

INNERSLÄNTENS FUNKTION OCH EGENSKAPER



LUNDS
UNIVERSITET

Lunds Tekniska Högskola

LTH Ingenjörshögskolan vid Campus Helsingborg
Institutionen för Teknik och Samhälle

Almir Vreva & Endrit Redjepi

© Copyright Endrit Redjepi, Almir Vreva

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

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

Tryckt i Sverige
Media-Tryck
Biblioteksdirektionen
Lunds universitet
Lund 2020

Sammanfattning

Vid utformning av vägar idag är det inte enbart vägytan och vägkroppen som beaktas utan hela vägmiljön inklusive vägens sidoområde. Detta ställer helt nya krav på utformning av slänter och diken. Den främsta utmaningen är hanteringen av vattnet och här är innerslänten ett vitalt instrument för utmaningen.

Vattenhanteringen i vägområdet är en huvuduppgift för att kunna säkerställa en vägs säkerhet och hållbarhet. Vid okontrollerade förhållanden kan vatten skapa en stor vägnedbrytning. Att kunna hantera vattnet är väsentligt för att kunna begränsa nedbrytningen av vägarna. Dessutom har vattnet en given roll av påverkan på miljön. På grund av vägens material och allt trafikutsläpp finns det en mängd farliga ämnen och partiklar som har en stor skadlig faktor på vår miljö. I det ligger en betydande uppgift, att tämligen kunna hantera allt vägdagvatten såväl som med skadliga partiklar som utan. Vattnet i detta fall är bilateralt och har påverkan på både miljö och säkerhet, således skadliga partiklar och vägnedbrytning vilket är vägområdets ultimata utmaningar.

För att kunna hantera vägdagvattnet är innerslänten en viktig del av vägområdet som kan reglera vägdagvattnet vid rätt utformning. I detta arbete utreds innersläntens funktion och egenskaper för att kunna peka ut de mest väsentliga faktorerna hos en innerslänt. Förutom funktion måste även innerslänten vara estetiskt tilltalande. I detta arbete har intervjuer och litteraturstudier genomförts för att kunna avskilja vilka faktorer som är mest gynnsamma för vägområdet. Avledningen av vattnet är innersläntens uppgift och vad som sker när vattnet tränger ner i undergrunden har även arbetats med och rapporterats. För att kunna hantera giftiga partiklar från vägdagvattnet krävs det bland annat filtration etcetera för att kunna ta hand om dessa partiklar. I rapporten visas vägdagvattnets resa från vägen ner till grundvattnet och innersläntens roll i det hela.

Nyckelord: Innerslänt, Sidoområde, Avvattning, Utformning, Trafiksäkerhet, Miljö

Abstract

When designing roads in today's time, it is not only the road surface and the structure that are being taken into consideration, but also the whole road environment including the side region of the road. This emphasizes completely new requirements on the geometrical design of slopes and ditches. The main task is the management of the road water and the inner road slope is a vital instrument for the challenge.

The management of the water by the side region is a vital task to provide security on a road's safety and sustainability. In uncontrollable circumstances water can be a dangerous and damaging aspect on the roads which can create great breakdowns of the road. To be able to manage the water is vital in terms of limiting the breakdown of the roads. Due to the materials of the road and all traffic occupying the road there is a load of toxic substances and particles which has a great damaging factor on our environment. In there lies a great task, which is to be able to handle all the road water as well as the damaging substances or particles. The water in this case is bilateral and has an effect on both the environment as well as the security, thus toxic particles and road breakdowns which are the ultimate challenges for the road region.

To be able to cope with the road water the inner slope plays a great part of the road region which can regulate the road water providing there is a proper design. In this work it has been put a great focus on the function and characteristics of the inner slope so that the most vital factors can be appointed in an optimal inner slope. Another task in this work has been to acknowledge the aesthetics of a slope and provide a slope which is both functional and aesthetically pleasing. This work provides interviews and literature studies to be able to determine the factors which are the most favourable for the road region. The diversion of the water is the main task of the inner slope and what acts when the water permeates into the underground has also been put to effort in this work and been reported. To be able to handle toxic particles from the road water it requires filtration for instance and so on to be able to handle these toxins. The rapport shows the journey of the road water from the boulevard all the way to the groundwater and the role of the inner slope overall.

Keywords: Inner slope, Side area, drainage, design, Road safety, Environment

Förord

Examensarbete har utförts som en sist uppsats på högskoleingenjörsprogrammet med inriktning Väg- och Trafik på Lunds Tekniska Högskola.

Ett stort tack riktas till alla de som på ett eller annat sätt bidragit till att göra det här examensarbetet fullt möjligt. Vi vill börja med att tacka Fatri Rexhepi på Trafikverket för han hjälpt och väglett oss att komma i kontakt med Trafikverket.

Extra tack vill vi uttrycka till vår handledare på Trafikverket, Robert Karlsson. Utan dig hade det här examensarbetet inte blivit av. Robert har alltid kommit med kloka synpunkter samt alltid varit tillgänglig och ordnat så att arbetet hela tiden kunnat flyta på samt det stöd vi fått av honom för att hålla arbetet på en hög akademisk nivå.

Vi vill också passa på att tacka alla intervjupersoner som tagit sig sin tid att svara på de frågor som vi har haft i samband med vår intervjustudie.

Vi vill även rikta ett tack till Sven Agardh som valde att ställa upp som handledare och granskat våra texter.

Självklart vill vi även tacka våra familjer och vänner som har stöttat oss under hela vår utbildning och nu i det här avslutande examensarbetet. Sist men absolut inte minst ett stort tack till LTH som verkligen utvecklas oss både som människor men även kunskapsmässigt.

