

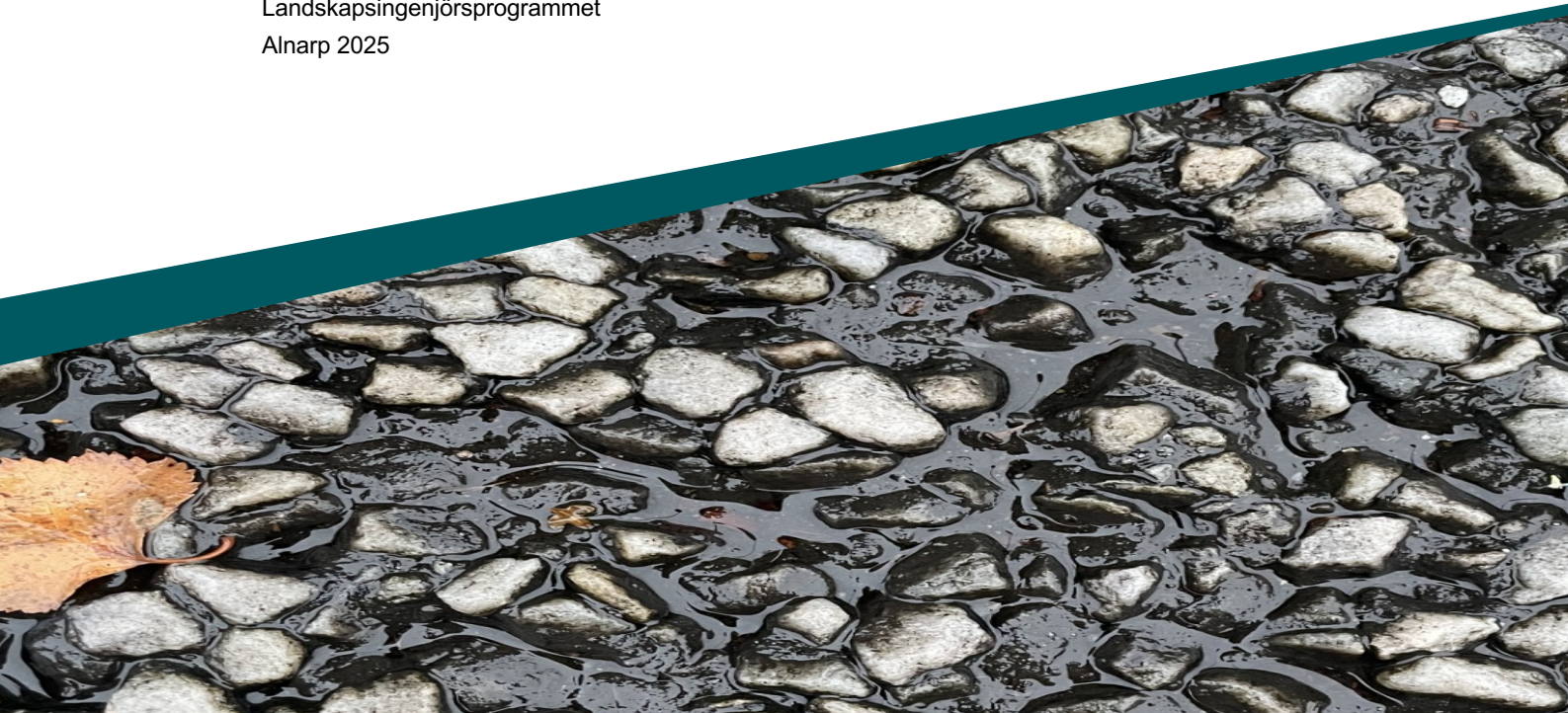


Permeabla asfaltsytor för att minska översvämningsrisker i Malmö

Permeable asphalt surfaces to reduce flood risks in Malmö

Asrar Emad & Emma Toth

Examensarbete/Självständigt arbete • 15 hp
Sveriges lantbruksuniversitet, SLU
Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Landskapsingenjörsprogrammet
Alnarp 2025



Permeabla asfaltsytor för att minska översvämningsrisker i Malmö

Permeable asphalt surfaces to reduce flood risks in Malmö

Asrar Emad & Emma Toth

Handledare: Scott Wahl, Sveriges lantbruksuniversitet SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Examinator: Åsa Bensch, Sveriges lantbruksuniversitet SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Självständigt arbete i Landskapsarkitektur

Kurskod: EX0841

Program/utbildning: Landskapsingenjörsprogrammet

Kursansvarig inst.: Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsår: 2025

Omslagsbild: Foto Asrar Emad (2024)

Upphovsrätt: Alla bilder används med upphovspersonens tillstånd.

Nyckelord: Dagvattenhatering, Översvämning, Markmaterial, Extrem nederbörd, Klimatanpassning, Markpermeabilitet, Stadsplanering, Urban miljö, Hållbar infrastruktur

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Förord

Vi vill börja med att tacka vår handledare Scott som stöttat och hjälpt oss genom arbetets gång. Tack även till våra opponenter för bra och givande feedback. Vidare vill vi ge ett stort tack till våra intervjudeltagare, Björn, Pajtim och Clara som varit en stor del av vårt arbete och gett oss otroligt mycket information och hjälp. Det har betytt oerhört mycket att få ta del av testresultat, beräkningar och grafer. Slutligen vill vi säga tack för all bra och praktisk information från Michael på NCC.

Utan er hade vårt arbete inte varit möjligt!



Emma Toth & Asrar Emad

Sammanfattning

Studien undersöker hur permeabel asfalt kan minska översvämningsrisken i Malmö genom att förbättra dagvattenhanteringen vid extrem nederbörd. Detta är en viktig fråga med tanke på de rådande klimatförändringarna. Undersökningen analyserar, med hjälp av litteraturstudier, intervjuer och en fallstudie, faktorer som påverkar infiltrationskapaciteten och funktionaliteten hos permeabel asfalt. Studien inkluderar även underhåll och lokala markförhållanden för permeabel asfalt. Arbetet belyser hinder och möjligheter för implementering av denna lösning i stadsmiljöer. Resultatet visar att permeabel kan minska översvämningsrisken i Malmö genom att fördröja och infiltrera dagvatten, vilket avlastar avloppssystemen – med förutsättningarna att området vägen placeras på har en låg trafikklass och rätt skötsel.

Nyckelord: Dagvattenhantering, Översvämnning, Markmaterial, Extrem nederbörd, Klimatanpassning, Markpermeabilitet, Stadsplanering, Urban miljö, Hållbar infrastruktur

Abstract

This study investigates how permeable asphalt can reduce the risk of flooding in Malmö by improving stormwater management during extreme rainfall events. This is relevant as we stand in front of ongoing the climate change. Through literature studies, interviews, and a case study, the research analyzes factors influencing the infiltration capacity and functionality of permeable asphalt. The study also considers maintenance requirements and local soil conditions. The work highlights both challenges and opportunities for implementing this solution in urban environments. The results show that permeable asphalt can reduce the risk of flooding in Malmö by delaying and infiltrating stormwater, thereby relieving pressure on the sewer system – provided that the asphalt is placed in low-traffic areas and is properly maintained.

Keywords: Stormwater runoff, Flooding, Paved surfaces, Extreme precipitation, Climate adaptation, Soil permeability, Urban planning, Urban environment, Sustainable infrastructure.

Innehållsförteckning

Figurförteckning.....	8
Tabellförteckning	10
Begreppsförklaring.....	11
1. Inledning	12
1.1 Bakgrund/problembeskrivning.....	12
1.2 Syfte och frågeställning.....	12
1.2.1 Avgränsning	13
2. Metod & material.....	14
2.1 Litteraturstudie.....	14
2.2 Intervjuer.....	14
2.3 Dataanalyser.....	15
2.4 Presentationsform	16
3. Litteraturstudie	17
3.1 Platsbeskrivning.....	17
3.1.1 Malmö	17
3.1.2 Malmös nederbörd och översvämningsmönster	18
3.2 Permeabel asfalt	22
3.3 Permeabel asfalts underhåll och återställning.....	24
3.4 Permeabel asfalts kostnader	25
3.5 Föroreningar i dagvatten.....	25
3.6 Permeabel asfalts vatteninfiltration och minskad ytavrinning.....	26
3.7 Permeabla asfaltkonstruktioner.....	27
3.7.1 Typ A - full infiltration.....	29
3.7.2 Typ B - delvis infiltration.....	30
3.7.3 Typ C - ingen infiltration.....	31
3.8 Terrassens betydelse för infiltration	31
3.9 Permeabel asfalts mångfunktionalitet.....	32
3.10 Implementering och anpassning.....	35
3.11 Prestandan på ytor med permeabel asfalt över tid	37
3.11.1 Återställning av genomsläpplighet i igentäppt permeabel asfalt	39

3.12	<i>Permeabel asfalts klimatpåverkan</i>	<i>40</i>
3.13	<i>Framtida användning och utveckling.....</i>	<i>41</i>
4.	Fallstudie Pysslinggatan	45
5.	Diskussion och sammanfattning.....	51
	Referenser.....	55

Figurförteckning

Figur 1. Graf över sydvästra Sveriges nederbörd i mm vid olika varaktigheter med en återkomsttid på 10 år. SV representerar regionindelning sydväst och D2010 refererar till nederbördsdata från Dahlström (2010) (SMHI 2020).	18
Figur 2. Karta över Malmös områden med kombinerat system respektive duplikatsystem år 2016 (VA Syd 2017).	19
Figur 3. Anmälda översvämningar i samband med skyfallet 2014. 1. Sibbarp, 2. Högbo, 3. Rosevång, 4. Kulladal, 5. Mellanheden och solbacken. (VA Syd 2017).	20
Figur 4. Karta över Malmös marköversvämningar i bebyggelse och väg (Malmö stad 2017).	21
Figur 5. Malmös årsnederbörd från 2019 till 2023 (Malmö stad 2024c).	21
Figur 6. Uppbyggnaden av en permeabel asfalt. Illustration gjord av: Emma Toth (31/12–2024).	23
Figur 7. Uppbyggnaden av traditionell asfalt. Illustration gjord av: Emma Toth (31/12–2024).	23
Figur 8. NCCs sopmaskin för rengöring av permeabel asfalt (Brask 2024).	24
Figur 9. Bakre del av NCCs sopmaskin för rengöring av permeabel asfalt som högtryckstvättar, sopar och suger upp partiklar (Brask 2024).	25
Figur 10. Fraktionskurva för en ABD konstruktion, där stenfraktion 8–11 mm utgör 55%, medan endast 5% står för finmaterial (stenfraktion 0–2 mm). X-axeln visar storleken på stenarna i mm. Y-axeln visar procentandelen av fraktionen. (Sulejmani ⁵).	27
Figur 12. Exempel på en permeabel asfalts uppbyggnad (Emma Toth).	29
Figur 13. Konstruktionstyp A (Emma Toth).	30
Figur 14. Konstruktionstyp B (Emma Toth).	30
Figur 15. Konstruktionstyp C (Emma Toth).	31

Figur 16. Blöt traditionell asfaltsyta på Småfolksgatan. (Foto: Asrar Emad).	34
Figur 17. Blöt permeabel asfaltsyta på Pysslinggatan. (Foto: Asrar Emad).	34
Figur 18. Exempel på en genomsläpplig gata med avbrott. (Asrar Emad).	36
Figur 19. Permeabel asfalt före och efter rengöring (Thorsell, A, & Granath, M 2016).	40
Figur 20. Flygfoto över Malmö där Pysslinggatan är markerad (Lantmäteriet 2021).	45
Figur 21. Flygfoto över Pysslinggatan som är rödmarkerad (Lantmäteriet 2021).	46
Figur 22. Kompletterande dagvattenbrunn på permeabel asfalt på Pysslinggatan, Malmö (Foto: Asrar Emad).	47
Figur 23. Löv från intilliggande träd tillför organiskt material som kan bidra till igentäppning på Pysslinggatan i Malmö (Foto: Asrar Emad).	48
Figur 24. Pysslinggatan i Malmö som haft hyfsat optimala förhållanden för en lång livslängd av permeabel asfalt (Foto: Asrar Emad).	50

Tabellförteckning

Tabell 1. Tabell över sydvästra Sveriges 10-års regn respektive 100-års regn i mm vid olika varaktigheter (SMHI 2020).	18
Tabell 2. Ytans infiltrationskapacitet före rengöring i respektive provpunkt (Thorsell & Granath 2016).	40
Tabell 3. Ytans infiltrationskapacitet efter rengöring i respektive provpunkt (Thorsell & Granath 2016).	40
Tabell 4. Resultatvärden av infiltrationstest som utfördes på Pysslinggatan, vattenflöde över tid (Sulejmani ⁹⁰).	48
Tabell 5. Resultatvärden från infiltrationstest som utfördes på Pysslinggatan (Sulejmani ⁹³).	49

Begreppsförklaring

Traditionell asfalt: Innefattar i detta arbete ogenomtränglig tät asfalt såsom ABT.

ABT: (Tät asfaltbetong). En asfaltbeläggning som är tät, konstruerad för att tåla hög belastning och förhindra att vatten tränger in. Den används ofta på vägar med mycket trafik, som motorvägar och stadsgator.

ABD: (Dränerande asfaltsbetong). En beläggning som möjliggör vatteninfiltration genom ytan ner till underliggande lager, vilket hjälper till att hantera dagvatten och minska risken för översvämning i urbana områden.

Permeabel asfalt/Dränerande asfalt: En beläggning som möjliggör vatteninfiltration genom ytan ner till underliggande lager, vilket hjälper till att hantera dagvatten och minska risken för översvämning i urbana områden.

Bitumen: Ett svart, trögflytande bindemedel som framställs från råolja. Det används i asfaltblandningar för att hålla ihop stenmaterialet och ge beläggningen elasticitet och hållbarhet.

Bindemedel: Ett material i asfalt, ofta bitumen, som används för att hålla samman stenmaterial i asfalt och betong. Det är avgörande för beläggningens styrka och flexibilitet.

Vidhäftningsmedel: Ett tillsatsmedel som förbättrar bindningen mellan bindemedlet (t.ex. bitumen) och stenmaterialet i asfalt.

Dubbelring infiltrometer: Ett verktyg som används för att mäta hur snabbt vatten infiltrerar i marken. Det består av två koncentriska ringar, och mätningen görs genom att mäta vattnets rörelse ner i marken från ringarna. Verktöget används för att bedöma markens förmåga att hantera dagvatten.

Cyklon aktivitet: Rörelse och intensitet hos tropiska eller extra tropiska cykloner, som påverkar vädermönster och kan orsaka extrema väderhändelser.

Filler: Ett finmalt/krossat material, såsom kalksten eller flygaska, som tillsätts i betong eller asfalt för att förbättra dess egenskaper, t.ex. hållfasthet.

Hydrofil: Ett material eller ämne som attraherar och binder vatten, ofta använt för att beskriva ytor eller molekyler med vattenvänliga egenskaper.

Sedimentering: Sedimentering är en process där en andel av föroreningarna som är partikelbundna, under transporten ner i jordprofilen, effektivt kan skiljas och fördröjas i olika reningsanläggningar medan det renade vattnet fortsätter till utloppet.

1. Inledning

1.1 Bakgrund/problembeskrivning

Malmö står, likt många andra städer i världen, inför ökade översvämningssrisker på grund av klimatförändringarna (Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) 2024a). I Sverige sker översvämningar mer eller mindre regelbundet. En vanligt förekommande översvämningstyp är översvämningar till följd av extrem nederbörd (Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB) 2022). Den snabba urbaniseringen och förtätningen har lett till en minskad markpermeabilitet på grund av mängden hårdgjorda ytor i städerna. Användning av hårdgjorda ytor beror på flera praktiska och ekonomiska skäl, trots att de kan medföra negativa konsekvenser för klimatet (Gustafsson et al. 2024). Detta leder till ökad ytavrinning och kan resultera i överbelastade avloppssystem och översvämningar (Boverket 2018; Mobini et al. 2021; Research Institutes of Sweden AB (RISE) u.å b). Översvämningarna orsakar inte bara materiella skador men även ekonomiska förluster och hot mot människors säkerhet (Naturvårdsverket 2019). Samtidigt är det en utmaning att anpassa befintlig infrastruktur till skyfallsåtgärder, särskilt i redan tätt bebyggda områden, för ny bebyggelse finns större möjligheter (MSB 2017).

I Sverige har man under de senaste 80 åren observerat en ökande trend av nederbörd. Enligt Erik Kjellström, professor i klimatologi på SMHI förväntas ytterligare ökad årsnederbörd i samband med fortsatt ökning av växthusgaser och global uppvärmning (SMHI 2024a).

För att på ett mer naturligt och effektivt sätt hantera nederbörd kan man implementera lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). En av de vanligaste lösningarna för LOD är att låta dagvattnet infiltreras i marken genom att använda sig av genomsläppliga och porösa markmaterial (Persson et al. 2009). Med mer hållbar dagvattenhantering och en minskad belastning på ledningssystemen kan risken för översvämningar reduceras (Naturvårdsverket 2024).

I detta arbete undersöks hur implementering av permeabel asfalt i Malmö skulle kunna förbättra stadens motståndskraft mot skyfall och bidra till en mer hållbar och resilient urban miljö.

1.2 Syfte och frågeställning

Syftet med denna studie är att undersöka hur användningen av permeabel asfalt kan förbättra Malmös motståndskraft mot skyfall och främja hållbar stadsplanering. Studien belyser hur permeabel asfalt kan ersätta traditionell asfalt för att möjliggöra att även hårdgjorda ytor kan hantera ökade

översvänningsrisker. Den tar även upp problematik kring materialets långsiktiga funktion av igensättning av partiklar.

