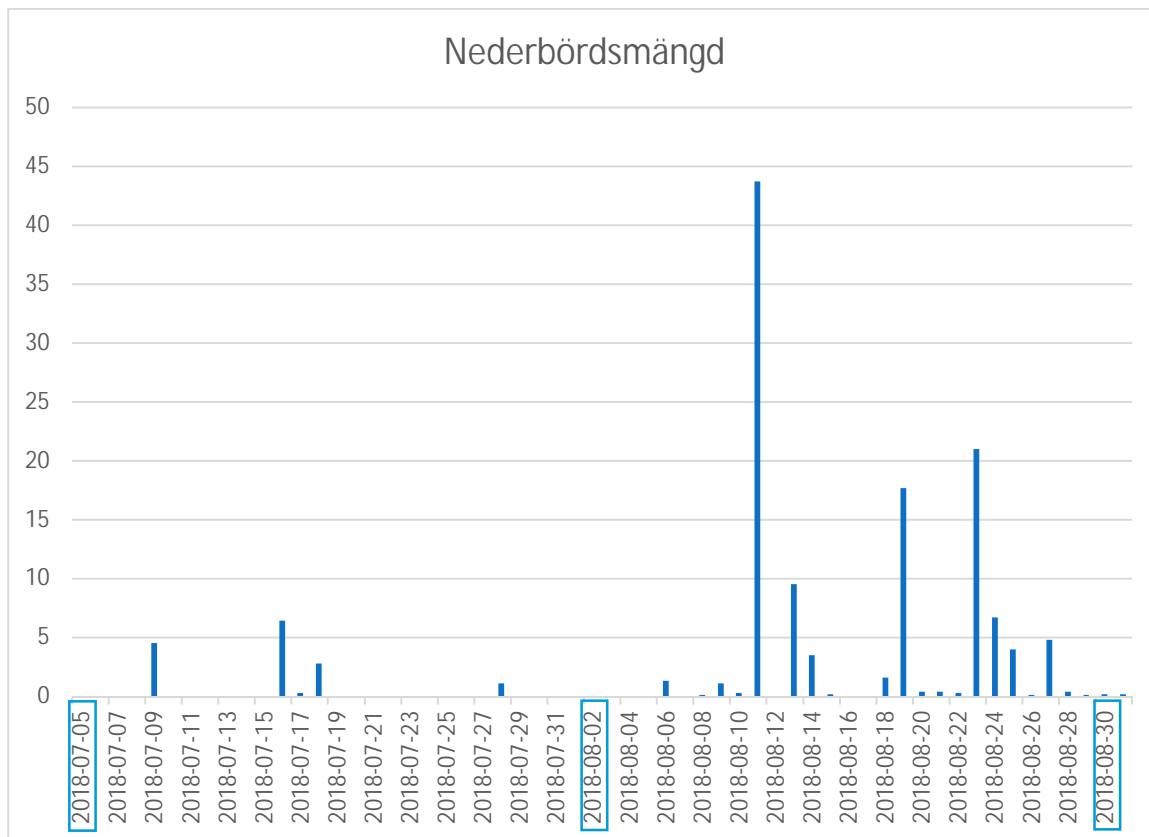
Nederbördsdata för perioden för genomförda fallstudier hämtades från SMHI hemsida (SMHI 2018).



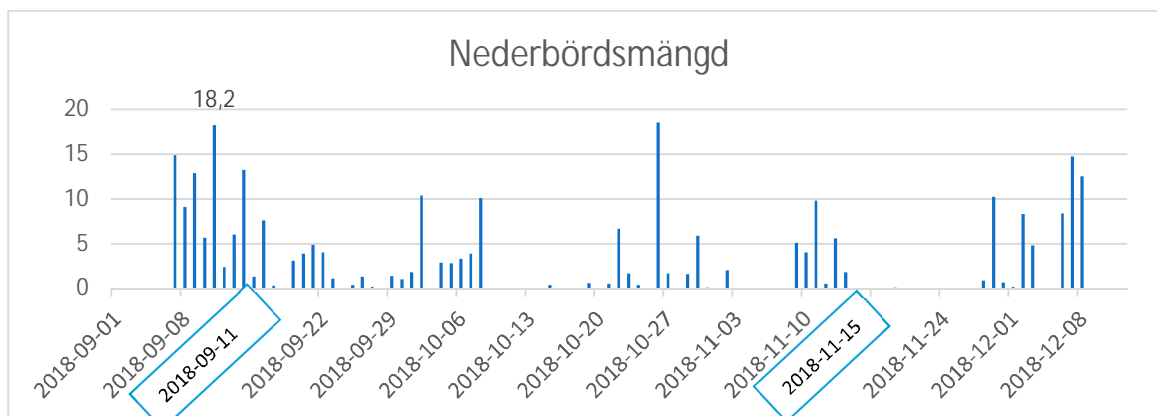
Figur B5.1. Översikt över nederbördsmängd under tidsintervall 1 maj - 12 december 2018.