Innehållsförteckning

1 Inledning	1
1.1 Bakgrund	1
1.2 Syfte	2
1.3 Metodbeskrivning	2
1.3.1 Litteraturstudien	3
1.3.2 Intervjuer	3
1.4 Avgränsningar	4
1.5 Resurser	4
2 Litteraturstudie och sammanfattning av regelverk	5
2.1 Överbyggnad	5
2.2 Terrassytan	7
2.3 Innerslänt och ytterslänt	8
2.3.1 Innerslänt	8
2.3.2 Ytterslänt	10
3 Innersläntens och vägdikets reningsfunktioner	11
3.1 Hydrauliska egenskaper	14
4 Trafiksäkerhet	16
5 Intervjuer och resultat	19
6 Slutsatser	23
6.1 Vilka aspekter påverkar innerslänternas utformning?	23
6.2 Vilka regelverk berörs?	23
6.3 Vilka möjliga lösningar finns?	23
6.4 Vilka konsekvenser får olika lösningar?	24
6.5 Framtida utvecklingsmöjligheter	24
Terminologi	25
Källförteckning	26
Bilagor	27

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Vägens största fiende är vatten. Detta gäller framförallt vägarna i de nordiska länderna där det råder längre vinterperioder men även mycket regn.

Avvattningsunderhåll kan ha en avgörande effekt på beläggningens livslängd men även de årliga beläggningskostnaderna. Det kan också påverka trafiksäkerheten. Man strävar därför idag mycket efter att bygga vägar som har ett välfungerande avvattningssystem för att leda bort vatten från vägkroppen via diken. Men det är lättare sagt än gjort!

Avvattningsanordningarna är idag en utmaning att utföra med hänsyn till miljörestriktioner trafiksäkerhet, fastläggningsförmåga mm. Samtidigt som det också är viktigt att den slutliga avvattningen av vägen fungerar till fullo under dess hela process. För som nämndes tidigare är vägen benägen att brytas ned raskt om avvattningen inte är tillräcklig.

Vägdiket är den del av vägbanan som bildar en gräns mellan vägkroppen och den angränsade marken. Dess huvuduppgift är att avvattna vägbanan och dränera vägkroppen men har även stor betydelse för trafiksäkerheten.

Idag råder det delade meningar om hur man skall bygga gällande innerslänter för att på ett så effektivt sätt så möjligt leda bort vatten från vägkroppen. Olika aspekter som estetik, miljö och vägteknisk drift har ibland motstridiga intressen. En lyckad helhetslösning innebär ofta en kompromiss mellan alla de olika aspekterna. Arkitekturen vill gärna locka fram en estetiskt tilltalande sida med helst mångfaldig växtbeklädsel på bekostnad av underhållet. Underhållet blir problematiskt i sådana fall då deras bästa lösning på underhåll är vanligt makadam. Eftersom makadam avleder vattnet effektivt samt inte binder sig till jorden och blir lättare att underhålla. Det råder för och nackdelar med respektive lösningar men ingen är idag bra nog för att kunna säga om det ena eller det andra alternativet är det man ska tillämpa för vidareutveckling.

Idag använder man sig av olika typer av asfalt där man både stöter på täta som otäta asfalttyper beroende på omständigheterna. I vårt sammanhang gällande innerslänter är alltid en tät beläggning valet. I täta asfalttyper (ABT) kan det förekomma sprickor efter ett tag som gör att vatten kan tränga igenom och på så sätt nå vägkroppen vilken innebär att vatten måste också hitta en väg ut för att på så sätt undvika att vägen bryts ned i snabbare takt. Likaså kan vatten tränga in i vägkroppen underifrån, detta ser man oftast i skärningar där omgivande mark är högre än vägen. Detta fenomen är ett problem idag då vatten förblir kvar i vägkroppen och orsakar problem. Att satsa på innerslänter som leder bort vatten kan därför vara ett stort steg framåt i utvecklingen och en lösning som hade kunnat införas där avledning av vatten är ett problem.

En idealisk lösning vore någon form av innerslänt som har en god genomsläpplig förmåga från insidan och en bortstötande utsida som gör att

vatten inte kan komma in i väggkroppen och även om vatten kommer in via andra brister ska det kunna ledas ut. Något positivt som man ser med denna lösning är att man förhindrar penetration av regnvatten in i väggkroppen från innerslätten och minskar därmed exponeringen för regn. Denna lösning för även med sig en del oklarheter som är värt att studera närmare på. Det är uppenbart att vatten kan komma in i väggkroppen genom sprickor i vägtytan och det är då till en fördel om vattnet lättare kan komma ut ur väggkroppen. I detta fall väljer man att använda sig av innerslänter som har genomsläpplighetsförmåga på ena sidan och repellerande förmåga på andra sidan vilket gör att vatten har svårare att ta sig in i väggkroppen och lättare att ta sig ut. Men som sagt är denna lösning värd en närmare studie för att utvärdera ifall möjligheten till utveckling är aktuell.

Företaget som man valt att samarbeta med för att kunna fullfölja detta examensarbete är Trafikverket där Robert Karlsson har varit handledare.

1.2 Syfte

Avsikten med denna rapport är att undersöka innerslätten på sidoområdet och få en övergripande bild på problemet samt i bästa fall kunna finna en lösning som avleder vatten på ett effektivt och hållbart vis, samt är estetiskt tilltalande och inte bidrar till föroreningar eller skador på miljön. Lösningen skall vara ekonomiskt och miljömässigt hållbar och om möjligt gynna omkringliggande miljö och endast använda miljövänliga material. Vatten i väggkroppen är vägens största fiende och en bra ingång för vattnet blir innerslätten.

Stort fokus kommer att läggas på att förstå hur vattnet fungerar i olika material och hur det skall hanteras när det väl är inne i väggkroppen.

Den primära avsikten är att hitta en lösning som har en bra avledningsförmåga och som kan förbättra vägens livslängd och på sikt vara en ekonomisk lösning.

Examensarbetet ska även belysa olika frågeställningar för att på så sätt ge en översikt på det.

Följande frågeställningar ska besvaras:

- Vilka aspekter påverkar innerslänternas utformning?
- Vilka regelverk berörs?
- Vilka möjliga lösningar finns?
- Vilka konsekvenser får olika lösningar?