Det är en relevant studie då det idag ligger ett stort fokus på miljö- och klimatsmarta lösningar. För framtidens landskapsingenjörer ligger ett stort ansvar i att ständigt utveckla samhället och använda sig av nya smarta lösningar inom projekteringen och planeringen av utemiljöer såsom valet av markmaterial, samt vara medveten om dess konsekvenser.

Frågeställningar:

- Hur kan permeabel asfalt minska översvänningsrisken som orsakats av extrem nederbörd i Malmö?
- Vilka faktorer påverkar funktionen hos en permeabel asfalt och dess infiltrationskapacitet?
- Vad påverkar användningen av permeabel asfalt?

1.2.1 Avgränsning

För att hålla arbetet fokuserat avgränsas studien till att omfatta en specifik stad i södra Sverige, Malmö. Undersökningar från tidigare experiment med permeabel asfalt på ytor, så som vägar och parkeringsplatser, kommer att undersökas både globalt och lokalt. Studien avgränsas till att undersöka användningen av permeabel asfalt för att hantera översvänningsproblem i Malmös urbana miljöer. Malmös historik av översvämningar belyses och permeabel asfalt utvärderas som en lösning, med fokus på dess konstruktion, funktionalitet och skillnader jämfört med traditionell asfalt.

Andra metoder för översvänningshantering samt översvämningar orsakade av andra faktorer än extrem nederbörd, såsom stigande havsnivåer inkluderas inte i undersökningen. Studien kommer inte att fokusera på andra dagvattenlösningar så som regnbäddar, gröna tak eller dagvattendammar. Detta bidrar till realistiska ramar för arbetet och förväntade resultat.

2. Metod & material

För att besvara frågeställningen om hur permeabel asfalt kan minska översvämningsrisken i Malmö användes en kombinerad metod. Metoden innefattar en litteraturstudie för att skapa en teoretisk förståelse för ämnet, dokumentanalyser samt dataanalyser som undersöker specifika platser i Malmö. Intervjuer gjordes med personer som är särskilt insatta i ämnet såsom professorer, forskare och experter. Även en fallstudie med observationer på översvämningsutsatta områden i Malmö där permeabla asfaltsytor implementerats utfördes.

2.1 Litteraturstudie

Arbetet inleds med en litteraturstudie där granskning av vetenskapliga artiklar och rapporter om permeabel asfalt och dess olika funktioner inom dagvattenhantering. Även granskning av miljöanalyser och teorier relaterade till det valda forskningsområdet. Materialet hämtades från litteratur inom grönblå infrastruktur där relevanta källor identifieras genom elektroniska databaser som Web of Science, Google scholar, Scopus och Primo. Sökningarna genomfördes med olika kombinationer av nyckelord för att öka träffsäkerheten. Litteratururvalet genomfördes med särskild hänsyn till dess relevans och förmåga att representera olika perspektiv inom ämnet. Målet är att skapa en mångsidig och balanserad studie för att kunna besvara arbetets frågeställningar. Litteraturstudien syftar till att skapa en teoretisk grund för att förstå hur permeabel asfalt kan bidra till att bland annat minska översvämningsrisker samt att belysa tidigare forskning och insikter inom området.

Även analyser från källor såsom tidningsartiklar, webbsidor och handböcker studerades. Utöver detta undersöktes källor med relevant information från tidigare examensarbeten kring liknande ämnen.

2.2 Intervjuer

Genom att göra intervjuer med relevanta personer med hög kunskap inom ämnet tillförs ytterligare information om hur permeabel asfalt fungerar. I denna studie genomfördes en semistrukturerad intervju för att samla in data. Metoden valdes eftersom den kombinerar en tydlig struktur med flexibilitet, vilket möjliggör både insamling av mätbara data samt respondentens åsikter och erfarenheter.

Intervjuerna utgick från en förbestämd intervjuguide med öppna frågor, vilket gett respondenterna möjlighet att utveckla sina svar. Samtidigt ställdes följdfrågor

vid behov för att klargöra eller fördjupa resonemangen. Denna metod valdes för att säkerställa både konkret fakta och belysa nyanserade uppfattningar.

De personer som valts att intervjuas är:

Intervju 1:

Björn Schouenborg har arbetat som geolog sedan 1990. Idag arbetar han på RISE, där han har samlat omfattande erfarenhet inom bygg- och anläggningsmaterial. På senare år har hans fokus flyttat mot samhällsbyggnad. År 2010 initierade han ett större innovationsprojekt som undersökte och utvecklade multifunktionella, blågröngrå system i urban miljö. Schouenborg är seniorforskare och har en doktorsexamen i mineralogi och petrologi.

Intervju 2:

Pajtim Sulejmani är civilingenjör inom väg- och vattenbyggnad, examinerad 2014, och är särskilt kunnig inom asfalt. Han inledde sin yrkeskarriär i Göteborg och har studerat klimatets påverkan på vägar, med licentiatexamen och en forskartjänst, men har ännu inte doktorerat. Under fyra år arbetade han med utvecklingsfrågor både externt och internt, där han hanterade budget, juridiska frågor och upphandlingar. Sedan ett år tillbaka innehar han tjänsten som beläggningsansvarig i Malmö kommun. Sulejmani arbetar idag på park- och gatumiljöenheten i Malmö. Han undervisar även vid Lunds Tekniska Högskola (LTH), där han leder två kurser inom civilingenjörsprogrammet för väg- och vattenbyggnad.

Intervju 3:

Clara Studeny är landskapsingenjör och tog examen år 2022. Studeny började arbeta som landskapsingenjör för Malmö Stad men fick snart tjänsten som teamsamordnare inom drift och förvaltning för ett särskilt område i Malmö.

Intervju 4:

Mejl fram och tillbaka om specifika frågor har skickats mellan oss och Nordic Construction Company (NCC). Michael Brask har varit vår kontaktperson. Brask är projektledare för NCC PermaVej och har arbetat för NCC i över 25 år. Brask arbetar även som regnvattenskonsult och säljchef för NCC.

2.3 Dataanalyser

Genom att genomföra olika dataanalyser med hjälp av geografiska informationssystem såsom Scalgo Live kan översvämningskänsliga områden i Skåne analyseras. Scalgo Live gör det möjligt att kartlägga urbana miljöer och identifiera de platser där permeabel asfalt skulle ha effekt. Analysen visualiserar och kartlägger områden som är sårbara vid kraftig nederbörd och ger en djupare insikt i hur markförhållanden påverkar översvämningsriskerna.

2.4 Presentationsform

Arbetet kommer att presenteras som en skriftlig rapport samt muntlig redovisning vid utsatt datum.

3. Litteraturstudie

I Sverige sker översvämningar mer eller mindre regelbundet. En vanligt förekommande översvämningstyp är översvämningar till följd av extrem nederbörd (MSB 2022). I urbana miljöer märker man en stor användning av hårdgjorda ytor av flera praktiska och ekonomiska skäl, trots att de kan medföra negativa konsekvenser för klimatet (Gustafsson et al. 2024). Den pågående klimatförändringen innebär en ökning av nederbörd över stora delar i världen. I Sverige har man under de senaste 80 åren observerat en ökande trend av nederbörd. Enligt Erik Kjellström, professor i klimatologi på SMHI förväntas ytterligare ökad årsnederbörd i samband med fortsatt ökning av växthusgaser och global uppvärmning (SMHI 2024a). Översvämningar har blivit ett större problem med åren i samband med de kraftigt ökade regnen vilket drabbar särskilt de tätbebyggda städerna (Mobini et al. 2021).

För att på ett mer naturligt och effektivt sätt hantera nederbörd kan man implementera lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). En av de vanligaste lösningarna för LOD är att låta dagvattnet infiltreras i marken genom att använda sig av genomsläppliga och porösa markmaterial (Persson et al. 2009). Med mer hållbar dagvattenhantering och en minskad belastning på ledningssystemen kan risken för översvämningar reduceras (Naturvårdsverket 2024).

3.1 Platsbeskrivning

3.1.1 Malmö

Malmö är Sveriges tredje största stad, beläget i sydvästra Sverige, Skåne, och är även Sveriges snabbast växande storstad (Malmö stad 2023a). Från år 2000 till år 2015 ökade Malmös andel hårdgjorda markytor inom tätorterna från 45 till 55 procent och fortsatte sedan att öka från 57 till 61 procent mellan åren 2015 och 2020 (Malmö stad 2023b).

Sedan 2008 är VA Syd Malmö stads VA-huvudman och ansvarar därmed för att hantera det allmänna ledningsnätet och för avledning av spill-, dag- och dränvatten så att det uppfyller ett krav på säkerhet. Kommunen ansvarar för de dagvattenanläggningar som endast hanterar dagvatten från allmän platsmark (Malmö stad 2024a; VA Syd 2017).

Malmö har en historia av översvämningsproblem orsakade av intensiv nederbörd som belastar stadens avloppssystem, särskilt i centrala områden där äldre, kombinerade avloppssystem kan bli överbelastade (Mobini et al. 2021).

Malmö består i huvudsakligen av två olika systemtyper, kombinerat system (främst i de centrala delarna) och duplikatsystem (Malmö stad 2018). 30 % av Malmös avloppsledningsnät består av kombinerade system som tar emot både dagvatten och spillvatten, istället för att spillvatten och dagvatten hanteras separat

som i ett duplikatsystem (VA Syd 2017; Naturvårdsverket 2020). De kombinerade avlopssystemen är regnpåverkade och har en större risk för att svämma över vid kraftiga regn och orsaka översvämningar (Naturvårdsverket 2024).

En av Malmös mest intensiva översvämningar inträffade i samband med skyfallet 2014, vilket orsakade stora skador som kom att kosta över 600 miljoner SEK (VA Syd 2017).

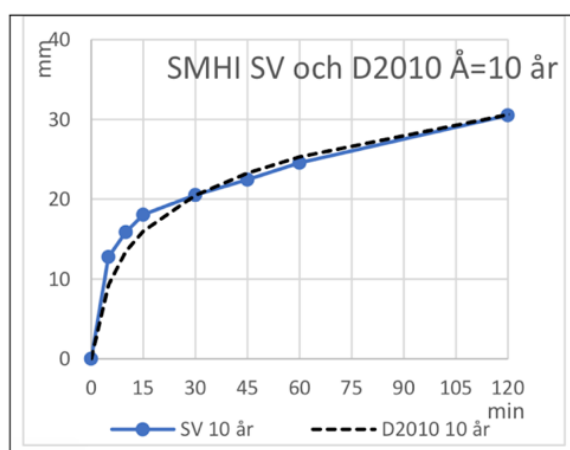
Malmö stad skriver att klimatförändringarna förväntas leda till mer nederbörd i Malmö och understryker att “Hårdgjorda ytor gör att dagvattensystemen belastas hårdare vid ökad nederbörd och att risken för översvämningar därmed ökar. En anpassning till klimatförändringarna bör därför vara att de hårdgjorda ytorna ska minska” (Malmö Stad 2023b:1).

3.1.2 Malmös nederbörd och översvämningsmönster

SMHI definierar ett skyfall som mer än 50 millimeter regn på en timme eller över 1 millimeter per minut, vilket oftast sker sommartid, där södra Sverige drabbas mer än norra (MSB 2022: SMHI 2023). I SMHIs nederbördsstatistik från 2020 redovisas hur 10-års regn och 100-års regn över sydvästra Sverige definieras (se tabell 1 och figur 1).

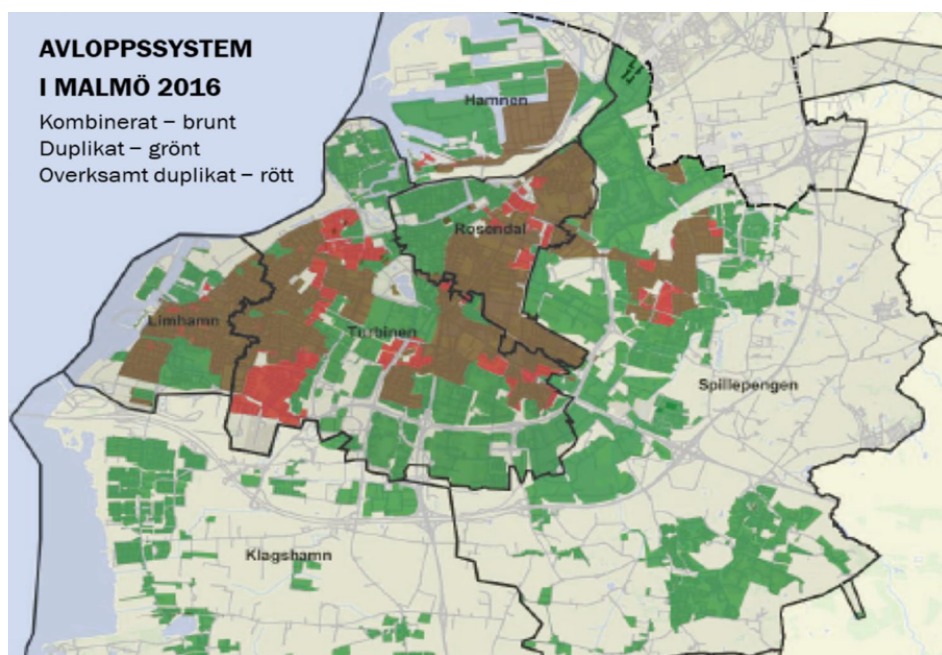
Tabell 1. Tabell över sydvästra Sveriges 10-års regn respektive 100-års regn i mm vid olika varaktigheter (SMHI 2020).

	Region SV	
	10 år	100 år
15 min	18.0 ±1.1	35.1 ±6.1
1 tim	24.5 ±1.4	45.2 ±7.9
3 tim	34.1 ±2.0	60.2 ±10.5

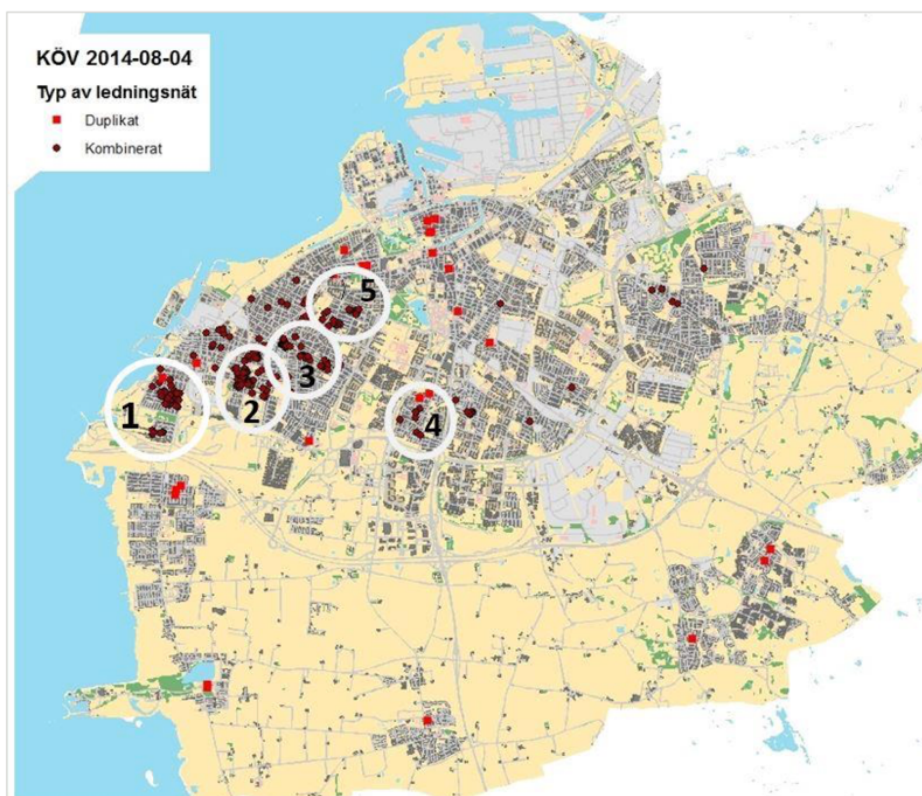


Figur 1. Graf över sydvästra Sveriges nederbörd i mm vid olika varaktigheter med en återkomsttid på 10 år. SV representerar regionindelning sydväst och D2010 refererar till nederbördsdata från Dahlström (2010) (SMHI 2020).

Malmö har en historia av översvämningsproblem orsakade av intensiv nederbörd som belastar stadens avloppssystem, särskilt i centrala områden där äldre, kombinerade avloppssystem kan blir överväldigade (Mobini et al. 2021). I kartor från VA Syd (2017) visas tydliga samband mellan områden med kombinerade avloppssystem (se figur 2) och översvämningsinträff under skyfallet år 2014 (se figur 3).