Figur B5.2. Mer detaljerad bild med nederbördsmängd under tidsintervall 1 maj - 5 juli 2018.



Figur B5.3. Mer detaljerad bild med nederbördsmängd under tidsintervall 5 juli – 31 augusti 2018. I perioden ingår hjulvätt utförde den 2018/08/02, samt gatusopningstillfälle utfördes den 2018/07/05, 2018/08/03 och 2018/08/30.



Figur B5.4. Mer detaljerad bild med nederbördsmängd under tidsintervall 1 september – 12 december 2018. I perioden ingår hjulvätt utfördes den 2018/09/11, samt gatusopningstillfälle utfördes den 2018/11/15.

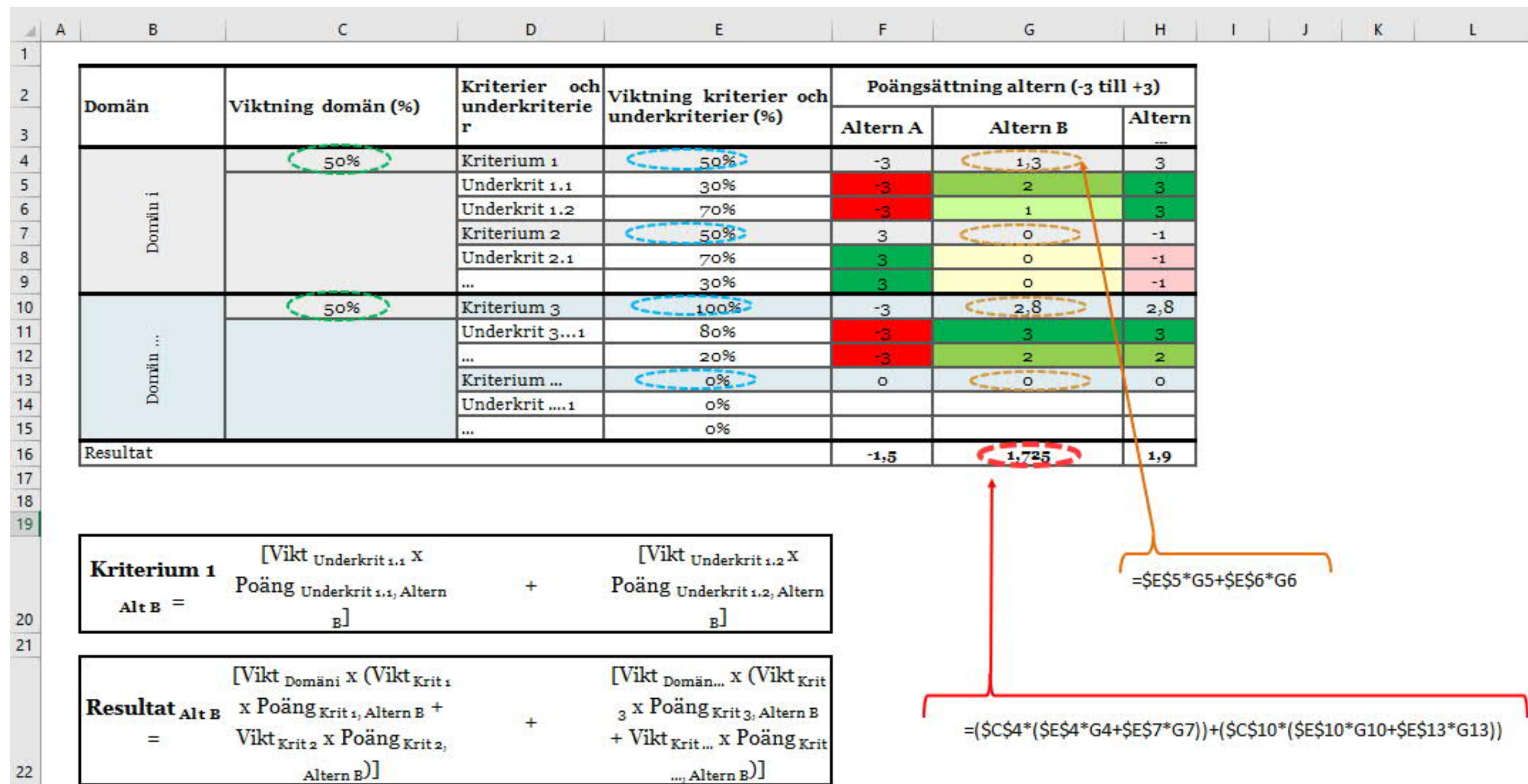
Bilaga 6 – Kornstorleksanalys