1.3 Metodbeskrivning

För att kunna besvara och analysera de frågeställningar som ingår har två olika tillvägagångssätt att ansamla kunskap om ämnets används. Arbetet har valts att delas upp i två olika delmoment, litteraturstudie och intervjuer, som

fortsättningsvis är tänkt skall ge en så utbredd och djup kunskap som möjligt på en övergripande nivå. Förhoppningsvis skall denna strategi ge flera infallsvinklar på ämnet där den teoretiska delen i form av litteraturstudien skall ge en fördjupad kunskap om ämnet. Medan intervjuerna skall stärka de faktakunskaper man införskaffat med erfarenheter ifrån verkligheten. De olika momenten arbetet delats upp i är:

- Litteraturstudie
- Intervjuer

1.3.1 Litteraturstudien

Kunskapen vad gäller innerslätten tycks vara begränsad när det kommer till hur man skall förhålla sig till problemet. En viss oenighet råder bland olika parter som till exempel landskapsarkitekter och de som tillhör underhåll, beroende på hur man ser på problemet. Detta har varit till stor hjälp i litteratursökningen eftersom man har utefter respektive synvinkel försökt förstå sig på problemet vilket bidragit till att man byggt vidare på deras resonemang med hjälp av litteratur.

Genom litteraturstudien har en bred generell teori om innerslätten uppnåtts genom att studera relevanta arbeten och informativ litteratur, framför allt av vetenskapliga artiklar från internet såsom SGI:s bibliotek, trafikverkets skrifter men även databaser från LTH.

Regelverken VGU och TRVK-väg har studerats för att få en inblick i reglerna vid byggande av väg.

1.3.2 Intervjuer

I examensarbetet har även intervjuer genomförts för att stärka den kunskap man erhållit genom litteraturstudien. Samtliga intervjuade jobbar på Trafikverket men har olika bakgrunder och erfarenheter vilket har varit till stor hjälp.

Personer som intervjuats har följande titlar:

- Specialist vägutformning
- Hydrolog
- Landskapsarkitekt
- Geotekniker
- Hydrolog och systemekolog

I intervjuerna har man utgått från ett liknande upplägg och försökt ställa liknande frågor till alla de inblandade för att utveckla förståelsen och kunskapen för de olika processerna.

Intervjuerna har genomförts på distans via Skype dels på grund av Covid-19 men även på grund av avståndet. Tack vare intervjuernas samtycke är samtliga intervjuer inspelade vilket har gjort att man kunnat gå tillbaka vid osäkerhet och lyssna återigen.

1.4 Avgränsningar

Det som specifikt kommer studeras i examensarbetet är just innerslätten. Hur man skall leda bort vatten ur vägkroppen från innerslätten fram till diken.

Givetvis kommer det att tas upp andra delar av vägbanan också för att på så sätt få en tydligare rapport för de som inte är insatta.

1.5 Resurser

På grund av smittrisen har rapporten skrivits hemma men där företagsledaren från Trafikverket funnits till förfogande via mejl och Skype vid behov.

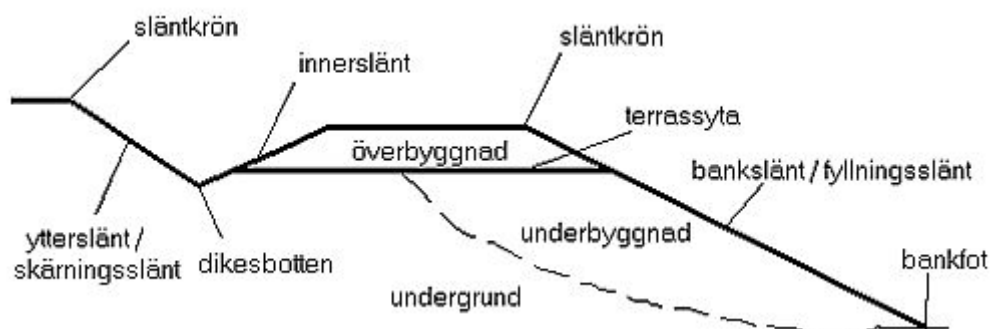
Regelbundna Skype samtal har hållits.

2 Litteraturstudie och sammanfattning av regelverk

2.1 Överbyggnad

En vägöverbyggnad består av ett antal olika materiallager där respektive lager skall uppfylla specifika funktioner. Tillsammans skall de säkerställa att vägen förblir säker, bärig och beständig under tillräckligt lång tid där olika faktorer tas till hänsyn såsom trafikmängd och klimat. Allmänt kan man säga att en vägkonstruktion skall utformas så att den både skyddar underlaget mot överbelastning men även att påkänningarna i de olika lagerna inte överstiger lagrets styrka eller hållfasthet (Asfaltboken, 2008). Vägkonstruktioner brukar delas in i flexibla, styva och halvstyva konstruktioner och där den vanligaste förekommande i Sverige är flexibla.

Figur 1 nedan visar den grundläggande uppbyggnaden av en väg där man utgått från Trafikverkets TRVK Väg.



FIGUR 1 UPPBYGGNAD AV EN VÄG (TRVK-VÄG, 2012)

Idag läggs det mycket tyngd vid att vägytan måste avvattnas och vägområdet samt vägkroppen måste dräneras för att bland annat bibehålla trafiksäkerhet, vägkonstruktionens bärighet men även tjältålighet. Dränering av vägkroppen innebär att överbyggnaden skall hållas torr så att konstruktionens bärighetsegenskaper bevaras. Idag orsakar dåligt dränerade vägkonstruktioner omfattande kostnader för reparation och underhåll i Sverige men där den exakta omfattande kostnaden är ännu inte specificerat. (Vägdikenas funktion och utformning, 2003)

Vägens sidoområde är viktig ur en mängd olika aspekter, inte minst när det gäller avvattning av vägkroppen. Några av sidoområdets funktioner är:

- Dränera vägkroppen
- Avvattna vägytan
- Skapa bärighet och stabilitet
- Begränsa risk för avkörningar och mildra konsekvenser vid sådana (Vägdikenas funktion och utformning, 2003)

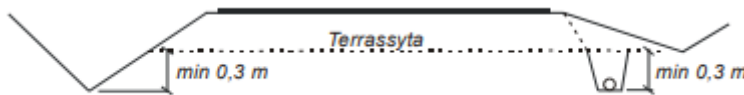
Detta innebär i sin tur att flera krav ställs på utformning och underhåll av sidoområdet som till exempel krav på släntlutning, krav på nivå på vattengång under terrass, krav på öppna diken och minsta dikesdjup. Det finns olika typer av diken med skilda funktioner men där den vanligaste förekommande är de med V-formade tvärsektioner.