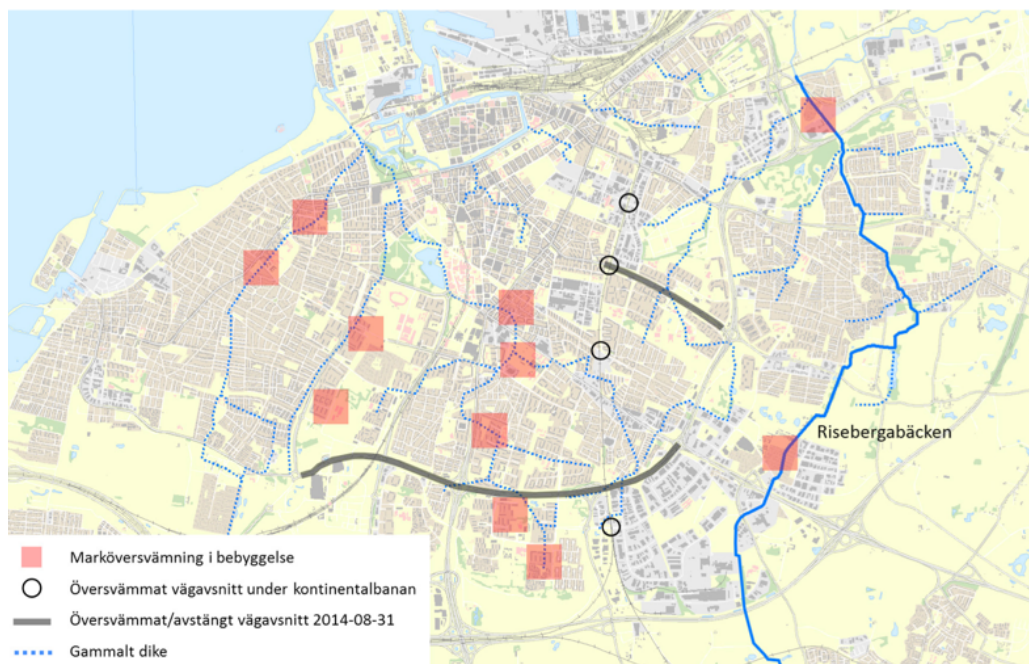
Figur 2. Karta över Malmös områden med kombinerat system respektive duplikatsystem år 2016 (VA Syd 2017).



Figur 3. Anmälda översvämningar i samband med skyfallet 2014. 1. Sibbarp, 2. Högbo, 3. Rosevång, 4. Kulladal, 5. Mellanheden och solbacken. (VA Syd 2017).

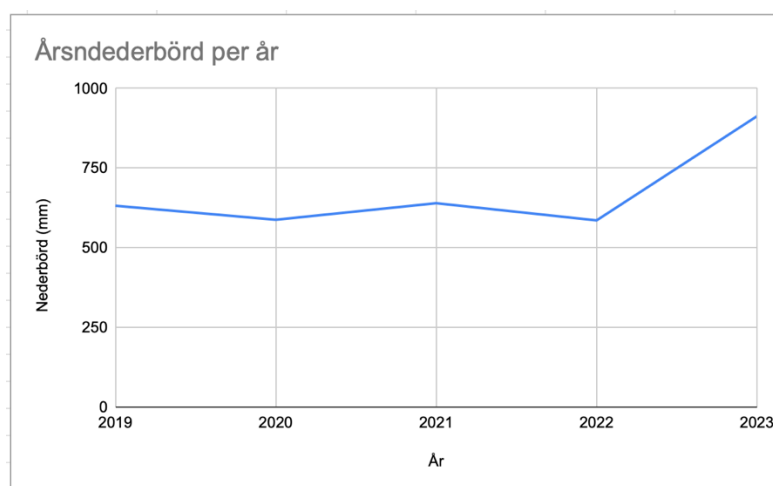
Skyfall med 90 mm regn på 24 timmar kan orsaka höga flöden och översvämningssrisker (Malmö stad 2018). Mellan 2007 och 2014 drabbades Malmö av tre allvarliga skyfall: 100 mm på 24 timmar i östra Malmö (2007), 60 mm på 6 timmar i centrala och västra Malmö (2010), samt 120 mm på 6 timmar i centrala Malmö (2014). Skyfallet 2014, en av de värsta i svensk stads historia, där 120 liter vatten per kvadratmeter föll under 6 timmar vilket motsvarar ungefär 20 liter per timme (Malmö stad 2017; SMHI 2024b).

År 2017 gjorde Malmö stad en karta över vilka områden i Malmö som upprepade gånger drabbats av marköversvämningar i samband med skyfall och kraftiga regn (se figur 4). Kartan visar både områden med bebyggelse samt huvud- och järnvägar som fått allvarliga konsekvenser som skador och störningar i trafiken efter skyfallen 2007, 2010 och 2014 (Malmö Stad 2017).



Figur 4. Karta över Malmös marköversvämningar i bebyggelse och väg (Malmö stad 2017).

I en rapport från Malmö Stad redovisas uppmätt årsnederbörd från Miljöförvaltningens meteorologiska mast vid Heleneholm i Malmö. Information om Malmös årsnederbörd redovisar data från år 1991 fram till år 2023. Årsnederbörden 2023 uppnådde hela 913 mm, det vill säga 913 liter per kvadratmeter per år, vilket är den största årsnederbörden som fallit i Malmö under de tidigare 30 åren. Rapporten lyfter även att en linjär trend visar på en svagt ökad årsnederbörd (se figur 5) (Malmö Stad 2024c; SMHI 2024b).



Figur 5. Malmös årsnederbörd från 2019 till 2023 (Malmö stad 2024c).

Linderson et al. (2004) menar att den genomsnittliga årliga nederbörden under perioden år 2021–2050 förväntas vara 10,8 % högre än under perioden år 1971–

2000 enligt det klimatscenario som används i studien. Detta motsvarar ytterligare 72 mm regn per år, eller 72 liter mer per kvadratmeter under perioden år 2021–2050. Studien hävdar att samtidigt som den genomsnittliga nederbörden beräknas öka, kommer frekvensen av regniga dagar minska med cirka 1,4% (cirka 22 dagar per år). Detta tyder på att även om det kan regna mer sällan, kommer nederbördens intensitet sannolikt att vara högre när det väl regnar. Vidare tar studien upp förändringar i atmosfäriska cirkulationsmönster till följd av klimatförändringar, där en ökning av vinternederbörden kommer att inträda på grund av ökad cyklon aktivitet. Ökningen av vinternederbörd kan leda till mer frekventa översvämningshändelser, vilket innebär utmaningar för vattenförvaltningen (Linderson 2004; SMHI 2024c).

Nu är det år 2025 och innan år 2045 ska Malmö stad kunna hantera ett 100-års regn med minimala skador och störningar som orsakas av dem. Detta mål ska uppnås genom åtgärder på kommunal och privat kvartersmark, samt på allmänna platser (VA Syd 2017).

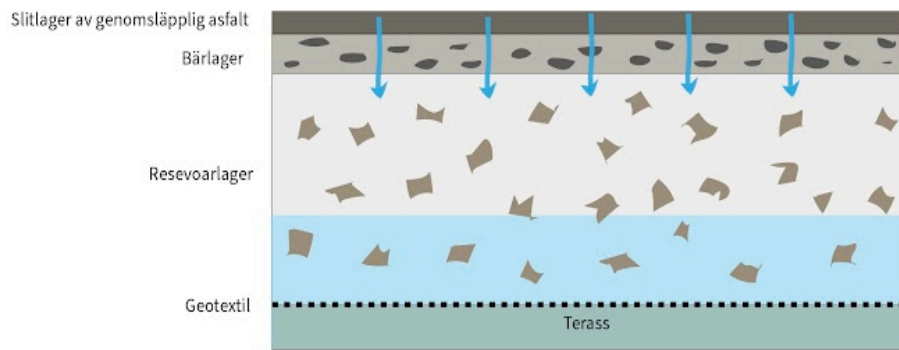
3.2 Permeabel asfalt

Historiken kring permeabel asfalt, även kallad dränerande asfaltsbetong (ABD) kom till på 80-90-talet och användes då som en åtgärd mot bland annat vattenplaning och bullerdämpning (Wågberg 2004). Permeabel asfalt kan även användas för att hantera skyfall och kraftiga regn. ABD är ett genomsläppligt markmaterial som kan infiltrera vatten.

Under den permeabla asfalten samverkar flera underliggande marklager för att hantera och fördröja vattnet (Woods Ballard et al. 2015). Woods Ballard et al. (2015) betonar vikten av att vattnet dräneras bort inom rimlig tid för att förhindra att konstruktionen blir instabil och att bärigheten försämras vid långvarig vattenlagring. Dräneringstiden bör därför max vara 24 timmar (se figur 6).

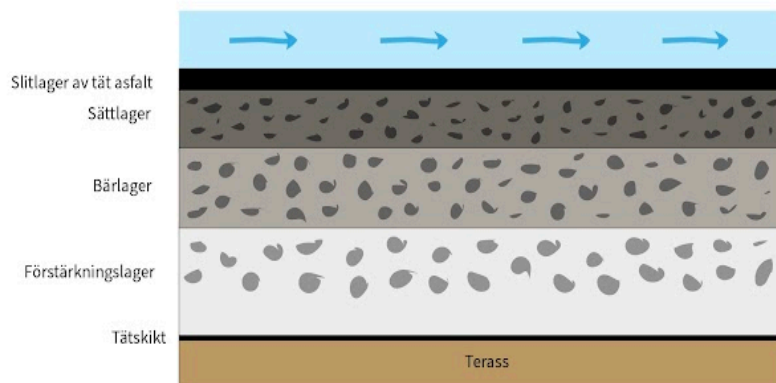
Det finns olika typer av ABD, den mest förekommande typen är ABD 11 (Wågberg 2004; Trafikverket 2005). Denna typ av asfalt består av ett liknande material till traditionell asfalt. Skillnaden är främst att den genomsläppliga asfalten består av större partiklar och därmed har en mer porös struktur än den traditionella. Traditionell asfalt har en mycket tätare struktur, där mindre partiklar fyller mellanrummen mellan de större stenarna, vilket gör ytan nära till ogenomtränglig för dagvatten. Detta innebär att all nederbörd som faller på traditionell asfalt i regel måste ledas bort via dagvattenbrunnar eller genom andra dagvattenlösningar (se figur 7) (Wågberg 2013).

Dränerande asfalt



Figur 6. Uppbyggnaden av en permeabel asfalt. Illustration gjord av: Emma Toth (31/12–2024).

Traditonell asfalt



Figur 7. Uppbyggnaden av traditionell asfalt. Illustration gjord av: Emma Toth (31/12–2024).

Enligt Trafikverkets dokumentation används standardiserade recept för asfaltmassor, inklusive ABD, för att säkerställa kvalitet och prestanda i vägkonstruktioner. Dessa recept specificerar proportionerna av olika material som används i blandningen, såsom stenmaterial, bindemedel och tillsatser (Trafikverket 2011; Trafikverket u.å). Flera företag i Sverige tillverkar och levererar ABD enligt dessa standardiserade recept. Exempel på sådana företag är Skanska, NCC och Peab, som alla erbjuder dränerande asfalt men i olika variationer beroende på specifika krav och förhållanden för projektets olika ändamål (Skanska 2006; NCC 2024; Peab 2008).

I Malmö används öppna slitlager såsom permeabel asfalt sällan som en del av dagvattenlösningarna. Istället prioriteras öppna lösningar där skyfall leds till grönytor (Malmö Stad 2024a).

3.3 Permeabel asfalts underhåll och återställning

Kupperupp et al. (2019) menar på att ett av de största problemen med att hålla en permeabel asfaltyta effektiv är att suspenderade föroreningar, sand, salt och vegetation lätt fastnar i beläggningens hålrum. Detta minskar infiltrationskapaciteten och påverkar förmågan att infiltrera ner vatten genom beläggningen. Tilltäppning uppstår bland annat när föroreningar i partikelform följer med i dagvattnet från andra ytor (Kuruppu et al. 2019). Det rekommenderas att rengöra asfalten minst två gånger om året för att uppnå optimala infiltrationsvärden på ytan (Wågberg 2013). Rekommendationerna till skötselmomenten för en dränerande asfaltyta är en kombination av sopning, högtryckstvätt och vakuumsugning (Al-Rubaei et al. 2012). NCC i Danmark har framställt en specialanpassad sopmaskin utrustad med högtryckstvätt och sugfunktion, som numera ägs av Terranor (se figur 8 och 9). Sopmaskinen kan på ett effektivt sätt kan upprätthålla den genomsläppliga asfaltensbeläggningens funktionalitet. Rengöring med sopmaskinen kräver en lägre skötselfrekvens och rekommenderas endast utföras en gång vart annat till vart tredje år (NCC u.å).



Figur 8. NCCs sopmaskin för rengöring av permeabel asfalt (Brask 2024).



Figur 9. Bakre del av NCCs sopmaskin för rengöring av permeabel asfalt som högtryckstvättar, sopar och suger upp partiklar (Brask 2024).

3.4 Permeabel asfalts kostnader

Permeabel asfalt är generellt sett dyrare än traditionell asfalt och har ungefär 25% högre investeringskostnad. Designen måste ta hänsyn till både kostnadsbesparingar och effekten av minskad avrinning för att vara ekonomiskt hållbar (Jung et al. 2016; Sveriges kommuner och region (Sveriges Kommuner och Landsting (SKR) 2019a). Genom den permeabla asfaltens struktur tillåts nederbörden att infiltrera direkt genom slitlagret och ner i konstruktionen, vilket kan minska behovet av dagvattenbrunnar (Stockholm vatten och avfall u.å.). Detta kan leda till potentiella kostnadsbesparingar, särskilt där komplettering av dräneringsledningar inte behövs. Avledningssystemen kan då minskas eller elimineras, vilket sparar både material och arbetskraft (NCC 2024).

Dränerande asfalt kräver särskilt underhåll såsom spolning och sopning, vilket gör driftskostnaderna högre än för traditionell asfalt (SKR) 2019a). Kostnaden för spolning av dränerande asfalt är starkt kopplad till storleken på området. Detta beror på att investeringskostnaden för spolmaskinen behöver beaktas i den totala kostnaden för spolning.

3.5 Föroreningar i dagvatten

Dagvatten transporterar föroreningar som metaller, organiska ämnen och partiklar från trafik, byggaktiviteter och halkbekämpning. Den initiala avrinningen vid ett regn, känd som "first flush", är den första delen av dagvattnet som rinner av från ytor som vägar och trottoarer. Denna fas innehåller vanligtvis de högsta koncentrationerna av föroreningar, eftersom den sköljer bort de partiklar som samlats på ytan sedan det senaste regnet. "First flush" uppstår vid varje regntillfälle, med särskilt hög halt föroreningar efter längre torra perioder.

Förorenat dagvatten leds vanligtvis till vattendrag, sjöar eller hav via avloppssystem, vilket kan försämra vattenkvaliteten och påverka ekosystem och hälsa negativt (Naturvårdsverket 2017; Kuruppu et al. 2019; RISE u.å a). Industriområden och deponier som Norra Hamnen, Frihamnen och Industrihamnen, som är stora hamn- och verksamhetsområden i Malmö, riskerar i framtiden att drabbas av omfattande översvämningar, till följd av ökade havsnivåer och kraftigare regn. Även detta kan leda till spridning av föroreningar över stora områden (SKR 2019b).

Sedimentering är en effektiv åtgärd för att minska föroreningar i dagvatten. Permeabel asfalt bidrar till detta genom att filtrera och adsorbera suspenderade partiklar, tungmetaller, kolväten och näringsämnen i dess underliggande strukturer, såsom makadam och geotextil (Kayhanian et al. 2012). Den låga flödes hastigheten genom asfaltens struktur främjar sedimentation, och i vissa fall möjliggörs kontrollerad vattenlagring för vidare infiltration eller avledning (Woods Ballard et al. 2011). Kuruppu et al (2019) förklarar att permeabel asfalt, under optimala förhållanden, kan reducera upp till 80 % av sediment och kväve, 60 % av fosfor, 70 % av tungmetaller samt 98 % av olja i dagvatten.

Om även terrassen möjliggör infiltration kan den ytterligare förbättra reningsprocessen naturligt (Kuruppu et al. 2019).

3.6 Permeabel asfalts vatteninfiltration och minskad ytavrinning

En undersökning av Bäckström och Forsberg (1998) visade att en nyanlagd permeabel asfaltsyta har en infiltrationskapacitet på 500–700 mm/min. Bäckström och Forsberg menar att minimikravet på en permeabel asfaltsyta bör ha en medelinfiltrationskapacitet på 50 mm/min för att fungera med säkerhet (Bäckström & Forsberg, 1998). I en annan studie utförd av Al-Rubaei et al. (2012) uppmättes genomsläppligheten för slitlagret på två nyanlagda dränerande gator i norra Sverige till 300–400 mm/min (Al-Rubaei et al. 2012). Det innebär att asfalten teoretiskt skulle kunna infiltrera hela Malmös årsmedelnederbörd på 913 mm (Malmö Stad 2024c) på bara några minuter. Denna infiltrationskapacitet är därmed långt högre än vad som krävs för att hantera även extrema regn. Ett 100-årsregn i Sydvästra Sverige har en intensitet på cirka 35.1 ± 6.1 mm för ett kortvarigt regn där varaktigheten är 15 min (se tabell 1). En nyanlagd gata med permeabel asfalt kan därmed absorbera betydligt mer vatten än vad sådana skyfall normalt innebär (SMHI 2020).