I Tabell B6.1 redovisas underlag för genomförda siktanalyser för material som insamlades via hjultvätt, gatusopning och manuellt från vägyta. För material som insamlades via gatusopning genomfördes siktanalyser av externt laboratorium, för övrigt material utfördes siktanalyser av Chalmers geolaboratorium. Då kornstorleken av material som insamlats från hjultvätt hade relativt ensartad fördelning användes ett mindre antal siktar. Gråmarkerade fält visar vilka siktar som användes vid respektive analys.

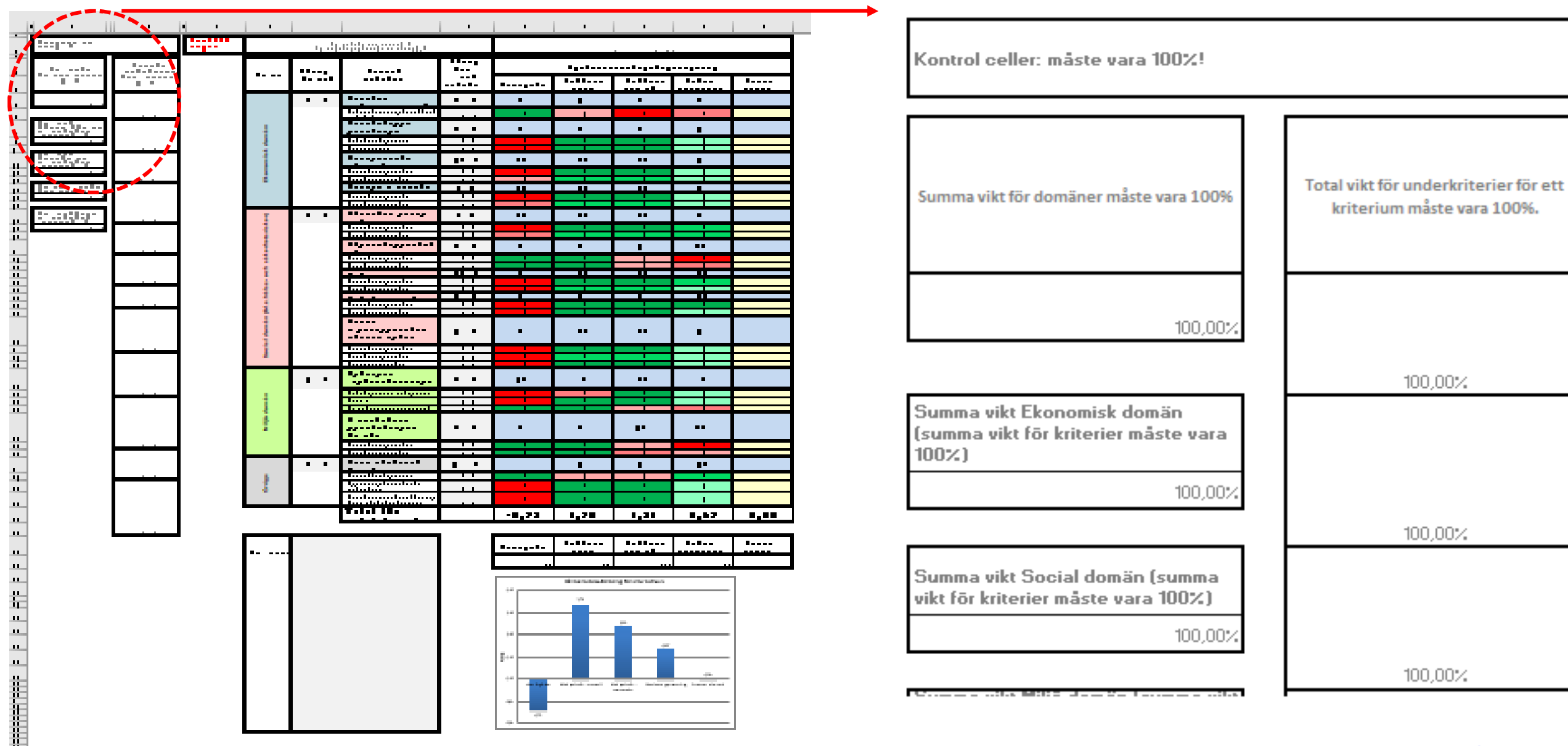
Tabell B6.1. Kornstorleksfördelning kategorier samt använde sikten vid varje försök.