Enligt TRVK-väg översiktliga hänvisning vad gäller avvattning av vägbanan är kravet på avvattning uppfyllt om:

- ”Vägen har tillfredsställande tvärfall, vilket innebär att vattensamlingar med vattendjup större än 5 mm inte bildas vid regn”
- ”Diken och ledningar dimensionerats för förekommande flöden enligt `Hydraulisk dimensionering`”

För att vägöverbyggnadens bärighetsegenskaper skall säkerställas krävs som nämndes tidigare att en fungerande dränering eller dike. För att en god hydraulisk kontakt med överbyggnaden skall erhållas så menar TRVK på att 0,3 m under terrassytan bör eftersträvas för dikesbotten i ett öppet dike eller vattengång i en dränledning (se figur 2 nedan).

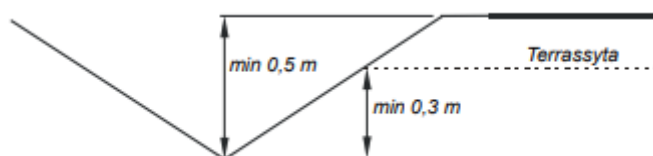
Dike kan antingen vara öppna eller eventuellt stenfyllda.



FIGUR 2 TERRASSYTA (TRVK-VÄG, 2012)

För att kravet på dränering skall vara godkänt anses de förutom ovanstående restriktion om minst 0,3 m under terrassytan även att flödet genom innerslätten är säkerställt genom att den antingen består av ett permeabelt material eller genom att dränerande slitsar med permeabelt material installeras vid var 20 m.

Vad gäller konstruktionen på ett dike så bör längslutning vara minst 5 ‰ och ha ett dikesdjup på minst 0,5 m under vägytan, som man kan se på figuren nedan. Utformningen av diken ska ske med hänsyn till behov av snömagasin och krav på sidoområdets utformning från trafiksäkerhetssynpunkt och skötselsynpunkt.



FIGUR 3 TERRASSYTA (TRVK-VÄG, 2012)

Ibland kan det vara aktuellt med dränering av undergrund som exempelvis:

- I djupa skärningar i finkornig jord
- På uppströmssidan i sidolutande terräng
- Vid kraftig längslutning

Detta sker i de fall det är sannolikt att ogynnsamma dräneringsförhållanden påverkar vägens tillstånd eller skadeutveckling. Ogynnsamma förhållande gäller om:

- Avståndet mellan terrassytan och grundvattenytans medelnivå är mindre än 0,5 m.
- Det finns klara samband mellan dräneringsförhållandena i omgivningen och skadebilden på vägen.

Det lågtrafikerade vägnätet utgörs till stor del av vägar där man inte känner till dess konstruktion. Dränering av överbyggnader kan saknas vilket gör att de generella kraven inte följs. I detta fall brukar man sträva efter att ha ett dikesdjup på 0,8 m under vägbanekant (Vägdikens funktion och utformning, 2003)

2.2 Terrassytan

Terrass betraktas som den markyta som en väg byggs på. Terrassytan bildar en gräns mellan väggroppens överbyggnad och dess underlag. Terrassen är en viktig del av väggkonstruktionen och en god och välutförd terrass ger förutsättningar för en långsiktigt hållbar överbyggnad. Terrassen skall ha en god bärighet så att resterande lager som byggs på kan packas tillfredsställande. För att skapa dessa förutsättningar är det av stor betydelse att väggroppen är torr och väl-dränerad vilket kan åstadkommas antingen via öppna diken eller nedgrävda dräneringsledningar. När det kommer till terrassytan är det viktigt att den förhåller en viss lutning för att på så vis kunna hantera vatten som för eller senare tränger igenom konstruktionen och underminerar vägen. Lutningen på terrassen brukar vanligtvis vara detsamma som vägen i sig. Om dessutom terrassmaterialet är ett finkornigt material finns det risk för att material i under och överbyggnad blandas ihop vilken bidrar till formförändringar och att bärighetsnedsättningar uppstår. Detta kan förhindras genom att man använder sig av ett materialavskiljande lager, som i detta fall oftast handlar om en geotextil/fiberduk. Materialavskiljande lager skall även (Granhage, 2009)

- Vara vattengenomsläpplig så att portryck inte byggs upp intill lagret
- Ha sådan kornstorleksfördelning/lagertjocklek att lagren inte blandas med intilliggande grövre jord eller ha sådan styrka/töjningsegenskap att brott inte inträffar i lagret.

Det kan även vara aktuellt att dränera undergrunden när det råder ogynnsamma dräneringsförhållanden som kan påverka vägens tillstånd och skadeutveckling. Ogynnsamma dräneringsförhållandet innebär att:

- Avståndet mellan terrassytan och grundvattenytans medelnivå är mindre än 0,5 m
- Det finns klara samband mellan dräneringsförhållandena i omgivningen och skadebilden på vägen (VVTK väg 5.1.1.)

Jordterrass

När överbyggnaden läggs på skall jordterrassen:

- Ha föreskriven nivå
- Ha föreskriven bärighet så att påförda överbyggnadsmassor kan packas till angivna bärighetskrav
- Klara byggtrafik när överbyggnadens lager läggs ut utan att deformeras
- Ha sådan lutning att vattensamlingar inte kan bildas på ytan (ATB Obundna material, 2005)

Bergsterrass

När överbyggnaden läggs på skall bergsterrassen:

- Ha föreskriven nivå
- Ha föreskriven bärighet så att pålagda överbyggnadsmassor kan packas till angivna bärighetskrav
- Vara fri från vattensamlingar på ytan
- Ej vara nedkrossad eller förorenad av jord (ATB Obundna material, 2005)

2.3 Innerlänt och ytterslänt

2.3.1 INNERSLÄNT

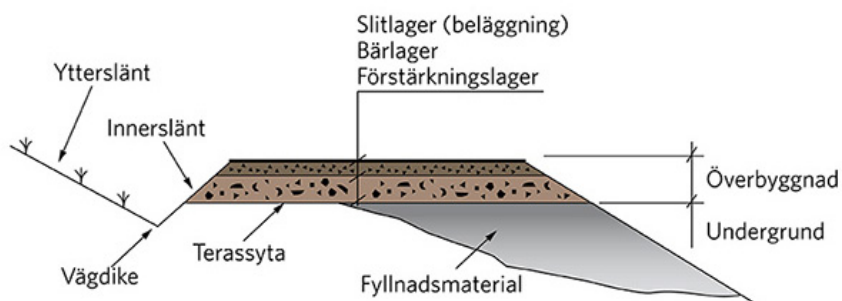
Vid utformning av inner och ytterslänter är det av stor vikt att man skiljer dem åt då de skall uppfylla olika funktioner. Förutom utformningen har materialet en betydande roll, som man kan läsa under avsnittet "Hydraulisk konduktivitet" i rapporten.