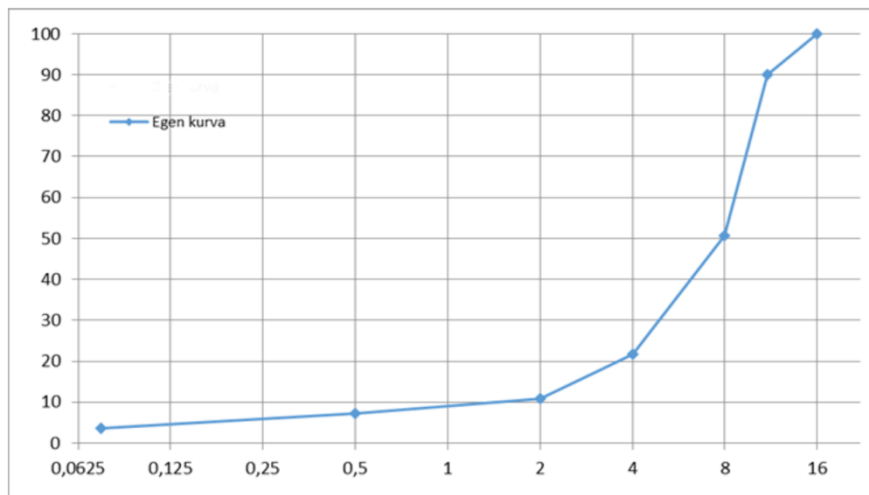
NCC är en av de leverantörer som levererar och anlägger permeabel asfalt i Sverige. Enligt Brask¹ på NCC ska deras konstruktion kunna hantera mer än 2000

¹ Michael Brask, projektledare för NCC PermaVej och regnvattenskonsult, personlig kommunikation, 3-12 december 2024.

l/s ha, vilket motsvarar 12 mm/min. Brask² menar att NCCs konstruktion säkerställer en torr vägyta, även vid kraftigare regn där upp till 15 mm regn faller på 30 minuter. Vattnet hanteras och fördröjs i konstruktionens reservoarlager som delvis släpper ut vattnet till dagvattensystemen genom dräneringssystem och på så vis minskar risken för översvämmande dagvattensystem (Woods Ballard et al. 2011).

3.7 Permeabla asfaltskonstruktioner

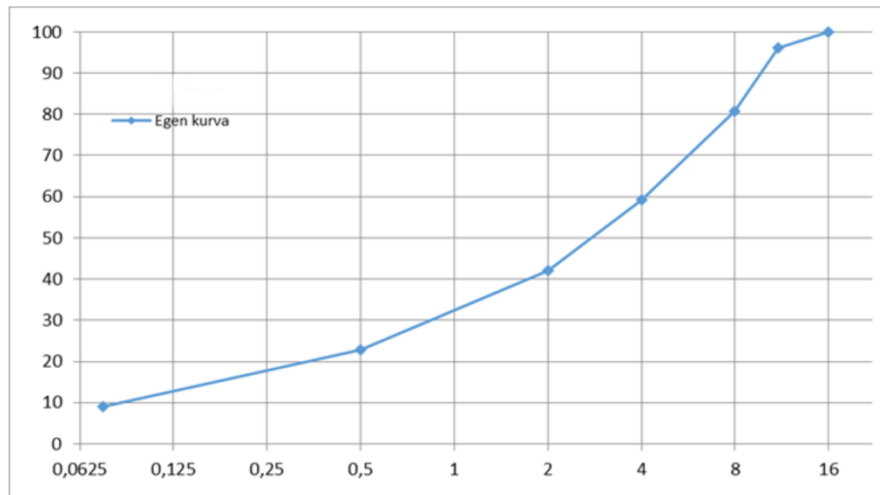
Den porösa strukturen hos permeabel asfalt är uppnådd genom en utfiltrering av de finare makadam-fraktionerna såsom stensmjöl, vilket gör att dagvattnet kan tränga igenom ytan istället för att rinna av (Hamzah et al. 2004). I figur 10 och 11 visas fraktionskurvor för en permeabel asfalt samt en traditionell asfalt (se figur 10 och 11).



Figur 10. Fraktionskurva för en ABD konstruktion, där stenfraktion 8–11 mm utgör 55%, medan endast 5% står för finmaterial (stenfraktion 0–2 mm). X-axeln visar storleken på stenarna i mm. Y-axeln visar procentandelen av fraktionen (Sulejmani³).

² Michael Brask, projektledare för NCC PermaVej och regnvattenskonsult, personlig kommunikation, 3-12 december 2024.

³ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.



Figur 11. Fraktionskurva för en traditionell asfaltkonstruktion (ABT), som består av en kontinuerlig siktkurva med mycket finmaterial (ca 35%) och skapar en tät och slitstarkare beläggning. X-axeln visar storleken på stenarna i mm. Y-axeln visar procentandelen av fraktionen. (Sulejmani⁴).

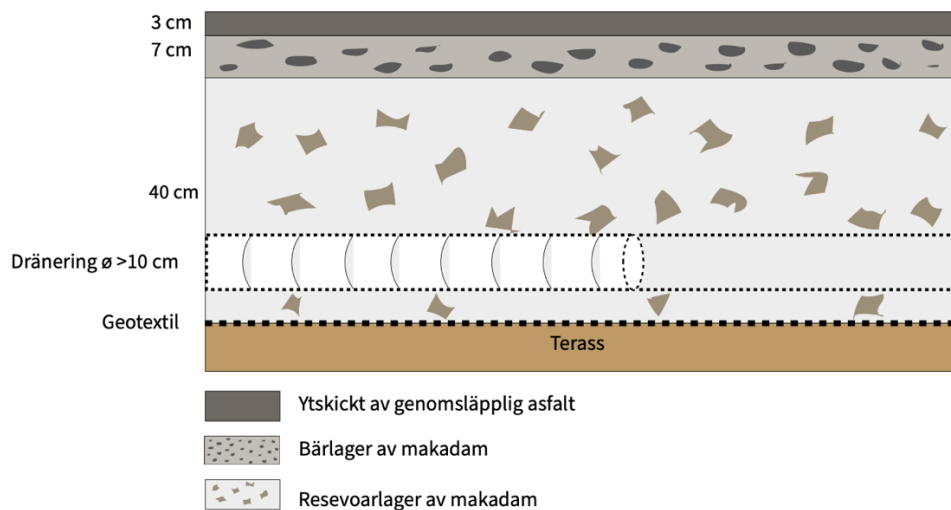
Slitlagret består av en stenrik massa med porös kornstorleksfördelning som har en låg andel fyller. Permeabel asfalt innehåller ett modifierat bindemedel med fiber som stabiliserar bitumenet (Wågberg 2013).

Under slitlagret samarbetar flera underliggande marklager i överbyggnaden med att hantera och fördröja vattnet som filtrerats ner (se figur 12). Under det översta lagret av permeabel asfalt finns oftast ett bärlager av grovt grus vilket låter vatten snabbt passera (Bäckström & Forsberg 1998). Enligt Bäckström och Forsberg (1998) varierar tjockleken på bärlagret beroende på olika faktorer men brukar ligga runt 7–10 cm.

Längre ner finns ett ännu grövre makadamlager, även kallat fördröjningslager, som fungerar som en temporär lagringsplats för nederbörd innan det infiltreras i marken eller leds vidare till ett dräneringsrör. Lagret består av makadam med en porositet på 20–40%, vilket möjliggör både vattenlagring och tillräcklig stabilitet för att stödja trafik. Bäckström och Forsberg (1998) anser att tjockleken bör vara mellan 30–45 cm för att säkerställa en tillräcklig lagringskapacitet och strukturellt stöd. Syftet med lagret är främst att överbyggnaden skall kunna hantera högintensiva regn och kunna lagra detta utan att den ökade nederbörden påverkar avrinningen (Woods Ballard et al. 2011).

För att separera överbyggnaden från den ursprungliga jorden används ofta geotextil, som förhindrar finmaterial från terrassen att blandas med vägkroppen. Ibland, om genomsläppligheten ner till terrassen är låg, tilläggs även dräneringssystem för att leda bort överflödigt vatten (Eisenberg et al. 2015; Bäckström & Forsberg 1998).

⁴ Pajtim Sulejmani, belägningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.



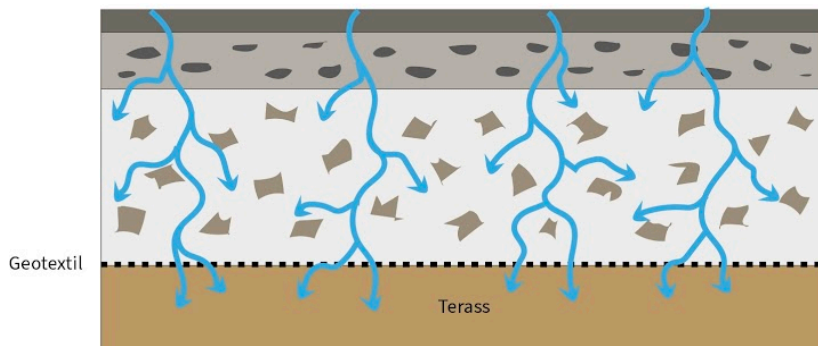
Figur 12. Exempel på en permeabel asfalts uppbyggnad (Emma Toth).

En permeabel asfalt kan konstrueras på flera olika sätt, där dess utformning anpassas efter förhållandena på platsen, eventuella begränsningar som gäller där och vilken funktion den ska fylla (Bäckström & Forsberg 1998). Utformningen av permeabel asfalt kan i stort delas in i tre olika typer av dränering enligt SuDS-manualen (Woods Ballard et al. 2011); typ A, typ B och typ C.

3.7.1 Typ A - full infiltration

Typ A tillåter allt regnvatten att infiltreras ner genom beläggningen, nederbörden fördröjs sedan i ett underliggande lager innan det infiltrerar ner i marken. För en permeabel asfalt med full infiltration finns vanligtvis ingen typ av dränering för att avleda vattnet. Denna princip används när terrassen består av permeabla jordar utan risk för förorening av grundvatten, (se figur 13).

Typ A - Full infiltration

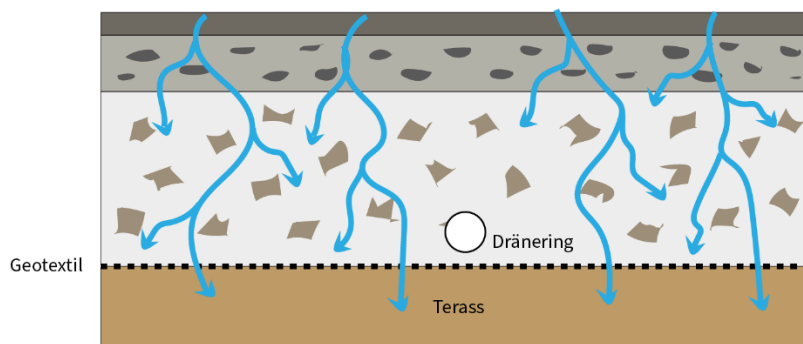


Figur 13. Konstruktionstyp A (Emma Toth).

3.7.2 Typ B - delvis infiltration

Typ B kombinerar infiltration med avledning. Den mängd som terrassen kan hantera infiltreras ner i marken, medan överskottet leds bort via perforerade rör (ihåliga rör). Permeabel asfalt med denna sorts "delvis infiltration" minskar risken för instabilitet i marken då flödet är ständigt kontrollerat, systemet bör även användas i de fall där terrassen har begränsad genomsläpplighet (se figur 14).

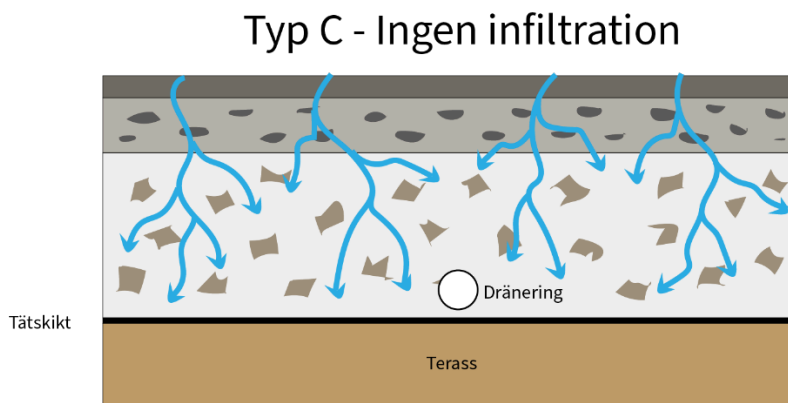
Typ B - Delvis infiltration



Figur 14. Konstruktionstyp B (Emma Toth).

3.7.3 Typ C - ingen infiltration

I motsats till typ A och B tillåts inget vatten infiltrera ner i terrassen för Typ C. Detta uppnås genom placering av ett ogenomträngligt material mellan terrassen och överbyggnaden. Vattnet leds bort genom perforerade rör (dräneringsrör) efter att ha filtrerats genom ett tidigare lager. Detta system är lämpligt för platser med låg markpermeabilitet där terrassen exempelvis består av finlera eller vid förorenade områden där det finns en risk för spridning av föroreningar ner till grundvattnet (se figur 15).



Figur 15. Konstruktionstyp C (Emma Toth).

3.8 Terrassens betydelse för infiltration

Enligt Sveriges Geologiska Undersöknings jordartskarta består Malmö till största delen av postglacial sand och grus, samt lerig morän (Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) 2023). Dessa jordarter har olika egenskaper såsom täthet och vattenledande förmåga som påverkar vilka typer av konstruktioner som kan utföras på dem. För att undvika problem som sättningar och instabilitet måste vägkonstruktionen anpassas till de lokala jordförhållandena (Statens Geotekniska Institut (SGI) 2024).

Postglacial sand och grus är mycket permeabla och dränerande, vilket gör att dagvattnet tränger igenom snabbt och effektivt. Kornstorleken kan variera, med mindre andelar grovsilt och lera beroende på miljön (Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) 2022; SGI 2023).

Lermorän, som är vanligt i Skåne, består av lerpartiklar och osorterat material med varierande kornstorlek. Lera har en tendens att packa sig tätt, vilket gör att vattnet inte kan tränga igenom särskilt effektivt. Dess låga genomsläpplighet gör den mindre lämplig för infiltration, vilket kan försämra markens förmåga att hantera vatten (SGU 2022). Trots hög bärighet kan lerig morän orsaka problem

som sättningar, tjälskador och skred, särskilt vid hög nederbörd (SGU 2021). I en intervju med Sulejmani⁵, beläggningsansvarig i Malmö stad, berättar han att vägkonstruktioner på lerig morän ofta kräver förstärkningsåtgärder, såsom dränering eller användning av geotextilier, för att säkerställa långsiktig stabilitet och förhindra tjälskador. Sulejmani⁶ menar att majoriteten av de befintliga permeabla asfaltsytorna i Malmö är kopplade till någon sorts dränerande system. *“Under Malmö har vi ledningar nästan överallt. Vi kan aldrig tillgodoräkna oss någon infiltration i terrassen.”* – Sulejmani⁷.

Studený⁸, teamssamordnare på Malmö Stad, förklarar att lerjord mättas väldigt snabbt och ofta är kompakterat i stadsmiljö samt att kompakterad lera kan liknas med betong och tillåter väldigt lite vatten att infiltrera. Hon menar på att det därför kräver alternativa lösningar för att undvika stående vatten (Studený⁹).

3.9 Permeabel asfalts mångfunktionalitet

Multifunktionella lösningar inom stadsutveckling kan innebära högre initiala kostnader, men genom att integrera flera användningsområden i samma anläggning skapas många nyttor i stadsmiljön (RISE u.å. b). Den genomsläppliga asfalten började användas mer under 1990-talet, när flera tester gjordes med den här typen av beläggning. (Wågberg 2004). Enligt Sulejmani¹⁰ var syftet bakom många av dessa permeabla beläggningar att minska kostnaderna för dagvattenbrunnar. Tidiga försök med dränerande asfalt genomfördes i flera länder, men dessa stötte ofta på problem med halkbekämpning under vintertid, vilket gjorde att utvecklingen avstannade fram till början av 1990-talet (Wågberg 2004; Sulejmani¹¹). Halkbekämpning har varit ett problem då isbildning kan uppstå i asfalten. Sulejmani¹² förklarar att isbildning leder till att vattnet inte kan rinna igenom beläggningen som avsett, utan istället får samlas på ytan, vilket bildar en ishinna. Sulejmani¹³ menar att detta kan ha varit en av anledningarna till att dagvattenbrunnar har behövt komplettera vägar med dränerande asfalt i efterhand, exempelvis på Pysslinggatan. Sulejmani¹⁴ tror dock att denna risk kan ha minskat i samband med den globala temperaturökningen kopplad till klimatförändringarna.

⁵ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁶ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁷ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁸ Clara Studený, teamsamordnare i Malmö Stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁹ Clara Studený, teamsamordnare i Malmö Stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

¹⁰ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

¹¹ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

¹² Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

¹³ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

¹⁴ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

I rapporten Norrländsk gatusektion av Bäckström och Forsberg (1998) framhålls däremot att isbildning är mindre vanligt på dränerande asfalt, eftersom denna typ av beläggning torkar upp fortare än traditionell asfalt, då den tillåter vattnet att infiltrera ned i vägkroppen. Om halkbekämpning trots allt skulle behövas rekommenderas det att traditionellt vägsalt ersätts med kaliumformatlösning (Sulejmani¹⁵). Andra källor menar på att permeabel asfalt har flera vinterfördelar (Wågberg 2013). Roseen et al. (2014) visade att permeabel asfalt ger 12 % högre halkmotstånd än traditionell asfalt och kan minska behovet av halkbekämpning med 64–77 %. Detta beror på att dränerande asfalt har en hög friktion. Dränerande asfalt har därav använts för platser och vägar där risk för vattenplaning finns, tack vare dess goda förmåga att avleda vatten från ytan (Wågberg 2013).