Kornstorleksfördelning (Switzer&Pile 2015)			Info tillgänglig för följande fördelning (mm). Sikt som användes för material som insamlades		
Size range (mm)	Fraktion namn		med gatusopning	vid hjultvätt	från vägyta vid schaktområde
16-20	Coarse gravel	GRAVEL		> 0,23	16-20
11,2-16	Medium gravel				11,2-16
8-11,2					8-11,2
5,6-8,0	Fine gravel				5,6-8,0
4,0-5,6					4,0-5,6
2,0-4,0	Very fine gravel		2,0-4,0		
1-2	Coarse sand	SAND	1-2		1,0-2,0
0,5-1	Medium sand		0,5-1		0,5-1,0
0,25-0,5			0,25-0,5		0,25-0,5
0,125-0,25	Fine sand		0,125-0,25	0,12 - 0,23	0,125-0,25
0,063-0,125	Very fine sand		0,063-0,125		0,063-0,125
0,032-0,063	Silt	SILT	0,032-0,063	< 0,12	<0,063
0,016-0,032			0,016-0,032		
0,008-0,016			0,008-0,016		
0,004-0,008			0,004-0,008		
0,002-0,004			0,002-0,004		
< 0,002	Lera	LERA	< 0,002		

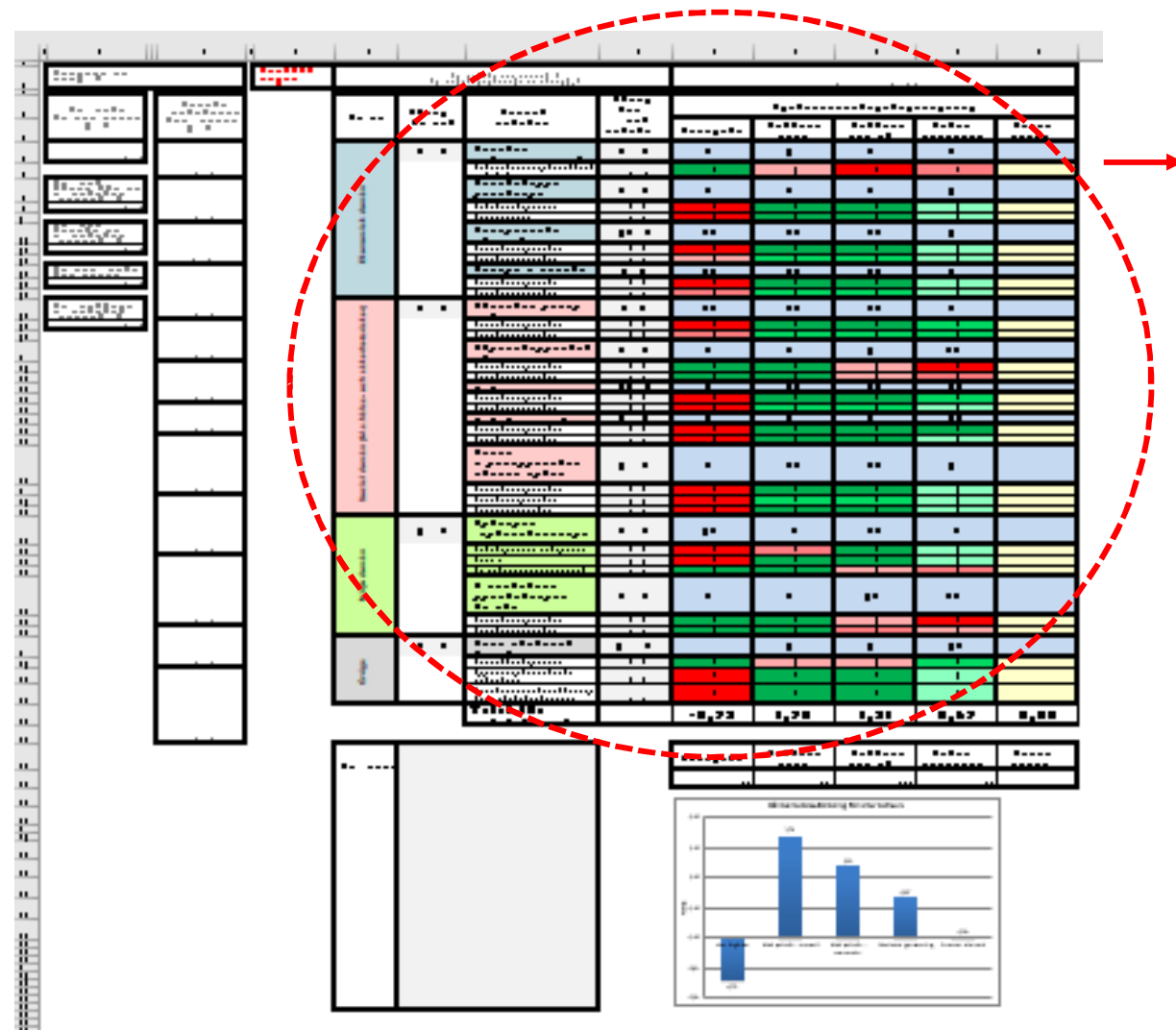
Bilaga 7 – Utkast för beräkningsverktyg i Excell, med struktur och utseende