Innerslänt är den lutning utanför vägen som lutar ner mot ett dike bortemot vägen. Innersläntens har diverse egenskaper och funktioner som bidrar till miljömässiga aspekter såväl som säkerhetsaspekter. En viktig funktion som en

innerslänt har är att den ska vara någon form av säkerhet vid avkörning av väg. Då ska innerslänten med sin utformade lutning kunna förhindra fordonet från att välta och minimera skadegörelsen av fordonet och kringliggande miljö. Dock finns det olika former av innerslänter. Det förekommer olika lutningar beroende på omständigheterna som området kräver där VGU använder tre sidoområdestyper 1:6, 1:4 och 1:3.

Den sistnämnda typen har en relativt tvär vinkel mellan inner och ytterslänten vilket innebär att krafterna vid slaget mot ytterslänten blir hårdare än i övriga alternativ och sidoräcken av något slag är att rekommendera ut trafiksäkerhetssynpunkt. Vid allt flackare innerslänter är säkerheten ganska stor medan den vid brantare är betydligt lägre. En underliggande grund är den att det inte finns någon utmärkt utformad slänt. Detta eftersom det vid olika lägen i landskapet krävs olika typer av slänter, exempelvis kan inte en flack innerslänt användas i ett område som är väldigt begränsad till ytan. Genom att anpassa sig efter landskap kan man få en spridning av typer av innerslänter som fortfarande har acceptabla egenskaper för vägen.

En annan viktig aspekt som en innerslänt bidrar till är vattenavrinningssegenskapen. Under skyfall samlas stora mängder vatten på vägarna och när de når ut mot innerslänten kan vattnet med hjälp av innersläntens lutning transporteras effektivt ner mot diket. Även att dränera vägens överbyggnad är en av innersläntens främsta funktioner. Genom att ha välutformade innerslänter kan man undvika stora delar av oönskat vatten som annars tränger sig in i överbyggnaden och fördärvar vägens styrka och livslängd. Denna aspekt är svåruppnådd i full effekt men dagens innerslänter kan motstå måttliga mängder vatten från att nå överbyggnaden. Materialtyp av en innerslänt har även en betydande roll inom dräneringen. En av innersläntens viktigaste



FIGUR 4 VÄGOMRÅDET (TRAFIKVERKET, 2020)

funktioner tillsammans med diket är hanteringen av föroreningar från vägdagvattnet, som nämndes tidigare. För just denna funktion är bland annat val

av material och lutning väldigt viktigt som har diskuterats i delen "Innersläntens och vägdikets reningsfunktioner" i rapporten.

2.3.2 Ytterslänt

Ytterslänten har oftast liknande utseende som innerslänten med oftast samma typ av material men där lutning skiljer. Ytterslänten befinner sig på motsatt håll till innerslänten och diket skiljer slänterna åt. En ytterslänt har många funktioner varav några är mer prominenta än andra. Funktionerna mellan slänterna skiljs även åt i större grad men har även likheter. Exempelvis så är en viktig funktion hos ytterslänten att kunna fungera som skydd vid avkörning för omgivningen och kan bromsa upp fordonet till att det stannar. Det minskar inte bara skadorna av en olycka utan även skadorna på oönskad mark eftersom ytterslänten fungerar som en barriär som stoppar fordonet från att fördärva större ytor eller bredvidliggande ytor. Kombinationen av innerslänten och ytterslänten gör att man lättare kan ha kontroll över fordon vid avkörningsolyckor och lättare undvika stora skador. En annan funktion är att förhindra att vägdagvattnet som transporterats via innerslänten mot diket inte rör sig vidare mot oönskad mark. Här fungerar ytterslänten återigen som barriär för att förhindra vattnet att röra sig fullständigt fritt eftersom det kan skada oönskad mark som oftast befinner sig bakom ytterslänten. Växtbeklädda innerslänter har naturligt vattenreningseffekter men eftersom de inte befinner sig i optimal position för rening av vattnet brukar inte ytterslänten bidra med någon form av vattenrening. Den största delen av vattenreningen och filtrationen sker hos innerslänten och diket då dessa två delar har större kontakt med det förorenade vägdagvattnet som inte ytterslänten har. Från människans perspektiv bidrar ytterslänten till en vacker estetiskt tilltalande tillvaro vid körning och kan belöna körsträckan med vackra utformade ytterslänter. Eftersom ytterslänten inte har speciella krav gällande vattenrening och säkerhetskrav kan man använda mer frihet på den ytan. Exempelvis odla olika typer av attraktiva växter som även bidrar till biologisk mångfald vilket kan förbättra estetiken avsevärt.

3 Innersläntens och vägdikets reningsfunktioner

Förutom att avleda vatten och ta hand om vattenmassorna har innerslänten och vägdiket många viktiga funktioner som är avgörande för hur dagens innerslänter ser ut. Deras avgörande funktioner har att göra med vattenrening och filtrering. Dessa typer av slänter används storskaligt och speciellt mycket i USA och Kanada under namnet ”Swales”. De så kallade ”Swales” är direkt utformade för rening av dagvatten och är gräsbeklädda med flackare släntlutningar för att ge vattnet mer tid att filtreras och rena vägdagvattnet. Utformningen är gjord för att filtrera bort partikulärt bundna föroreningar i vägdagvattnet och rena vattnet via sedimentation, adsorption, biofiltration och infiltration. (Vägdikenas funktion och utformning, 2003).

Ur (*Vägdikenas funktion och utformning, 2003*) visar en studie att ett väl utformat gräsbeklätt dike kan ha en viktig funktion för rening av vägdagvatten. Enligt tabell (1) visar diverse studier uppnådd reningseffekt.