Schouenborg¹⁶ förklarar att dränerande asfalt ursprungligen användes för att förbättra vägsäkerheten, inte för att hantera dagvatten. Sulejmani¹⁷ berättar även att Sverige har haft en historik av problem med vattenplaning på vägarna. Dränerande asfalt har därför använts för att effektivt leda bort vatten från vägytan, vilket minskar problemen med vattenplaning men då endast i den översta delen av asfaltskonstruktionen och inte längre ner i överbyggnaden. Där det används för att minska vattenplaning brukar det därför anläggas ett lager av tät asfaltbetong som ett extra slitlager under det dränerande lagret (Trafikverket 2011). Orsaken till vattenplaning var i vissa fall att dubbarna från dubbdäcken på bilarna slet bort och täppte till håligheter i beläggningen (Wågberg 2004). Vidare förklarar Sulejmani¹⁸ att denna uppruggning av asfalten kunde leda till en vattenansamling vid hjulspåren. Schouenborg¹⁹ menar att den stora boven till vattenplaning är spårdjup som huvudsakligen uppstår på grund av höga laster vilket medför omlagring av material längre ned. Dubbslitage har minskat mycket vilket gör slitaget till ett mindre problem idag än på 90-talet. Detta beror på bättre stenmaterial, mindre användning av dubbdäck och ett införande av lättviktsdubb (Wågberg 2004).

I södra Sverige har det konstaterats att dränerande asfalt kunnat förbättra sikten på högtrafikerade vägar, särskilt under regn och i mörker (Wågberg 2004). Ytvatten som blir stående kan skapa en speglade reflektion som kan upplevas störande för mottrafikanter. Permeabel asfalt kan förhindra problem med ljusreflexion tack vare dess förmåga att dränera bort ytvatten (se figur 16 & 17) (Wågberg 2013).

¹⁵ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

¹⁶ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

¹⁷ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

¹⁸ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

¹⁹ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.



Figur 16. Blöt traditionell asfaltsyta på Småfolksgatan. (Foto: Asrar Emad).



Figur 17. Blöt permeabel asfaltsyta på Pysslinggatan. (Foto: Asrar Emad).

Dränerande asfalt kan även användas när det finns särskilda krav på bullerdämpning (Trafikverket 2011). Permeabel asfalt kan tydligt minska buller om man jämför med traditionell asfalt. När beläggningen är ny kan skillnaden i däck- och vägbuller uppgå till 4–5 decibel (Wågberg 2013). Runt 2010 började man därför sälja den dränerande asfalten som tyst asfalt med samma konstruktion. Man har däremot upptäckt att buller först uppkommer av däckens vid 50–60 km/h. Därför gör den infiltrerade asfalten inte så stor nytta för bullerminskning i ett område med en hastighet på 30–40 km/h (Sulejmani²⁰).

Enligt Sulejmani²¹ och Studeny²² fick man upp ögonen för den dränerande asfaltens och dess mångfunktionalitet efter skyfallet i Malmö 2014. En relativt nyupptäckt funktion är permeabel asfalts förmåga att minska översvämningsrisk genom att fördröja dagvattnet genom hela konstruktionen (Sulejmani²³). Vidare berättar Sulejmani²⁴ att permeabel asfalt kan tänkas lämpa sig på cykelbanor, eftersom G/C banor ofta ligger nära träd och att dessa hade kunnat kombineras in

²⁰ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

²¹ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

²² Clara Studeny, teamsamordnare i Malmö Stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

²³ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

²⁴ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

i överbyggnaden som en grönblå lösning. Schouenborg²⁵ ger ett exempel på när denna lösning implementerats i Växjö. Markbeläggningen hade bytts från traditionell asfalt till dränerande asfalt för att ett intelligande träd inte fått tillräckligt med vatten, där bytet till dränerande asfalt skulle underlätta för dagvattnet att nå träden. Sulejmani²⁶ hävdar dock att det inte är vanligt att koppla den permeabla asfaltens överbyggnad med andra ytor såsom skelettjordar för intelligande träd. Sulejmani²⁷ vet inte om det är rätt väg att gå, han tror att det blir en suboptimering för båda parter som kanske inte blir bra för någon.

“Vi har väldigt ont om yta och det finns många intressen som ska in, vi själva har också stort intresse för att både träden och vattnet ska ta plats. En lösning är att försöka slå ihop dem men än är vi inte där med att det ska fungera optimalt. Men det kan säkert hända.” - Studeny²⁸.

Sulejmani²⁹ berättar att han inte tror att denna typ av lösning fungerar i praktiken då han sett att trädens rötter inte verkar ha velat ta sig in i den permeabla asfaltens överbyggnad. Sulejmani³⁰ misstänker att detta kan bero på att överbyggnaden hos den permeabla asfalten förmodligen inte varit tillräckligt lukrativ för att rötterna ska trivas. Schouenborg³¹ menar däremot att rötterna aldrig ska ta sig in under asfalten oavsett om konstruktionen är dränerande eller inte.

Schouenborg³² lyfter att det finns väldigt många faktorer eller egenskaper som vägarna ska uppfylla. *”De ska vara styva och stabila, för att det inte ska bli djupa hålgropar och spår djup, så det är inte bara dräneringsfunktionen som ska fungera”* – Schouenborg³³.

3.10 Implementering och anpassning

Skyfallshanteringen ställs inför en del utmaningar i staden. Utformningen behöver bland annat ta hänsyn till eventuella intresse- och målkonflikter kring exempelvis framkomlighet och tillgänglighet (Sveriges Kommuner och Landsting 2019).

NCC (2024) skriver att en implementering av dränerande asfalt kan reducera behovet av brunnar och dagvattenrännor, vilket förenklar byggandet och möjliggör helt plana ytor. En permeabel asfalt läggs med fördel som en helt plan

²⁵ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

²⁶ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

²⁷ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

²⁸ Clara Studeny, teamsamordnare i Malmö Stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

²⁹ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

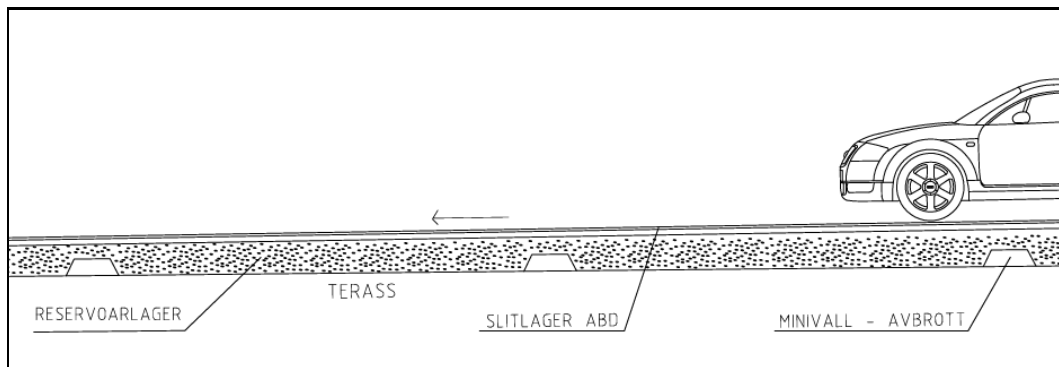
³⁰ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

³¹ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

³² Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

³³ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

yta för att maximera sin fördröjning genom att jämt fylla överbyggnadens fördröjningslager. Vid implementering av permeabel asfalt på gator där höjdsättningen redan lutar kan man i överbyggnaden använda avbrott som bromsar upp flödet och hindrar vattnet från att ansamlas i de lägre punkterna (se figur 18). Dessa avbrott kan bestå av bergkross eller befintlig terrass som täcks med ett tätskikt (Fridell & Bruhn 2022).



Figur 18. Exempel på en genomsläpplig gata med avbrott. (Asrar Emad).

Om konstruktionen har förutsättningar för att inte svämma över kan permeabel asfalt reducera ytavrinning och förhindra att översvämningar leds till omkringliggande platser. Även om den permeabla asfalten implementeras på platser som inte själva riskerar att översvämmas kan den fungera både som en lokal och förebyggande lösning för en mer effektiv och hållbar dagvattenhantering (Scalgo Live 2025).

Schouenborg³⁴ talar om vikten av att placera beläggningarna korrekt, då alla material har sin plats:

“I vissa fall är det bättre med dränerande asfalt än med till exempel gräsarmering. Gräsarmering är till exempel inte jättetrevligt att cykla eller köra på. Dränerande asfalt hade istället varit mer tillgänglighetsanpassat för vissa ytor. Gräsarmering passar bättre på andra. De kompletterar varandra.” - Schouenborg³⁵.

Den höga makrotexturen hos permeabel asfalt medför dock en skrovlig yta, vilket gör att den inte är lika bekväm för till exempel rullstolsbundna och cyklister där en slät textur är önskvärd men den är betydligt mer tillgänglig än gräsarmering (Wågberg 2013; Ejdemo 2007; Sulejmani³⁶). Däremot finns det andra gator där en skrovlig vägbana till och med kan ses som en fördel för att minska halkrisken (Ejdemo 2007). Cykelbanor i Malmö stad har krav på att vara både friktionslåga

³⁴ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

³⁵ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

³⁶ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

och halkfria och lämpar sig därför inte som en plats med permeabel asfalt (Malmö stad 2024b; Sulejmani³⁷).

En permeabel asfaltsyta är inte särskilt beständig mot trafikbelastning och lämpar sig bäst för lägre biltrafikvolymmer med låg hastighet (Sulejmani 2024; Ndon 2017). Risken för ett påskyndat slitage ökar vid högre hastigheter (90–110 km/h) och permeabel asfalt bör även undvikas på gator med mycket svängande trafik eller mycket tungtrafik (Wågberg 2013; Wågberg 2005). Trafiken och höga temperaturer kan också påverka stenlossning och spårutveckling hos vägen (Wågberg 2013).

Ett exempel på var permeabel asfalt är särskilt lämplig är bostadsgator med låg trafikbelastning. Sulejmani³⁸ förklarar detta när han diskuterar långsiktiga fördelar:

“Permeabel asfalt lämpar sig absolut bäst på villagator. Jag tror att det är störst vinning där, när jag tänker på resultaten. Vi har inte behövt salta, vi har inte behövt sopa någonting. Den håller ändå full konvention. Den är inte mer skadad än en vanlig lokal gata efter ett 30-år.” – Sulejmani³⁹.

Lokalgator med en låg referenshastighet på 30–40 km/h, avsedd med trafikklass 1A, eller ytor som parkeringsplatser, villagator och uteplatser möjliggör därav en placering med bäst effekt för ytan (Kuruppu et al. 2018; Göteborg stad 2023; Svensk Markbetong 2025). Ungefär 39% av Malmös gator består av sådana lokalgator (Sulejmani⁴⁰). Dessa skulle kunna utgöra en plats för dränerande asfalt och hade tillsammans kunnat hantera stora mängder av Malmös nederbörd och på så vis bidra till en minskad översvämningsrisk.

3.11 Prestandan på ytor med permeabel asfalt över tid

Wågberg (2004) uppskattar i en rapport att livslängden för en permeabel asfalt är ungefär 12 år, beroende på utförande, trafikbelastning och materialkvalitet. Rapporten omfattar studier från flera länder, inklusive Sverige och Danmark, för att bland annat analysera permeabel asfalts prestanda och funktion. En rapport från Schweiz skriven av Muttuvelu et al. (2022) har undersökt flertalet dränerande beläggningar där permeabla asfaltbeläggningar visat tecken på skador efter 5–6 år. Däremot finns det undantag där permeabel asfalt visat sig ha en betydligt längre livslängd, till exempel Pysslinggatan (Sulejmani⁴¹).

Schouenborg⁴² berättar att ett av de vanligaste argumenten mot dränerande asfalt är att det mals ner salt eller bekämpningsgrus som täpper till porerna på

³⁷

³⁸ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

³⁹ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁴⁰ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁴¹ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁴² Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

vintern vilket kan påverka prestandan. Det är därför viktigt att antingen återställa ytan med spolning och sugning direkt efter vintersäsongen eller undvika traditionella metoder med salt eller grus vid halkbekämpning (Schouenborg⁴³). En av de främsta utmaningarna vid vinterväghållningen är att saltlösningar rinner ner i den porösa strukturen, vilket minskar effekten av preventiv saltning. Inkorrekt vinterväghållning kan även leda till en försämrade markstruktur på grund av igenslamning av saltet (Sulejmani⁴⁴; Stockholm vatten och avfall u.å).

Sulejmani⁴⁵ förklarar att permeabel asfalt får en annan belastning på konstruktionen till skillnad från en traditionell asfaltsväg, då belastningen ej fördelas lika bra och ytan får en mer punktbelastning. För lågtrafikerade vägar är den mekaniska påverkan låg vilket förändrar vägens sätt att åldras på jämfört med högtrafikerade gator (Sulejmani⁴⁶). Den förkortade livslängden hos en permeabel asfalt jämfört med en vanlig beläggning beror huvudsakligen på en snabbare oxidation av bindemedlet (Wågberg 2004). Däremot är Pysslinggatan ett exempel på en permeabel asfalt som upprätthållit en längre livslängd. I dagsläget har Pysslinggatan en livslängd på drygt 30 år. Det som skiljer en permeabel asfalt mot en vanlig asfalt är att den har väldigt mycket hålrum, ungefär på 15–20% (Sulejmani⁴⁷). Den ökade porositeten i permeabel asfalt ökar därmed kontaktytan mellan bindemedlet och luften (Wågberg 2004). Sulejmani⁴⁸ förklarar att detta i sin tur kan orsaka "stripping" vilket är en form av stensläpp där vatten kan orsaka att bindemedlet förlorar sin förmåga att fästa vid stenmaterialet. Ytterligare kan kontakt med syre och solljus med tiden leda till att beläggningen hårdnar vilket resulterar i stenlossning, hål och sprickor (Barzngy & Zangana 2017). Stensläpp är särskilt vanligt för beläggningar med stor andel grov sten och liten andel finmaterial, där permeabel asfalt är särskilt utsatt (Wågberg 2013). Stabiliteten minskar eftersom det finns färre små stenar som kan ge stöd åt de större stenarna. Detta leder till att de grövre stenarna utsätts för högre påfrestningar vid deformation, då de saknar det motstånd som mindre fraktioner normalt erbjuder för att fördela belastningen jämnare (Wågberg 2013). För att förhindra risken för deformation krävs därför en mycket hård sten och ett kraftigare vidhäftningsmedel än för traditionell asfalt (Sulejmani⁴⁹). Svenska bergarter är ofta kiselsyrarika (SGI 2020). Kiselsyrarika bergarter drar till sig vatten snarare än bindemedlet, vilket ökar behovet av bindemedel. En lösning kan vara att

⁴³ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

⁴⁴ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁴⁵ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁴⁶ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁴⁷ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁴⁸ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁴⁹ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

använda stålslagg, en hård och tung sten från återvinning av stål, som är mindre hydrofil än svenska bergarter (Jernkontoret 2024; Sulejmani⁵⁰).

Vidare berättar Sulejmani⁵¹ hur Malmö Stad har anlagt permeabel asfalt på vissa vägar för att undersöka belastningsförmågan eller bullerdämpningen, där man bland annat såg att Ellenborgsvägen i Rosengård, som är en lite mer trafikerad väg, snabbt behövde läggas om. När permeabel asfalt anläggs på platser som ställer för stora krav på beläggningens öppna konstruktion kan den få en hög restaureringsintensitet och en kortare livslängd (Trafikverket 2011). Den bör därför endast användas som beläggning på sträckor där den har rätt förutsättningar och förväntas klara sig längre, med lägre restaureringskostnader (Muttuvelu et al. 2022; Jung et al. 2016).

3.11.1 Återställning av genomsläpplighet i igentäppt permeabel asfalt

Ett av de största problemen med permeabel asfalt är risken för igensättning, vilket kan leda till en gradvis försämring av genomsläppligheten över tid. Det är därför viktigt att undersöka hur infiltrationsförmågan påverkas av igentäppning och hur funktionen kan återställas med hjälp av skötselåtgärder (Kuruppu et al. 2019).

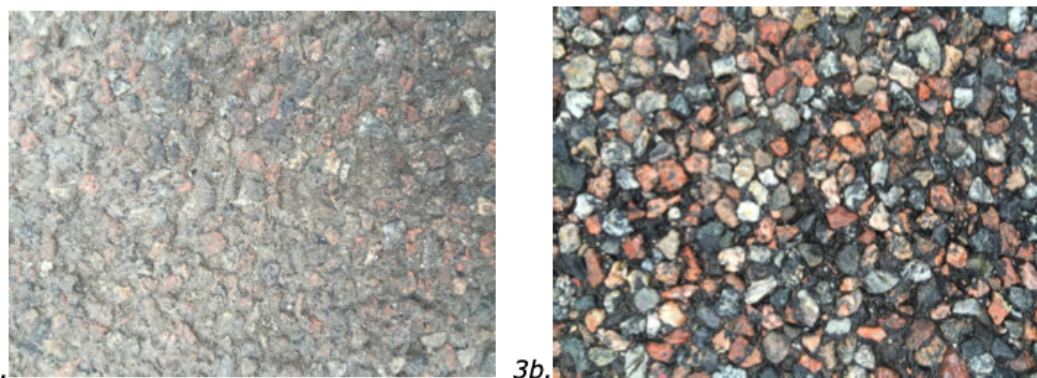
I studien utförd av Al-Rubaei et al. (2012) jämfördes genomsläppligheten för de två nyanlagda dränerande gatorna i Luleå och Haparanda, med en genomsläpplighet på 300–400 mm/min, med genomsläppligheten 20 år senare. När infiltrationstesten genomfördes 20 år senare uppmättes en genomsläpplighet på 3–4 mm/min i ena beläggningen. Efter vakuumsugning ökade genomsläppligheten till 7 mm/min. Trots den reducerade infiltrationskapaciteten kunde den fortfarande hantera ett 100-årsregn med en varaktighet på 10 minuter (Al-Rubaei et al. 2012). Däremot är infiltrationsförmågan under Bäckströms och Forsbergs (1998) rekommendation för en medelinfiltrationskapacitet.