Figur B7.1. Utdrag med förklaring på beräkningar av total poäng för ett kriterium samt total summan för alla kriterier.



Figur B7.2. Utdrag med mallen i fylld för Scenario 1. En detalj på kontroll celler visas på höger sida.



Domän	Viktning domän (%)	Kriterier och underkriterier	Viktning kriterier och underkriterier	Åtgärd / alternativ och respektive poängsättning						
				Utan åtgärder	Med hjulvätt - manuell	Med hjulvätt - automatisk	Med extra gatusopning	Ett an		
Ekonomisk domän	30,00%	Kostnader för renhållningsrutiner för att ta bort smuts / undvika spridning	40,00%	3,0	-1,0	-3,0	-2,0			
		Alla kostnader (investeringskostnad drift- och underhåll, demontering)	100,00%	3	-1	-3	-2			
		Kostnader kopplat till påverkan på till dagvattensystem	40,00%	-3,0	3,0	3,0	1,0			
		Underhåll av dagvattensystem	60,00%	-3	3	3	1			
		Dagvattenrening	40,00%	-3	3	3	1			
		Störning av andra ekonomiska verksamheter i närheten	15,00%	-2,6	2,8	2,8	1,0			
		Cin-site, under entreprenaden	80,00%	-3	3	3	1			
		Cif-site, under entreprenaden	20,00%	-1	2	2	1			
		Störning som omfattar andra kostnader	5,00%	-2,7	2,7	2,7	1,0			
		Cin-site, under entreprenaden	70,00%	-3	3	3	1			
Social domän (bl.a. läka- och säkerhetsrisker)	30,00%	Risk för olyckor i omgivning av byggsplats pga. smutsighet på vägar	5,00%	-2,7	2,7	2,7	2,0			
		Cin-site, under entreprenaden	70,00%	-3	3	3	2			
		Cif-site, under entreprenaden	30,00%	-2	2	2	2			
		Risk på olyckor pga. ökad trafik i omgivning	20,00%	3,0	3,0	-1,0	-2,7			
		Cin-site, under entreprenaden	70,00%	3	3	-1	-3			
		Cif-site, under entreprenaden	30,00%	3	3	-1	-2			
		Luftkvalitet	35,00%	-3,0	2,8	2,8	1,8			
		Cin-site, under entreprenaden	80,00%	-3	3	3	2			
		Cif-site, under entreprenaden	20,00%	-3	2	2	1			
		Andra hälsorelaterade effekter	30,00%	-3,0	3,0	3,0	2,6			
Miljö domän	10,00%	Spridning av smutsighet och föroreningar till miljö (ytvatten, jord, grundvatten, fauna och flora, osv)	70,00%	-1,8	0,5	2,2	0,4			
		Partiklar i dagvatten, slam från dagvatten	50,00%	-3	-2	3	1			
		Genom luft	30,00%	-3	3	3	1			
		Slam från hjulvätt eller från gatusopningsbil	20,00%	3	3	-1	-2			
		Klimat och luftkvalitet pga. förbrukning av drivmedel	30,00%	3,0	3,0	-1,3	-2,4			
		Cin-site, under entreprenaden	70,00%	3	3	-1	-3			
		Cif-site, under entreprenaden	30,00%	3	3	-2	-1			
		Övriga	30,00%	Genomförbarhet och branschens avseende	100,00%	0,0	1,0	1,0	1,5	
				Sannolikhet att det går att utföra	50,00%	3	-1	-1	2	
				Uppfyllelse av lagkrav och andra föreskrifter/strukturer	30,00%	-3	3	3	1	
Branschens avseende och hantering klagomål i och arbetsförhållningens syn	20,00%			-3	3	3	1			
Totalt för metodalternativ				-0,73	1,70	1,21	0,67			

Figur B7.3. Utdrag med mallen ifylld för Scenario 1. En detalj på huvudtabellen visas på höger sida.