TABELL 1 UPPNÅDDA RENINGS EFFEKTER I DIKEN I OLIKA STUDIER (VÄGDIKENAS FUNKTION OCH UTFORMNING, 2003)

Referens	Ellis & Revitt (1991)	Yousef et al. (1987)	Barret et al. (1998)	Bäckström (2002)	Larm (2001)	Yu et al. (1994)
Metaller	35-73%					
Cd		nyanl: 43 %				
Cu		äldre: 17 % nyanl: 8 %		-27 % 34 %	90%	
Ni		nyanl: 51 %			85 %	
Pb		äldre: 0 % nyanl: 57 %	41 %	≈0 %	90 %	
Zn		äldre: 86 % nyanl: 62 %	91 %	60 %	90 %	13 % (medel)
Fe		äldre: 69 % nyanl: ökning	79 %			
Närsalter	30-42%					
P-föreningar		nyanl: 3-9 %, äldre: ca 25 %	44 %		85 %	33 % (medel)
N-föreningar		nyanl: ökning äldre: 11-28 % (org-N ökar)	33-50 %		50 %	
Partiklar, kolväten, bakterier	67-93%					
SS			87 %	75 %	90 %	49 % (medel)
COD			61 %			3 % (medel)
Kommentar	Väl anlagda och skötta gräsbeklädda diken	Dikeslängd äldre dike: 53 m nytt dike: 170 m	Veg.beklädda, V-formade mittremsor			

Den negativa avvikelser av koppar tolkades av Bäckström som ett kolloidtillskott från tidigare ackumulation i diket som en yttre kopparkälla (Bäckström, 2002). Dikets betydelse för avskiljning av föroreningar har även påvisats i Sverige. Undersökning kring sjön Aspen som ligger vid E4/E20 mellan Stockholm och Södertälje. Det togs prover på vägdikesmassor, vägdagvatten, sjösediment och näckmossa vilka analyserades med avseenden på tungmetaller och olja (opolära alifatiska kolväten och totalt extraherar aromater). Resultaten visade att vegetationsbeklädda vägdiken har en stor betydelse för fastläggning av föroreningar från vägområdet och för att minska miljöbelastningen på Aspen (Vägverket, 1999b). Fastläggning i dike har också presenterats från Ekerövägen i Stockholm (Ahnve, 1997), från E20 i Lerum (Bengtsson, 1998) och från en vägkant nära Oslo (Pedersen, 1990).

Med information av denna typ kan man konstatera att en gräsbeklädd slänt och dike är optimalt för rening av vägdagvattnet. Något som kan bidra till skador på vegetationen är saltet som används vid halkbekämpning. Studier visar på att saltet skadar vegetationen både när saltet avlagras på de ovanjordiska växtdelarna och när de når rötterna (Dobson, 1991; Blomqvist et al. 2001). Förutom skadan på växter tar sig saltet ner till grundvattnet och kan på detta sätt rubba grundvattnets naturliga salthalt och kan förstöra vattnet så att det blir oanvändbart och skadligt men även bli en fara för kringliggande växter och djur som kan dö av ett grundvatten med för hög salthalt. För optimal rening av vattnet gäller vegetationsbeklädda diken. Slänterna och dikena ska sås på med tätväxande och motståndskraftiga grässorter (Maestri & Lord, 1987, Vägverket, 1998b). Gräs är den vanligaste formen av vegetation i anläggningar för dagvattenrening och är ett effektivare reningsverktyg än annan vegetation som till exempel buskar etc. (Maestri & Lord, 1987).

En väsentlig aspekt kring vattenreningen är uppehållstiden. Genom att fördröja vattnets uppehållstid via exempelvis flackare lutningar på slänten kan man ge tid för filtrationen att ske långsammare och mättnadsgraden nå en bättre nivå och på så sätt uppnå maximal reningseffekt, vilket beskrivs i Ellis & Revitt (1991). Vid stora mängder vatten, exempelvis vid kraftiga regn, får inte vägdagvattnet tillräckligt med kontaktid med vegetationen, vilket begränsar upptag, biofiltration och sedimentation av föroreningar. En viktig aspekt omfattar lutningen på diket. Trots att fördröjningstiden är viktig och flacka slänter är effektivt, så får inte slänterna vara allt för flacka. Allt för flacka diken kan ge risk för igensättning av diket. Detta eftersom vattnet då har svårare att transportera sig vidare och stannar istället till och på så sätt sätter igen diket (Startin & Lansdown, 1994).

Förutom att rena vattnet kommer en gräsbeklädd slänt kunna absorbera stora delar av vattnet och på så sätt undvika att det skapas stora vattenpölar och därav skapa stor kontakt mellan vatten och gräs och på så vis fastlägga föroreningar. Det innebär att gräsets rika uppsugningsförmåga gör att giftiga partiklar från vägdagvattnet kan fastläggas i gräset istället för att följa ner till grundvattnet och därmed undvika förgiftning av grundvattnet. Nakna diken däremot erbjuder inte denna uppsugningsförmåga vilket gör att det inte finns någon kontakt mellan vatten och växter. Detta innebär att giftiga partiklar kan röra sig fritt och erbjuda läckage ner in mot grundvattnet och på så sätt bidra till förgiftning. Nakna diken är diken utan någon form av växtlighet och består endast av olika typer av jordarter vilka inte har någon uppsugningsförmåga. Det innebär att det vid kraftiga skyfall leder till större vattennivåer i diket som inte kan absorberas då växtlighet saknas vilket innebär att föroreningar från vägdagvattnet kan röra sig fritt och enkelt nå grundvattnet och ge skada. Vegetationsbeklädda diken är även mer estetiskt tilltalande än nakna diken, jämför figurerna nedan.



FIGUR 5 DIKE MED VÄXTBEKLÄDNAD (VÄGDIKENAS FUNKTION OCH UTFORMNING, 2003)



FIGUR 6 NAKET DIKE (VÄGDIKENAS FUNKTION OCH UTFORMNING, 2003)

Via ett flertal studier kan man dra slutsatsen att gräsbeklätt är bäst för vattenrening och är i dagens läge den mest optimala lösning på vattenreningen av vägdagvattnet. En positiv aspekt som efterkommer med gräsbeklätt är den estetiska tillvaron som gräset erbjuder. Det skapar en vacker och harmonisk spänning för förarna på vägen såvida som betraktare bredvid vägen. En hög estetisk bearbetningsgrad bör eftersträvas i tätortsnära lägen där innerslätten är exponerad för fler människor men som även är funktionellt accepterad.