I ett annat experiment av Liu et al. (2021) såg man hur infiltrationsförmågan från nyanlagd till efter återställning av igensättning från smuts och partiklar, i den bäst presterande asfaltsstrukturen minskat med bara 1%. Återställningen utfördes enbart med spolning. Detta visar på en god återhämtning av infiltrationskapaciteten (Liu et al. 2021).

I ytterligare ett test av infiltrationsförmågan före och efter rengöring, denna gång med högtryckstvätt och vakuumsugning med en sopsugbil, visade sig den största förbättringen gå från en infiltration på 0 mm/min till hela 25 mm/min (se figur 19, tabell 2 och 3). Direkt efter rengöringen klarade ytan att omhänderta både 50- och 100-års regn (Thorsell & Granath 2016).

⁵⁰ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁵¹ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.



Figur 19. Permeabel asfalt före och efter rengöring (Thorsell, A, & Granath, M 2016).

Tabell 2. Ytans infiltrationskapacitet före rengöring i respektive provpunkt (Thorsell & Granath 2016).

Provpunkt 1	Provpunkt 2	Provpunkt 3	Provpunkt 4	Provpunkt 5
0 mm/min	0,15 mm/min	0,04 mm/min	0 mm/min	0,007 mm/min

Tabell 3. Ytans infiltrationskapacitet efter rengöring i respektive provpunkt (Thorsell & Granath 2016).

Provpunkt 1	Provpunkt 2	Provpunkt 3	Provpunkt 4	Provpunkt 5
7,4 mm/min	8 mm/min	2 mm/min	25 mm/min	23 mm/min

3.12 Permeabel asfalts klimatpåverkan

Det finns många fördelar med permeabel asfalt, den möjliggör effektiv dagvattenhantering, vilket minskar risken för översvämningar i urbana områden (Muttuvelu et al. 2022). Dessutom kan materialet återvinnas och användas i nya beläggningar och till exempel som bärlager, vilket bidrar till en mer hållbar livscykel (RISE 2022; Muttuvelu et al. 2022).

Däremot menar Sulejmani⁵² att en permeabel asfaltsyta generellt har en högre klimatpåverkan än vad en traditionell asfalt har. Asfalten har flera nackdelar ur miljösynpunkt, inklusive ökad CO₂-utsläpp från tillverkning och transport av grus och stenar. Sulejmani⁵³ förklarar att den dränerande asfalten innehåller stora mängder starka bindemedel vilket är den delen i asfalten som släpper ut mest CO₂-ekvivalenter. Bitumen i asfalten har en klimatpåverkan på 300 kg CO₂ e/ton (Tyrens 2020). Utöver utsläppen har beläggningen även en kort livslängd och kan visa skador efter bara 5–6 år när den inte är tillämpad under optimala

⁵² Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁵³ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

förutsättningar. Detta kan leda till tidig rekonstruktion och ökad resursanvändning (Muttuvelu et al. 2022). Dessutom kräver dessa beläggningar regelbundet underhåll för att förhindra igensättning, vilket ytterligare ökar resursanvändningen och kostnaderna. Dessa faktorer gör att permeabel asfalt, trots sina fördelar för dränering, kan ha en mindre hållbar profil ur ett livscykelperspektiv (Muttuvelu et al. 2022).

3.13 Framtida användning och utveckling

Schouenborg⁵⁴ menar att samhället har en ny syn på framtiden idag vad gäller klimatförändringar. Skyfall är extrema väderhändelser som förväntas bli allt vanligare i samband med den pågående klimatförändringen (RISE u.å b). Det har skett en stor utveckling inom modellering av skyfall och regn på förekommen anledning (SMHI 2021). Schouenborg⁵⁵ menar att det därför finns mycket mer kunskap om vilka områden i en stad som kommer att bli översvämmade i samband med skyfall än vad man hade förr.

Idag har samhället andra utmaningar att tackla än förr på grund av de rådande klimatförändringarna, som till exempel ställer tuffare krav på dagvattenhantering (RISE u.å a).

“När man byggde de här permeabla asfaltsytorna på 1990-talet så jobbade man inte med den typ av scenarier som vi gör nu.”- Schouenborg⁵⁶.

Däremot hade Pysslinggatan, som anlades på 1990-talet, syftet att fördröja dagvatten och skyfall. Pysslinggatan är ett exempel på en gata med permeabel asfalt som var före sin tid med dagvattenhantering (Sulejmani⁵⁷). Sulejmani⁵⁸ berättar att

“Om vi skulle lägga permeabel asfalt idag skulle det vara i syfte för skyfall, inget annat...Så skulle det vara för något så är det bara för skyfalls- och dagvattenhantering.” – Sulejmani⁵⁹.

Den permeabla asfaltens konstruktion skulle då också sett annorlunda ut då det inte räcker att slitlagret kan fördröja vattnet (Sulejmani⁶⁰). Även Schouenborg⁶¹ ser fördelar med att börja använda dränerande asfalt med konstruktion för att hantera skyfall.

Flertalet städer kan och kommer inte kunna hantera de förväntade ökade mängder dagvatten i framtiden på grund av mängden hårdgjorda ytor i

⁵⁴ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

⁵⁵ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

⁵⁶ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

⁵⁷ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁵⁸ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁵⁹ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁶⁰ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁶¹ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

innerstäderna (RISE u.å b). Studeny⁶² förklarar att ett stort fokus läggs på öppna dagvattenlösningar i Malmö när nya ytor ska exploateras, då man ofta har ett större område där man kan planera och välja att få plats med det.

“I befintlig miljö, inne i innerstan, hela gamla stan och Drottningtorget, där det nästan bara är hårdgjort, kommer man antagligen behöva hitta andra lösningar som permeabel asfalt.” – Studeny⁶³.

Skyfallsåtgärder kräver utrymme i en stadsmiljö, och en stor utmaning är att översvämningssäkra redan befintlig bebyggelse och infrastruktur som är höjdsatt. I ny bebyggelse finns större möjligheter att anpassa utformningen (MSB 2017).

Vidare förklarar Sulejmani⁶⁴ hur man hade kunnat utnyttja dränerande asfalt i Malmöns riskzoner för översvämningar, såsom Augustenborg och Ribbersborg. Han tror att man kommer bygga mer av dränerande asfaltsytor då man byggt upp större självförtroende i att materialet fungerar och att infiltrationen fungerar. Sulejmani⁶⁵ tror dock att man kommer se en större ökning vad gäller infiltrerande slitlager av markstensytor med makadam i fogarna. En anledning till detta kan bero på att betong- och stenindustrin framstår ligga längre fram i utvecklingen och vara handlingskraftigare än vad asfaltindustrin är (Sulejmani⁶⁶).

“Jag tror att asfaltindustrin har så pass stor del av marknaden att man inte tycker att det är värt att satsa på. Det blir en ekonomisk belastning. Man har lite mer självförtroende i asfaltindustrin och att betong och sten kanske därför har sett sin chans att expandera sina ytor med den här sortens lösningar.” – Sulejmani⁶⁷.

Val av bitumenkvalitet styrs huvudsakligen av klimatförhållanden (Wågberg 2013). I länder söderut har man bitumen som är anpassad till höga temperaturer. I Sverige krävs det att materialen funkar med både höga och låga temperaturer utan att spricka upp, smälta och täppa till (Schouenborg⁶⁸). I norra Sverige, där det råder ett kallt klimat med hög köldexponering, används främst en mjukare typ av bitumen medan valet av bitumen i södra Sverige istället påverkas av faktorer som trafikintensitet och vägförhållanden. (Wågberg 2013).

På grund av klimatförändringarna kan effekter som översvämningar och värmeböljor komma att påverka Malmö allt oftare (Malmö stad 2024d). Schouenborg⁶⁹ lyfter problem som uppstår hos den dränerande asfalten i samband med väldigt höga temperaturer, då bitumen i asfalten kan smälta och täppa till porerna.

⁶² Clara Studeny, teamsamordnare i Malmö Stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁶³ Clara Studeny, teamsamordnare i Malmö Stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁶⁴ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁶⁵ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁶⁶ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁶⁷ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁶⁸ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

⁶⁹ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

“Det är svårt att ta fram asfaltsblandningar som kan klara de kommande allt kraftigare klimatsvängningarna, inte minst här i Sverige med väldigt stort temperaturintervall.” – Schouenborg⁷⁰.

Man har sett i utförda tester från Wang et al. (2018) att vissa specifika recept och metoder för anläggningen kan göra dränerande asfalt mer motståndskraftig mot spårbildning från medeltunga trafikbelastningar och fordon med axeltryck upp till 10 kN. Sulejmani⁷¹ berättar att olika tester även har utförts där resultaten visar på att en dränerande markbeläggning kan klara laster upp till trafikklass två. Vidare förklarar Sulejmani⁷² att han efter testerna på Pysslinggatan fått en större trygghet för permeabel asfalt, nu när det har bekräftats att gator med dränerande asfalt på en lämplig placering kan hålla i över 30 år utan särskilt underhåll och utan att bli mer skadade än en vanlig lokal gata under rätta förhållanden.

“Vi har känt större självförtroende att det funkar.” – Sulejmani⁷³.

Studeney⁷⁴ tror också att Malmö i framtiden kommer kunna argumentera starkare för att använda permeabla asfaltsytor genom att göra dem mer multifunktionella och kombinera dem med exempelvis närliggande träd, vilket kan minska den bristfälliga förståelsen för permeabel asfalt.

Däremot har skyfallsamordnare en begränsad roll i många projekt i Malmö, då ekonomiska besparingar ofta prioriteras. Skyfallslösningar används snarare som ett sätt att höja projektets värde än som en central del av planeringen (Sulejmani⁷⁵). Studeney⁷⁶ menar dessutom att det sällan vågas experimenteras med nya skyfallslösningar. Detta kan försvåras ytterligare av att både VA Syd och Malmö stad arbetar med dagvatten och skyfallshantering på olika sätt, vilket ibland kan leda till krockar mellan deras lösningar (Studeney⁷⁷).

Det är viktigt att i framtiden använda permeabel asfalt på rätt plats och sköta ytorna med rätt skötsel (Jung et al. 2016; Al-Rubaei et al. 2012). Schouenborg⁷⁸ anser att om ytorna underhålls, kommer de att behålla en fortsatt god funktion, även om infiltrationen inte nödvändigtvis är lika effektiv som vid den ursprungliga anläggningen, men fortfarande tillräcklig. En permeabel asfaltkonstruktion kan vara kostsam, men även restaureringen efter framtida översvämningar medför betydande kostnader. (Jung et al. 2016; VA Syd 2017).

“Kostnaderna för översvämningar är så ofantligt stora så tveklöst kan jag säga, använd alla möjliga tekniker!” – Schouenborg⁷⁹.

⁷⁰ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

⁷¹ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁷² Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁷³ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁷⁴ Clara Studeney, teamsamordnare i Malmö Stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁷⁵ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁷⁶ Clara Studeney, teamsamordnare i Malmö Stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁷⁷ Clara Studeney, teamsamordnare i Malmö Stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁷⁸ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

⁷⁹ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

Permeabel asfalt kan komma att få en betydande roll i framtiden då vi står inför kraftigare regn till följd av klimatförändringarna, tack vare dess förmåga att hantera och fördröja vatten kan bidra till att minska risken för översvämningar i urbana områden.

4. Fallstudie Pysslinggatan

Sulejmani⁸⁰ nämner i intervjun att det i Malmö endast finns ett begränsat antal kända vägar med permeabel asfalt, uppskattningsvis åtta stycken. Han påpekar att Pysslinggatan (se figur 20 och 21) är en av de få gatorna i Malmö som är anlagd med permeabel asfalt. Enligt Sulejmani⁸¹ är gatan projekterad år 1992 och tros ha anlagts år 1993 eller 1994. Han beskriver att vägen ligger i ett bostadsområde och har trafikklassen 1a vilket motsvarar en belastning av mindre än 250 000 standardaxlar.



Figur 20. Flygfoto över Malmö där Pysslinggatan är markerad (Lantmäteriet 2021).

⁸⁰ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁸¹ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.



Figur 21. Flygfoto över Pysslinggatan som är rödmarkerad (Lantmäteriet 2021).

När gatan projekterades ritades inga brunnar in, då tanken var att vägen skulle kunna hantera allt dagvatten på egen hand. Detta visade sig dock vara otillräckligt då vattenansamling hade blivit ett problem, därav kompletterades gatan med en dagvattenbrunn där vattnet blev stående i slutet på gatan (se figur 22) (Sulejmani⁸²). Utifrån observationer har vägen en längdslutning ner mot var dagvattenbrunnen är placerad. Enligt Scalgo Live (2025) ansamlas vatten i slutet av gatan vilket tyder på att även överbyggnaden med största sannolikhet lutar på samma sätt. Vattnet rinner då nedströms i konstruktionen och fyller inte hela vägens fördröjningslager, utan samlas istället vid denna punkt, vilket kan leda till att fördröjningslagret svämmas över. En lösning för dränerande gator med lutning kan vara att använda avbrott i överbyggnaden för att bromsa upp flödet och minska risken för att fördröjningslagret svämmas över vid de lägre punkterna.

⁸² Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.



Figur 22. Kompletterande dagvattenbrunn på permeabel asfalt på Pysslinggatan, Malmö (Foto: Asrar Emad).

Enligt Sulejmani⁸³ har det framkommit att vissa av Malmös dränerande asfaltsvägar har blivit bortglömda och upptäckts i efterhand. Vidare förklarar han att Pysslinggatan var en utav de bortglömda vägarna och har därför inte underhållits med någon särskild skötsel utöver sopning vid behov (Sulejmani⁸⁴). Pysslinggatan har enligt Malmö stad en klass 3 i vinterverksamheten och den lägsta prioriteringen av vägar med vinterväghållning, vilket betyder att den varken har saltats eller snöröjs (Malmö stad 2024b).

En anledning till varför man inte har haft bättre koll på många av dessa dränerande asfaltsytor är att man har anlagt dem i syfte att utföra tester som sedan glömts bort och aldrig följs upp eller lämnas över till driftansvariga (Studený⁸⁵).

I samband med ett Vinnova projekt år 2024 och att man ville bygga om Pysslinggatan förklarar Sulejmani⁸⁶ att olika tester såsom infiltration- och belastningstester utfördes. Syftet var att få momentan feedback av hur den permeabla asfaltskonstruktionen reagerar efter att ha varit i bruk i över 30 år (Sulejmani⁸⁷). Infiltrationstesterna utfördes på två olika platser på gatan med dubbelring infiltrometer vilket möjliggör mätning av endast vertikal infiltration. Infiltrationstesterna pågick i ungefär 417 sekunder, det vill säga ungefär 7 minuter (se tabell 4). I en intervju med Schouenborg⁸⁸, seniorforskare på RISE, konfirmeras det att infiltrationstesterna på Pysslinggatan inte har påverkats utav gatans slitage och hål.

⁸³ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁸⁴ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁸⁵ Clara Studený, teamsamordnare i Malmö Stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁸⁶ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁸⁷ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁸⁸ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

Tabell 4. Resultatvärden av infiltrationstest som utfördes på Pysslinggatan, vattenflöde över tid (Sulejmani⁸⁹).

Material	Liter som uppmättes	Medelvärde (liter)	TID (s)	Vattenflöde (l/s)
Asfalt - dränasfalt				
Pysslinggatan				
Försök 1-torrt	5	5,000	319	0,01567
Försök 2 - vattenmättat	5	5,000	399	0,01253
Försök 2 - vattenmättat	5	5,000	441	0,01134
Försök 2 - vattenmättat	5	5,000	510	0,00980

Schouenborg⁹⁰ förklarar att infiltrationstesternas resultat såg väldigt olika ut på olika platser på vägen och menar på att det inte fanns någon direkt systematik för detta. Han spekulerar vidare i att det kan ha berott på hur mycket föroreningar och partiklar som tex organiskt material från löven som har täppt igen asfaltens porer längs gatan (se figur 23).



Figur 23. Löv från intilliggande träd tillför organiskt material som kan bidra till igentäppning på Pysslinggatan i Malmö (Foto: Asrar Emad).

Resultaten för de två olika platsernas infiltrationsförmåga visade ha en genomsläpplighet på 69,48 millimeter per timme, respektive 1 123,2 millimeter per timme, enligt uträkningar från resultatvärden (se tabell 5).

⁸⁹ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁹⁰ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

Pysslinggatan har en area på 825 m². Gatans reservoarlager har en porositet på 0,25 och ett djup på 0,44 meter vilket ger en maximal fördröjningsvolym på 90,75 m³ eller 90 750 liter i överbyggnaden, enligt Sulejmani⁹¹.

Tabell 5. Resultatvärden från infiltrationstest som utfördes på Pysslinggatan (Sulejmani⁹²).