Kontroll celler: måste vara 100%		Fylla in BARA ljusa gula och gråa celler:		* Summa vikt för domäner måste vara 100%. * Summa vikt för kriterier under en domän måste vara 100%. * Total vikt för underkriterier för ett kriterium måste vara 100%.		* Sätt poäng mellan *2 och *3				
Summa vikt för domäner måste vara 100%	Total vikt för underkriterier för ett kriterium måste vara 100%	Domän	Viktning domän (%)	Kriterier och underkriterier	Viktning kriterier och underkriterier	Åtgärd / alternativ och respektiv poängsättning				
						Utan åtgärder	Med hjulvätt - manuell	Med hjulvätt - automatisk	Med extra gatusopning	Ett annat alternativ
0,00%	0,00%	Ekonomisk domän		Kostnader för renhållningsrutiner för att ta bort smuts / undvika spridning		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,00%	0,00%			Alla kostnader (investeringskostnad, drift- och underhåll, demontering)						
0,00%	0,00%			Kostnader kopplat till påverkan på till dagvattensystem		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,00%	0,00%			Underhåll av dagvattensystem						
0,00%	0,00%			Dagvattenrening						
0,00%	0,00%			Störning av andra ekonomiska verksamheter i närheten		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,00%	0,00%			On-site, under entreprenaden						
0,00%	0,00%			Off-site, under entreprenaden						
0,00%	0,00%			Störning som omfattar andra kostnader		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,00%	0,00%			On-site, under entreprenaden						
0,00%	0,00%	Off-site, under entreprenaden								
0,00%	0,00%	Social domän (bl.a. hälsa- och säkerhetsrisker)		Risk för olyckor i omgivning av byggsplats pga. smutsighet på vägar		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,00%	0,00%			On-site, under entreprenaden						
0,00%	0,00%			Off-site, under entreprenaden						
0,00%	0,00%			Risk på olyckor pga. ökad trafik i omgivning		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,00%	0,00%			On-site, under entreprenaden						
0,00%	0,00%			Off-site, under entreprenaden						
0,00%	0,00%			Luftkvalitet		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,00%	0,00%			On-site, under entreprenaden						
0,00%	0,00%			Off-site, under entreprenaden						
0,00%	0,00%			Andra hälsorelaterade effekter		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,00%	0,00%	On-site, under entreprenaden								
0,00%	0,00%	Off-site, under entreprenaden								
0,00%	0,00%	Miljö domän		Annat omgivningspåverkan (rekreationsmöjligheter, påverka av landskap, estetik, osv)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,00%	0,00%			On-site, under entreprenaden						
0,00%	0,00%			Off-site, under entreprenaden						
0,00%	0,00%			Off-site, efter entreprenaden						
0,00%	0,00%	Miljö domän		Spridning av smutsighet och föroreningar till miljö (ytvatten, jord, grundvatten, fauna och flora, osv)		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,00%	0,00%			Partiklar i dagvatten, slam från dagvatten						
0,00%	0,00%			Gensm luft						
0,00%	0,00%	Miljö domän		Slam från hjulvätt eller från gatusopningsbil						
0,00%	0,00%			Klimat och luftkvalitet pga. förbrukning av drivmedel		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,00%	0,00%			On-site, under entreprenaden						
0,00%	0,00%	Off-site, under entreprenaden								
0,00%	0,00%	Övriga		Genomförbarhet och branschens avseende		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
0,00%	0,00%			Sannolikhet att det går att utöva						
0,00%	0,00%			Uppföljelse av lagkrav och andra föreskrifter/strukturer						
0,00%	0,00%	Övriga		Branschens avseende och hantering klagomål. Lokalfolkningens syn.						
0,00%	0,00%									
0,00%	0,00%									
0,00%	0,00%	Totalt för metodalternativ				0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Figur B7.4. Utdrag med mallen att fylla i