3.1 Hydrauliska egenskaper

Idag ställs det krav på innerslätten att den skall vara dränerande eller på något vis leda vatten från vägkonstruktionen till diket, samtidigt som där fokuseras på att artrika infrastrukturmiljöer ska skapas för att stärka den gröna infrastrukturen i landskapet och för att på så vis undvika biotopsförluster. Detta ställer ytterligare krav på materialet som skall användas med hänsyn till vilka egenskaper som eftersträvas. Innerslätterns täthet påverkar hur vattnet tränger ned i innerslätten och förmågan att leda vatten.

Hydraulisk konduktivitet är ett mått på jordens förmåga att leda vatten. Att ha tillräcklig kunskap om markens hydrauliska konduktivitet är viktigt när man pratar om dess reningsfunktioner som nämndes tidigare men även vid en rad andra praktiska tillämpningar då dess hydrauliska egenskaper är varierande beroende på som till exempel jordart, växtlighet, klimat mm.

Porstorleksfördelningen i marken har en avgörande betydelse för markens genomsläpplighet. Generellt gäller att ju större porer i marken, desto större genomsläpplighet, till de räknas fingrus och grovsand (Espeby & Gustafsson

1998) som man kan se i tabellen nedan. Härvid kan man även få en överblick över hur stor variationen är inom en jordart där tiden för att dränera skiljer cirka tio till hundra gånger.

TABELL 2 HYDRAULISK KONDUKTIVITET FÖR OLIKA JORDARTER (SGU, 2015)

Material	Hydraulisk konduktivitet (m/s)
Fingrus	$10^{-1} - 10^{-3}$
Grovsand	$10^{-2} - 10^{-4}$
Mellansand	$10^{-3} - 10^{-5}$
Grovsilt	$10^{-5} - 10^{-7}$
Morän	$10^{-6} - 10^{-9}$
Lerig morän	$10^{-8} - 10^{-11}$
Lera	$< 10^{-9}$

Teoretiskt sett så kan man i tabellen ovan se att lera har en hydraulisk konduktivitet som ligger under 10^{-9} m/s och därmed är i det närmaste tät. Trots det så kan aggregatbildning som sprickor och skiktningar i jorden också ha en stor inverkan på genomsläppligheten.

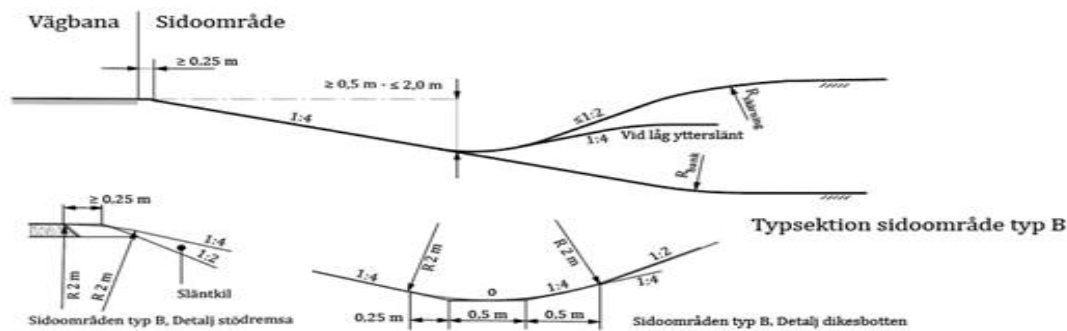
Vad som tolkas som tätande jordarter anser SGU (2015) inte finns något direkt definition på, varken nationellt eller internationellt. Faktorer som påverkar täthet hos jordarter är mäktighet (jordlagrets tjocklek), jordart och transporttid, ofta i kombination med varandra.

4 Trafiksäkerhet

En annan viktig aspekt som är nödvändig att ta med sig vid utformning av innerslänter är trafiksäkerheten. I Sverige följer man Nollvisionen, som menar på att vägsystemet skall vara utformat så att ingen skall dödas eller skadas allvarligt till följd av trafikolyckor i Sverige. Detta innebär att man måste ta hänsyn vid utformning att trafikanter kan göra misstag i trafiken men där skadorna skall vara lindriga, det så kallade förlåtande sidoområdet. Det förlåtande sidoområdet skall fysiskt vara fritt från föremål som hindrar trafiksäkerheten och framkomligheten (Movea, 2019). Den vanligaste typen av olyckor är singelolyckor och främst avkörningsolyckor. För att minska risken för stora skador vid avkörningsolyckor spelar sidoområdet en väsentlig roll. Vid byggandet av en väg sker utformning utefter landskapet vilket kan resultera i att vägområdet kan vara stort och stora delar av vägområdet blir oanvändbart. Om delar av vägområdet inte är användbart fyller man det oftast med vegetation. Eftersom sidoområdet är väsentligt vid dämpandet av skada vid avkörningsolyckor finns det många krav att följa. Ett av kraven är att det ska vara fri sikt så att siktlinjerna inte sveper utanför vägen, och även oftast öppet så att man har en trygg sikt för att minimera risken för avkörning.

Dikets huvudfunktion är att avvattna vägbanan men dess utformning har även en stor betydelse för trafiksäkerheten, där breda och flacka diken minimerar följderna vid avkörning men tar även mycket mark i anspråk, och på motsvarande sätt om man gör diken branta kan de dessutom betraktas som en trafikfara. Trafikverket anser att en innerslänt med lutningen 1:4 är optimalt. Det har experimenterats med flackare och brantare lutningar och det har resulterat i att det inte har lika bra effekt som lutningen 1:4. Exempelvis ger flackare innerslänter en uppfattning för föraren i sidoområdet vid avkörning att kunna manövrera bilen för att ansluta till vägen på nytt. Under manövreringen kan det skapas en stor lutningskillnad på fordonet så att däckens kontakt med marken/sidoområdet och fordonet kan välta.