Material	Areal röret (PI*R2) (m2)				
Asfalt - dränasfalt					
Pysslinggatan	3,14 P				
	0,13 R	Q	K	K som potens	
	0,0503 A	(m3/s)		(m/s)	
Försök 1-torrt	0,0503	1,57×10 ⁻⁰⁵	3,12×10 ⁻⁰⁴	3,12×10 ⁻⁰⁴	
Försök 2 - vattenmättat	0,0503	1,25×10 ⁻⁰⁵	2,49×10 ⁻⁰⁴	2,49×10 ⁻⁰⁴	
Försök 2 - vattenmättat	0,0503	1,13×10 ⁻⁰⁵	2,25×10 ⁻⁰⁴	2,25×10 ⁻⁰⁴	
Försök 2 - vattenmättat	0,0503	9,80×10 ⁻⁰⁶	1,95×10 ⁻⁰⁴	1,95×10 ⁻⁰⁴	

$$V = A * t * F_p$$

V= Fördröjningsvolym i överbyggnaden

A= Dränerande ytas area = 825 m²

t= tjocklek på dränerande förstärkningslager = 0,44 m

F_p= Förstärkningslagret porositet = 0,25

$$V = 825 \times 0,44 \times 0,25 = 90,75 \text{ m}^3 \text{ eller } 90\,750 \text{ liter vatten (Sulejmani}^{93}\text{)}.$$

Fördröjningskapacitet per kvadratmeter:

Maximal fördröjningsvolym: 90 750 l / 825 m² = 110 l/m².

100 års regn i sydvästra Sverige (15 min varaktighet) = ca 35 mm = 35 l/m².

Pysslinggatan kan teoretiskt sätt fördröja 110 l/m², vilket innebär att den kan hantera ett 100 års regn utan problem då ett sådant skyfall kräver en fördröjning på 35 l/m².

Detta innebär att gatan kan fördröja stora mängder vatten innan vattnet leds vidare till dagvattenssystemet. Genom att kunna fördröja denna mängd vatten bidrar den permeabla asfaltskonstruktionen på Pysslinggatan till att avlasta ledningssystemet vid kraftiga regnfall, vilket i sin tur minskar risken för att vatten ansamlas på omkringliggande områden. Resultaten visar att gatan kan hantera mycket mer än vad som klassas som ett skyfall idag (SMHI 2024a). Pysslinggatan (se figur 24) utgör en effektiv lösning för att minska risken för översvämningar

⁹¹ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁹² Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁹³ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

och kan teoretiskt sätt hantera extrem nederbörd. Däremot kan faktorer så som gatans lutning påverka konstruktionens fördröjningskapacitet vilket kan innebära att gatan inte uppnår den maximala fördröjningsvolymen.



Figur 24. Pysslinggatan i Malmö som haft hyfsat optimala förhållanden för en lång livslängd av permeabel asfalt (Foto: Asrar Emad).

5. Diskussion och sammanfattning

Det huvudsakliga syftet med denna studie var att undersöka hur användningen av permeabel asfalt kan förbättra Malmös motståndskraft mot skyfall och främja hållbar stadsplanering. Klimatförändringarna väntas leda till ökade regnmängder, särskilt i södra Sverige. Denna förändring ställer ökade krav på Malmös dagvattenhanteringssystem och ger anledning att överväga permeabel asfalt som en möjlig lösning.

Studien visar att permeabel asfalt med underliggande fördröjningslager kan fördröja stora mängder vatten i den underliggande konstruktionen, vilket fördröjer och minskar ytavrinningen vid kraftiga skyfall. Vattnet fördröjs temporärt och kan eventuellt infiltreras ner i terrassen istället för att direkt belasta stadens avloppsnät. Ett exempel i Malmö är Pysslinggatan, där en permeabel asfaltkonstruktion visat sig ha tillräcklig fördröjningskapacitet för att hantera kraftiga skyfall, inklusive Malmös 100-årsregn (Malmö stad 2017; SMHI 2024b). Genom att avlasta stadens kombinerade avloppssystem bidrar permeabel asfalt till att minska risken för översvämningar (SMHI 2024a; Mobini et al. 2021). Detta gör permeabel asfalt till en viktig lösning för att förbättra dagvattenhanteringen och minska översvämningens risk i Malmö, både på gator där asfältlösningen implementerats och i omkringliggande områden som annars riskerar att få överskottsvatten som leder till svämning.

Studien visar även att det finns flera faktorer som påverkar funktionen hos en permeabel asfalt och dess infiltrationskapacitet. En av dessa faktorer är markens och terrängens egenskaper och infiltrationskapacitet. Malmös jordmån domineras av lerig morän, vilket begränsar den naturliga infiltrationen av dagvatten (SGU 2022). På sådana platser kan en kombination av permeabel asfalt och underliggande dräneringssystem vara nödvändig för att förhindra stående vatten och säkerställa långsiktig funktionalitet.

Den permeabla asfaltens prestanda är även starkt beroende av dess placering och underhåll. Infiltrationskapaciteten kan minska mycket över tid på grund av igensättning med partiklar och föroreningar, men regelbundet underhåll, exempelvis högtryckstvätt och vakuumsugning, kan återställa en stor del av kapaciteten (Liu et al. 2021). Då asfaltens porösa struktur är känslig för stenlossning och slitage vid högtrafikerade gator, lämpar den sig bättre på lokalgator där trafiklassen är låg. Pysslinggatan i Malmö är ett bra exempel på var en permeabel asfaltsgata lämpar sig bra och kan upprätthålla en lång livslängd med fortsatt god infiltration. Detta kan ha berott på gatans låga trafikbelastning samt en minimal vintervägunterhållning av till exempel saltning som annars kan ha en negativ effekt på funktionen. Pysslinggatan saknade även en rekommenderad skötsel för en permeabel asfaltgata, till exempel spolning och vakuumsugning, men har ändå lyckats hantera dagvattnet. Detta ifrågasätter om

den intensiva skötselintensiteten är lika viktig som den påstås vara. En lägre skötselintensitet hade inneburit en lägre skötselkostnad och hade kunnat minska vad som tros vara en av anledningarna till varför man inte använder permeabel asfalt i större utsträckning. Den kompletterande dagvattenbrunnen på Pysslinggatan kan ifrågasättas om överbyggnaden hade utformats med avbrott för att förhindra vattensamlingar i slutet av vägen. En sådan design hade kunnat reducera behovet av dagvattenledningar och därmed minska kostnaderna för ledningsnäten. Ekonomiska aspekter spelar en avgörande roll för möjligheten att byta från traditionell asfalt till permeabel asfalt. Initialkostnaden för permeabel asfalt är högre än för traditionell asfalt, med en prisskillnad på cirka 25 % (SKR 2019a). Dock kan långsiktiga kostnadsbesparingar uppnås genom minskat behov av dagvattensystem och en reducerad risk för översvämningsrelaterade skador, som kan komma att kosta många hundra miljoner kronor (VA Syd 2017). En annan anledning till att permeabel asfalt inte används mer utbrett kan vara kopplad till marknadsrelaterade faktorer. Permeabel asfalt används sällan eftersom den traditionella asfaltindustrin dominerar marknaden och nya lösningar kan anses kostsamma. Betong- och naturstensbranschen har därför kunnat expandera med hållbara alternativ som anses vara mer attraktiva. En annan anledning skulle kunna vara asfaltens klimatpåverkan och höga CO₂-utsläpp från bindemedel som bitumen, resurskrävande tillverkning och regelbundet underhåll, vilket ger en mindre hållbar livscykelprofil (Tyrens 2020; Muttuvelu et al. 2022). Däremot erbjuder permeabel asfalt många fördelar såsom bidrag till förbättrad vattenkvalitet genom att fånga föroreningar som olja och tungmetaller, men även förbättrad trafiksäkerhet genom att minska vattenplaning och bullerdämpning, vilket stärker dess mångsidiga nytta i urbana miljöer (Kuruppu et al. 2019).

För att bättre studera hur permeabel asfalt fungerar i urbana miljöer hade metoden kunnat justeras. En alternativ metod hade kunnat vara att genomföra egna infiltrationstester för att samla in primärdata från flera olika gator. Detta tillvägagångssätt skulle ha möjliggjort en bredare analys i resultaten. I detta arbete har endast tidigare genomförda tester och litteraturstudier använts som underlag, inklusive ett test utfört på Pysslinggatan som personligen inte besöktes under testtillfällena. Att inkludera resultat från flera platser genom egna tester hade kunnat bidra till en mer nyanserad förståelse av de lokala förhållandena och ytterligare stärka slutsatserna i vårt arbete. En vidare utveckling av arbetet skulle kunna innefatta mer omfattande beräkningar för att uppskatta hur mycket vatten permeabel asfalt kan hantera och hur detta kan minska översvämningar i Malmö. Ett exempel hade varit att analysera effekten av att byta ut traditionell asfalt mot permeabel på alla lämpliga platser, som exempelvis de 39 % av stadens gator som utgörs av lokalgator. Detta hade gett en tydligare bild av den totala nyttan med permeabel asfalt i stadsmiljö.

De intervjuade personerna delade sina erfarenheter och åsikter om permeabel asfalt. Generellt var respondenterna positiva till dess implementering och framhöll den som en effektiv lösning vid skyfall. Samtidigt betonades vikten av att noggrant överväga flera faktorer innan man väljer permeabel asfalt som markbeläggning. Sulejmani⁹⁴ och Schouenborg⁹⁵ lyfte exempel på situationer där anläggningen av permeabel asfalt inte varit optimal och hur detta påverkat den omkringliggande miljön. Schouenborg⁹⁶ underströk dock att när permeabel asfalt väl används på rätt plats kan fördelarna vara betydande. Han menar att tekniken bör användas i större utsträckning, särskilt när man jämför dess fördelar med de negativa konsekvenserna av en översvämning (Schouenborg⁹⁷).

Framtida användning av permeabel asfalt bör fokusera på lågtrafikerade områden såsom bostadsgator och parkeringsplatser där dess potential kan optimeras. För att främja en mer hållbar stadsplanering rekommenderas en kombination av permeabel asfalt med andra grönablågråa lösningar, särskilt i områden där ytan är begränsad. Med klimatförändringarnas ökande påverkan framstår dränerande asfalt som en viktig komponent i anpassningen till framtida extremväder.

Sammanfattning av resultatet

Hur kan permeabel asfalt minska översvämningsrisken som orsakats av extrem nederbörd i Malmö?

- Pysslinggatan, med sin permeabla konstruktion, kan teoretiskt fördröja mer än ett 100-års regn som i sin tur avlastar dagvattenssystemet.
- Permeabel asfalt har en väldigt hög infiltrationsförmåga som är betydligt högre än vad som klassas som ett skyfall.
- En stor del av Malmös gator utgör en lämplig plats för permeabel asfalt (är lokalgator) som hade kunnat bidra till LOD och fördröjning av kraftiga skyfall.

Vilka faktorer påverkar funktionen av en permeabel asfalt och dess infiltrationskapacitet?

- Igentäppning från partiklar som sand, salt och organiskt material minskar permeabel asfalts infiltrationskapacitet.

⁹⁴ Pajtim Sulejmani, beläggningsansvarig i Malmö stad, muntlig intervju, 3 december 2024.

⁹⁵ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

⁹⁶ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

⁹⁷ Björn Schouenborg, seniorforskare vid RISE, muntlig intervju, 2 december 2024.

- Skötsel, som sopning och högtryckstvätt, kan återställa en stor del av funktionaliteten.
- Terrassens genomsläpplighet påverkar val av konstruktion (t.ex. Typ A, B eller C).
- Vägens trafikbelastning och tiden vägen är i bruk, påverkar den permeabla asfaltens funktionalitet och prestanda.

Vad påverkar användningen av permeabel asfalt?

- En permeabel asfalt har en högre initialkostnad och kan kräva mer underhåll än traditionell asfalt.
- Klimatpåverkan är större på grund av tillverkningsprocessens CO₂-utsläpp och eventuellt kortare livslängd vid felplacering.
- Har särskilda krav på var den lämpar sig, till exempel inte på högtrafikerade vägar eller vägar med särskilda krav för tillgänglighet.

Referenser

- Al-Rubaei, A., Blecken, G., Stenglein, A.L. & Viklander, M. (2012). *Can vacuum cleaning recover the infiltration capacity of a clogged porous asphalt?*. Luleå University of Technology.
https://www.researchgate.net/publication/259894400_Can_vacuum_cleaning_recover_the_infiltration_capacity_of_a_clogged_porous_asphalt [09-12-2024]
- Barzngy, A. & Zangana, M. (2017). *Beläggningsskadors typ, omfattning och orsaker på statliga vägnätet*. (BD 2017;69). Kungliga Tekniska högskolan. <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1147032/fulltext01.pdf> [18-12-2024]
- Bäckström, M. & Forsberg, C. (1998) Norrländsk gatusektion: Vårar utan översvämningar och tjälskott. Kommentus Förlag. [10-12-2024]
- Eisenberg, B., Lindow, K. C. & Smith, D. R. (2015). *Permeable Pavements Reston, VA: American Society of Civil Engineers*.
<http://ascelibrary.org/doi/book/10.1061/9780784413784> [06-11-2024]
- Ejdemo M. (2007). *Funktion utan hinder*. Sveriges Lantbruksuniversitet. Institution för stad och land. https://stud.epsilon.slu.se/12180/1/ejdemo_m_171106.pdf
- Fridell, K. & Bruhn, F. (2022). *Bilaga 1. Utförandebeskrivning för BGG-system - instruktioner för projektering och anläggning*. Edge. bilaga-1-utförandebeskrivning_bgg_3_0.pdf
- Gustafsson G., Mawlayi F., Mattsson E., Stoll T., Johansson S., Settergren H., Mason T.H. & Holmqvist J. (2024). *Vägledning för klimatanpassning av bostadsföretag*. Upplaga 1. (B2485). Svenska Miljöinstitutet <https://ivl.diva-portal.org/smash/get/diva2:1863429/FULLTEXT01.pdf>
- Göteborg Stad (2023). *3AB lokalgata*. Göteborg stad.
<https://tekniskhandbok.goteborg.se/3-utformning/3a-gatutyper/3ab-lokalgata/> [02-01-2025]
- He, H., Li, R., Lyu, L., Wu, Y., Bilodeau, J.P., Wen, Y., Xu, Z. & Pei, J. *Rainfall runoff response characteristics of typical urban roads based on laboratory tests*. (Volume 135, 104402, ISSN 1361-9209). Transportation Research Part D: Transport and Environment. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2024.104402>. [04-12-2024]
- Hamzah, M.O., Samat, M.M., Joon, K.H., Muniandy, R. (2004). *Modification of aggregate grading for porous asphalt*. <http://eprints.usm.my/14317/1/paper.pdf> [13-12-2024]
- Hedlöf, L (2019). *Faktorer för effektiv infiltration av dagvatten hos permeabel asfalt*. (UPTEC W 19023, ISSN 1401-5765). Uppsala universitet. Institutionen för geovetenskaper. https://wrs.se/wp-content/uploads/2019/04/Hedl%C3%B6f-Ekval-Permeabel-asfalt_exjobb_2019.pdf [10-12-2024]
- Hellman, F., Simonsen, E., Rahman, S., Döse M. & Schouenborg, B (2022). *Dimensionering, bärighet och infiltration: Uppföljning av Blå-Grön-Grå (BGG) konstruktioner*. (Diarienummer: 2019-00175). RISE.

- https://www.svenskmarkbetong.se/media/se3airdg/mud-dimensionering-och-b%C3%A4righet-2023-01-25_0.pdf [20-12-2024]
- Jernkontoret (2024). *Slagg, en mycket användbar restprodukt*.
<https://www.jernkontoret.se/sv/stalindustrin/tillverkning-anvandning-atervinning/restprodukter/slagg/> [18-12-2024]
- Kayhanian, M., Anderson, D., Harvey, T.H., Jones, D. & Muhunthan, B. (2012). *Permeability measurement and scan imaging to assess clogging of pervious concrete pavements in parking lots*. (ISSN 0301-4797). Journal of Environmental Management. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.09.021>. [06-12-2024]
- Kuruppu, U., Rahman, A. & Rahman, M.A. (2019). *Permeable pavement as a stormwater best management practice: a review and discussion*. Springer Nature Link. Volym (78), 327. <https://doi.org/10.1007/s12665-019-8312-2>. [06-12-2024]
- Lantmäteriet (2021). Min karta (version 3.9) [Programvara]. Lantmäteriet
<https://minkarta.lantmateriet.se/> [07-05-2025]
- Linderson M.L., Achberger C. & Chen D. (2004). *Statistical downscaling and scenario construction of precipitation in Scania, southern Sweden*. Vol 35 No 3 pp 261–278. <https://typeset.io/pdf/statistical-downscaling-and-scenario-construction-of-4yqdzkzt2y.pdf> [12-11-2024]
- Liu, Q., Liu, S., Hu, G., Yang, T., Du, C. & Oeser, M (2021). *Infiltration Capacity and Structural Analysis of Permeable Pavements for Sustainable Urban: A Full-scale Case Study*. (Volume 288, 125111, ISSN 0959-6526). Journal of Cleaner Production. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125111> [04-12-2024]
- Luleå Tekniska universitet (2017). *Föroreningar i dagvatten*. Naturvårdsverket.
<https://www.naturvardsverket.se/499c59/contentassets/c359cc8a4bec41b398ae0bc866460014/fororeningar-i-dagvatten.pdf> [13-12-2024]
- Malmö Stad (2017). *Skyfallsplan för Malmö*. [Översiktsplan]. Malmö skyfallshantering.
https://www.vasyd.se/-/media/Dokument_ny_webb/Dagvatten/Dagvatten--och-%C3%B6versv%C3%A4mningsplaner/Skyfallsplan-fr-Malm.pdf [04-12-2024]
- Malmö stad (2018). *Malmö vatten*. [Översiktsplan]. VA Syd.
https://malmo.se/download/18.d4c7ed318b634be6581965f1698313098766/Malm%C3%B6s%20vatten_31_maj2018.pdf [05-12-2024]
- Malmö Stad (2023a). *Befolkning*. [Statistik]. <https://malmo.se/Fakta-och-statistik/Befolkning.html> [10-12-2024]
- Malmö stad (2023b) *Hårdgjord yta inom tätorter*. [Statistik].
<https://miljobarometern.malmo.se/klimat/klimatanpassning/hardgjord-yta/> [12-12-2024]
- Malmö stad (2024a). *Dagvatten*. [Handbok]. <https://malmo.se/Teknisk-handbok/Vatten/Dagvatten.html> [12-12-2024]
- Malmö stad (2024b). *Snö och halka*. [Faktablad]. <https://malmo.se/Bo-och-leva/Stadsmiljo-och-trafik/Skotsel-och-underhall/Sno-och-halka.html> [13-12-2024]

- Malmö stad (2024c). *Årsnederbörd*. [Statistik].
<https://miljobarometern.malmo.se/klimat/klimat-och-vaderstatistik/nederbord#mbContentMenu> [13-12-2024]
- Malmö stad (2024d). *Värmeböljor*. [Faktablad]. <https://malmo.se/Stadsutveckling/Sa-utvecklar-vi-staden/Klimatanpassning/Varmeboljor.html> [13-12-2024]
- Mobini S., Nilsson E., Persson A., Becker P. & Larsson R. (2021). *Analysis of pluvial flood damage costs in residential buildings – A case study in Malmö*. Volume 62. August 2021, (102407)
https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221242092100368X?ref=pdf_download&fr=RR-2&rr=8e0e1422797a6ded [12-11-2024]
- Muttuvelu, D. V., Wyke, S., & Vollertsen, J. (2022). *Are Permeable Pavements a Sustainable Solution? A Qualitative Study of the Usage of Permeable Pavements*. Sustainability, 14(19), 12432. <https://doi.org/10.3390/su141912432> [22-12-2024]
- Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB) (2017) *Vägledning för skyfallskartering - Tips för genomförande och exempel på användning*. MSB1121 - augusti 2017. (ISBN: 978-91-7383-764-4). Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB). <https://rib.msb.se/filer/pdf/28389.pdf> [14-12-2024]
- Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) (2022). *Översvämningar*. (Handbok i kommunal krisberedskap 2022:MSB1964). Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) <https://rib.msb.se/filer/pdf/30076.pdf>
- Naturvårdsverket (2020). *Rening av avloppsvatten i Sverige 2020*. (ISBN 978-91-620-8895-8 ISSN 0282-7298).
 Naturvårdsverket. <https://www.naturvardsverket.se/4acbd5/globalassets/media/publikationer-pdf/8800/978-91-620-8895-8.pdf> [05-12-2024]
- Naturvårdsverket (2024). *Vägledning om hållbar dagvattenhantering, till stöd för att nå etappmål om dagvatten*. <https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/avlopp/hallbar-dagvattenhantering/#:~:text=En%20anl%C3%A4ggning%20f%C3%B6r%20lokalt%20omh%C3%A4ndertagande%20av%20dagvatten,%20en%20dagvattendamm,%20ett> [04-11-2024]
- Ndon, U. (2017). *Trends in the Application of Permeable Pavement as Sustainable Highway Storm Water Management Option for Safe-Use of Roadways*. Journal of Civil & Environmental Engineering, 07. <https://doi.org/10.4172/2165-784X.1000288> [18-12-2024]
- Nordic Construction Company (NCC) (2024). *Hantera skyfallen med NCC Drain Ways*. [Faktablad]. <https://www.ncc.se/ballast/vara-produkter/ncc-drain-ways/> [21-12-2024]
- Nordic Construction Company (NCC) (u.å). *Lad asfalten håndtere regnvandet*. [Faktablad]. [produktbeskrivelse_permavej_2021.pdf](https://www.ncc.se/ballast/vara-produkter/ncc-drain-ways/) [06-01-2025]
- Peab (2008). *Swedrain: Bullerdämpande och dränerande beläggning*. [Faktablad].
<https://www.yumpu.com/no/document/read/20314394/swedrain-peab-asfalt-ab>

- Persson P., Gallardo I., Kallioniemi K. & Foltyn A.M. (2009). *PlanPM Dagvatten*. Länsstyrelsenrapport 2008:24 (ISBN: 978-91-86079-66-6). Länsstyrelsen i Skåne Län.
https://www.lansstyrelsen.se/download/18.26f506e0167c605d569477d5/1551710360972/PM_dagvatten.pdf
- Research Institutes of Sweden AB (RISE) (u.å a). *Dagvatten- och skyfallshantering*. [Populärvetenskaplig artikel]. <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/expertiser/dagvatten-och-skyfallshantering#:~:text=Urbanisering%20och%20f%C3%B6rt%C3%A4tning%20av%20v%C3%A5ra%20st%C3%A4der%20i%20kombination,%C3%B6kade%20m%C3%A4ngderna%20dagvatten%20som%20f%C3%B6rutsp%C3%A5s%20kommun%20i%20framtiden>. [19-12-2024]
- Research Institutes of Sweden AB (RISE) (u.å b). *Multifunktionell urban klimatanpassning i samverkan*. [Populärvetenskaplig artikel]. <https://www.ri.se/sv/vad-vi-gor/projekt/multifunktionell-urban-klimatanpassning-i-samverkan> [20-12-2024]
- Roseen R.M, Ballesterio T., Houle J., Houle K.M., Heath D. (2014). *Assessment of Winter Maintenance of Porous Asphalt and Its Function for Chloride Source Control*. (DOI: 10.1061/(ASCE)TE.1943-5436.0000618). Robert M Roseen.
https://www.researchgate.net/publication/264043951_Assessment_of_Winter_Maintenance_of_Porous_Asphalt_and_Its_Function_for_Chloride_Source_Control [15-12-2024]
- Scalگو Live (2025). Scalگو (version 4.0) [Programvara]. Scalگو <https://scalگو.com/sv/> [16-01-2025]
- Skanska (2006). *Skanskas Tyst asfalt nominerad till Vägverkets miljöpris*.
<https://www.skanska.se/om-skanska/press/pressmeddelanden/45657/Skanskas-Tyst-asfalt-nominerad-till-Vagverkets-miljopris/> [21-12-2024]
- Statens Geotekniska Institut (SGI) (2020). *Bergteknik*. [Faktablad].
<https://www.sgi.se/sv/Forskning--larande/om-geoteknik-och-miljogeoteknik/geoteknik-och-markmiljo/bergteknik/#:~:text=Sura%20bergarter%20%C3%A4r%20kiselsyrarika%20och%20de%20dominerande%20mineralen,%C3%A4r%20en%20av%20de%20ovanligaste%20bergarterna%20i%20Sverige>. [14-12-2024]
- Statens Geotekniska Institut (SGI) (2023) *Jordarter*. [Faktablad].
<https://www.sgi.se/sv/Forskning--larande/om-geoteknik-och-miljogeoteknik/geoteknik-och-markmiljo/jordmateriallara/lera-och-kvicklara/> [14-12-2024]
- Statens Geotekniska Institut (SGI) (2024). *Grundläggning och förstärkning*. [Faktablad].
<https://www.sgi.se/sv/vagledning-i-arbetet/grundlaggning-och-forstarkning/> [14-12-2024]

- Stockholm vatten och avfall (u.å). Genomsläpplig beläggning. [Faktablad]. Stockholms vatten och avfall. <https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar/anlaggningar-for-kvartersmark/i-mark/genomslapplig/> [22-12-2024]
- Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) (2020a). *Postglacialt sand och grus*. [Faktablad]. <https://www.sgu.se/om-geologi/jord/fran-istid-till-nutid/landhojning-fran-havsbotten-till-lerslatt/postglacial-sand-och-grus/> [14-12-2024]
- Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) (2020b). [Faktablad]. *Morän - spår av inlandsisen*. <https://www.sgu.se/om-geologi/jord/fran-istid-till-nutid/inlandsisen/moran-spar-av-inlandsisen/> [14-12-2024]
- Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) (2021). *Isälvssediment, morän och berg*. [Faktablad]. <https://www.sgu.se/anvandarstod-for-geologiska-fragor/geologi-i-oversiktsplanering/byggande-och-infrastruktur/kostnader-och-resurseffektivitet-for-byggnation-pa-olika-markforhallanden/naturgrus-moran-och-berg/> [14-12-2024]
- Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) (2022). *Potential till ökad grundvattentillgång*. [Faktablad]. <https://www.sgu.se/anvandarstod-for-geologiska-fragor/geologisk-handledning-for-vatmarksatgarder/att-bedoma-vatmarksatgarders-effekter/potential-till-okad-grundvattentillgang/> [14-12-2024]
- Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) (2023). (version 2023-11-23) [Programvara]. *Kartvisaren Jordarter 1:25 000-1:100 000*. <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html> [02-11-2024]
- Sveriges Kommuner och Landsting (SKR) (2019a). *Tysta gatan: om bullerdämpande beläggningar*. [Rapport]. (ISBN: 978-91-7585-807-4). Sveriges Kommuner och Regioner. <https://skr.se/skr/tjanster/rapporterochskrifter/publikationer/tystagatanombullerdampandebelaggningsar.65656.html>
- Sveriges Kommuner och Landsting (SKR) (2019b). *Klimatförändringarnas lokala effekter*. [Rapport]. (ISBN nummer: 978-91-7585-735-0). Sveriges kommuner och landsting. <https://skr.se/download/18.38ab605517e9606b1b6194a6/1643373630629/Klimatf%C3%B6r%C3%A4ndringarnas%20lokala%20effekter.pdf> [18-12-2024]
- Sveriges Lantbruksuniversitet (SLU) (2022). *Översättning mellan SGU:s jordarter och benämningar för modermaterial i MACRO-DB*. [Faktablad]. SLU - Centrum för kemiska bekämpningsmedel i miljön. <https://www.slu.se/globalassets/ew/org/centrb/ckb/macro-db/oversattning-mellan-sgus-jordarter-och-benamningar-for-modermaterial-i-macro-db.pdf> [14-12-2024]
- Sveriges Meteorologiska och hydrologiska institut (SMHI) (2020). *Nederbördsstatistik för dimensionering av dagvattensystem – "State of the Art"*. [Faktablad]. Svenskt Vatten. https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.159923!/State%20of%20the%20Art-2020-03-11_GS.pdf [11-12-2024]
- Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) (2021). *Skyfall och översvämningar idag och i framtiden*. [Faktablad].

- <https://www.smhi.se/forskning/forskning-for-ett-hallbart-samhalle/skyfall-oversvamningar-1.163637> [11-12-2024]
- Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) (2023). *Skyfall och rotblöta*. [Faktablad]. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/skyfall-och-hagel/skyfall-och-rotblota-1.17339#:~:text=Om%20en%20st%C3%B6rre%20m%C3%A4ngd%20faller%20p%C3%A5%20kort%20tid,stationer%20m%C3%A4ts%20nederb%C3%B6rden%20endast%20en%20g%C3%A5ng%20per%20dygn>. [11-12-2024]
- Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) (2024a). *Ökad nederbörd över tid styrks av studie med historisk mätutrustning*. [Populärvetenskaplig artikel]. <https://www.smhi.se/forskning/forskningsnyheter/historiska-matinstrument-viktiga-for-att-forsta-klimatforandringen-1.208847> [04-11-2024]
- Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) (2024b). *Hur mäts nederbörd?*. [Faktablad]. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/regn/hur-mats-nederbord-1.637> [15-11-2024]
- Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut (SMHI) (2024c). *Regeringen presenterar ny nationell strategi och handlingsplan för klimatanpassning*. [Populärvetenskaplig artikel]. <https://www.smhi.se/nyhetsarkiv/regeringen-presenterar-ny-nationell-strategi-och-handlingsplan-for-klimatanpassning-1.206189> [14-12-2024]
- Svensk markbetong (2025). *Vad är trafikklass?*. Svensk Markbetong. svenskmakbetong.se/blogg/vad-ar-trafikklass-1/ [02-01-2025]
- Thorsell, A, & Granath, M (2016). *Infiltrationsförsök genomsläpplig asfalt*. Water revival systems (WRS). https://wrs.se/wp-content/uploads/2017/10/Infiltrationsf%C3%B6rs%C3%B6k-genomsl%C3%A4pplig-asfalt_WRS-AB_2016.pdf [16-12-2024]
- Trafikverket (u.å). *Asfaltbeläggning och -massa: Bestämning av draghållfasthet genom pressdragprovning*. [Rapport]. (FAS Metod 449-99). Trafikverket. https://bransch.trafikverket.se/contentassets/5757e1e5ee8048ed8611d9c84c47829e/46_fas449-99.pdf [17-12-2024]
- Trafikverket (2005). *Typblad, kontrollblad, bindemedel och konstruktionstyper för bitumenbundna lager*. [Kontrollblad]. (VV Publ 2005:112). Trafikverket. https://bransch.trafikverket.se/contentassets/c19c23215b0f477a8e179c8aa4082c98/kapitel_i_typblad_kontrollblad_bindemedel_och_konstruktionstyper_for_bitumenbundna_lager.pdf [17-12-2024]
- Trafikverket (2011). *TRVR Väg*. [Rapport]. (ISBN nummer: 978-91-7467-138-4). Trafikverket. <https://trafikverket.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1542367&dswid=9716> [18-12-2024]
- Trafikverket (2024). *Underhåll av belagda vägar*. [Faktablad]. <https://www.trafikverket.se/resa-och-trafik/underhall/sa-skotervi-vagar/underhall-av-belagda-vagar/> [17-12-2024]

- Tyréns (2020). Förslag på klimatkrav för beläggning. (300330). Tyréns.
https://bransch.trafikverket.se/contentassets/bd04374d86074cb0aa46a7f540338747/rapport-klimatkrav-for-belaggning-11-maj-slutleverans.pdf?utm_source=chatgpt.com [22-12-2024]
- VA Syd (2017). *Åtgärdsplan för Malmös avloppsledningsnät 2017*. VA Syd.
https://www.vasyd.se/-/media/Dokument_ny_webb/Avlopp/Atgardsplaner-for-avlopp/tgrdsplan-Malm-Avloppsledningsnt-2017.pdf [05-12-2024]
- Wang, X., Gu, X., Dong, Q., Wu, J. & Jiang, J. (2018). *Evaluation of permanent deformation of multilayer porous asphalt courses using an advanced multiply-repeated load test*. Construction and Building Materials, 160, 19–29.
<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2017.11.028> [19-12-2024]
- Woods-Ballard, B., Kellagher, R., Martin, P., Jefferies, C., Bray, R. & Shaffer, P. (2011). *The SuDS Manual C697*. (ISBN 978-0-86017-697-8). CIRIA.
[https://www.bing.com/ck/a?!&&p=e9f408d76c5032d126d311c103c9109bba846cf26898fb9c219949e62334c4c3JmldHM9MTczMTg4ODAwMA&ptn=3&ver=2&sh=4&fclid=1a862cdb-e86a-65ba-094c-3ec9e901643c&psq=Woods+Ballard%2c+B.%2c+Wilson%2c+S.%2c+Udale-Clarke%2c+H.%2c+Illman%2c+S.%2c+Scott%2c+T.%2c+Ashley%2c+R.+%26+Kellagher%2c+R.+\(2015\).+The+SuDS+Manual+C753+%5bonline%5d.+5.+ed+London%3a+Ciria.&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cucmVzZWFiY2hnYXRILm5ldC9maWxlLlBvc3RGaWxlTG9hZGVyLmh0bWw_aWQ9NTdjYjNlMWFmN2I2N2VmM2U0MWRhOGYxJmFzc2V0S2V5PUFTJTBNBDAyMzQzMTc5ODk4ODgwJTQwMTQ3MjJkZnZQ5NzE2OA&ntb=1](https://www.bing.com/ck/a?!&&p=e9f408d76c5032d126d311c103c9109bba846cf26898fb9c219949e62334c4c3JmldHM9MTczMTg4ODAwMA&ptn=3&ver=2&sh=4&fclid=1a862cdb-e86a-65ba-094c-3ec9e901643c&psq=Woods+Ballard%2c+B.%2c+Wilson%2c+S.%2c+Udale-Clarke%2c+H.%2c+Illman%2c+S.%2c+Scott%2c+T.%2c+Ashley%2c+R.+%26+Kellagher%2c+R.+(2015).+The+SuDS+Manual+C753+%5bonline%5d.+5.+ed+London%3a+Ciria.&u=a1aHR0cHM6Ly93d3cucmVzZWFiY2hnYXRILm5ldC9maWxlLlBvc3RGaWxlTG9hZGVyLmh0bWw_aWQ9NTdjYjNlMWFmN2I2N2VmM2U0MWRhOGYxJmFzc2V0S2V5PUFTJTBNBDAyMzQzMTc5ODk4ODgwJTQwMTQ3MjJkZnZQ5NzE2OA&ntb=1) [06-11-2024].
- Wågberg L.G. (2004). *Genomgång av europeisk litteratur om dränerande asfalt*. (Projektnummer: 80567). Statens väg- och transportforskningsinstitut (VTI).
<https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:670220/FULLTEXT01.pdf> [17-12-2024]
- Wågberg L.G. (2013). *7 val av beläggning*. <https://asfaltboken.se/val-av-belaggning/> [14-12-2024]

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i JA, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i NEJ, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Även om du inte publicerar fulltexten kommer den arkiveras digitalt. Om fler än en person har skrivit arbetet gäller krysset för samtliga författare. Du hittar en länk till SLU:s publiceringsavtal på den här sidan:

- <https://libanswers.slu.se/sv/faq/228316>

☒ JA, jag/viger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.