Det föreslagna alternativet som redovisas i VGU som är anpassat med hänsyn till trafiksäkerheten och föredras vid utförande av nybyggnad och ombyggnad av sidoområdet (figur nedan). Lutningen är 1:4 på innerslänten samt 1:2 i ytterslänten. Det är viktigt att kunna särskilja på inner och ytterslänten som man även kan ta del av figuren nedan där ytterslänten har en betydligt brantare lutning. En ytterslänt bör avrundas eller på annat sätt anpassas till omgivande terräng så att en visuellt skarp gräns undviks.



FIGUR 7 REKOMMENDERAT SIDOOMRÅDE (VGU, TIDIGARE KALLAT FÖR TYP B)

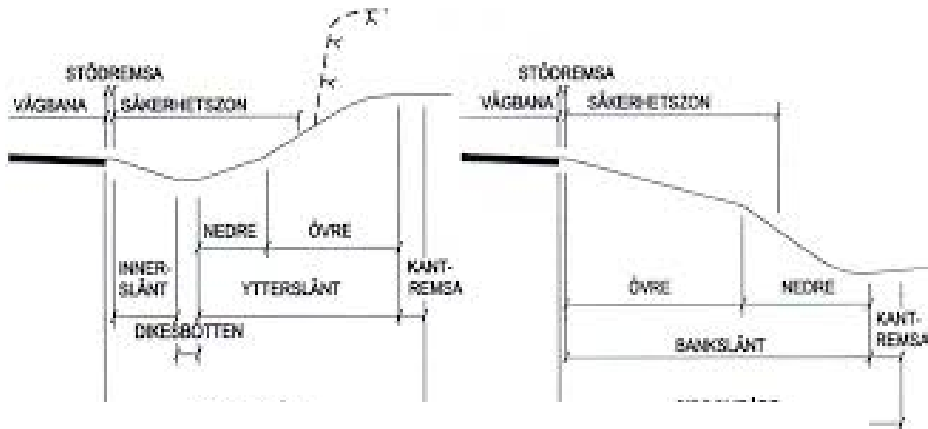
Beroende på omständigheterna så utformas innerslätten med varierande lutningar. Mats Remgård (2020) har i sin skrift försökt sammanfatta kraven för innerslätten:

- Vid hastighetsgräns över 70 km/h får innerslätten lutning inte vara brantare än 1:2. Vid bankhöjd över 2 m får slänthlutningen inte vara brantare än 1:3 om vägen inte är försedd med sidoräcke
- Vid ny- och ombyggnad ska sidoområden i första hand utformas med flack slänt och säkerhetszon. Undantag gäller dock för motorvägar där sidoräcken (normalt sidoplacerade) bör användas förutom vid låg bank i öppet landskap samt i skärning med en minst 3 m hög ytterslänt i lutning 1:2
- Vid nybyggnad skall innersläntens lutning vara inom intervallet 1:3 till 1:4. Vid nybyggnad av vägar med referenshastighet över 80 km/h ska slänthlutningen vara 1:4
- Om vägen är försedd med sidoräcke godtas slänthlutning 1:2 eller flackare.
- Om stödremsan är minst 0,5 m bred får överbyggnadslager avslutas i lutning 1:2 utgående från stödremsans yttre kant. Om stödremsan är smalare än 0,5 m får lutningen vara högst 1:3.
- Om slänthlutningen är 1:3 eller flackare får överbyggnadslagren dock avslutas i lutning 1:2. Mellanliggande släntkil, utöver ytskikt, ska då bestå av väl dränerande mineraljord av materialgrupp 2. Undantag gäller för de fall slätten ska vara tät.
- Slätten (överbyggnadsmaterial eller släntkil) ska förses med ytskikt. Undantag gäller dock om släntkilen består av sådant material att det i sig utgör tillräckligt jordmån för önskad vegetation.
- Slätten ska förses med vegetation

I VGU finns det texter om säkerhetszon under delarna "Begrepp och grundvärden" som direkt är kopplat till säkerheten. Som man kan se i figuren nedan så handlar det om området utanför stödremsan vid sidan om vägbanan, som enligt regelverket skall vara fritt från fysiska hinder.

I VGU kan man ta del av dessa krav där man kan läsa att säkerhetszonen skall vara fri från:

- Fasta oefftergivliga hinder högre än 0,1 m ovan marknivån
- Stup (vertikalt fall med större än 0,5 m eller slänt med lutning större än 1:3)
- Djupt vatten (överstigande 0,5 m vid medelvattenstånd)



FIGUR 8 BESKRIVNING AV VÄGOMRÅDET (TRVK VÄGARS OCH GATORS UTFORMNING)

Säkerhetszonen bestäms utifrån vägtyp, hastighetsgräns och flöde som är sammanställt i tabell i VGU (2015). Om inte kraven ovan med avseende på säkerhetszon och kraven i figur 1.1–7 samt 1.1–8 (Krav för Vägar och gators utformning,2015) uppfylls skall vägen utformas med räcken.

5 Intervjuer och resultat

Ett viktigt förtydligande som behöver klargöras för att i framtiden komma fram till någon lämplig lösning är kopplingen mellan dikesfunktionerna, där man behöver vara medveten om att diket har flera funktioner, som man försökt upplysa i rapporten än att bara avvattna själva vägbanan. Man behöver ta hänsyn till dess alla funktioner såsom avvattning (både från vägbanan men även väggroppen), renings effekten, trafiksäkerheten mm. för att på det viset komma närmare en möjlig lösning där en balans mellan respektive funktion är något som bör eftersträvas.

Det råder delade meningar vad gäller materialet som skall användas, speciellt ur miljöperspektivet men även tekniskt sätt. Som nämns tidigare så ser man gärna ur ett estetiskt perspektiv att det används matjord eller liknande tätt material där gräs kan etablera sig ända upp till kanten.

Specialister menar på att det gäller hitta en kompromiss mellan respektive perspektiv men att större vikt ändå bör läggas på hur vägen ”mår” som bäst och förlänger dess livslängd.

Man ser gärna att man inte har en tät innerslänt utan att man har ett material som är måttligt hydraulisk öppen men materialmässigt tät. Partiklar som kommer från vägytan skall kunna fångas upp på innerslätten och därmed även uppfylla en del av dess funktioner med att rena vägdragvattnet. En specialist framhåller att mindre mängder vatten skall kunna tränga sig igenom innerslätten för att senare föras vidare till terrassen och slutligen med hjälp av dess lutning hamna ute på diket. Förutom lutning som betraktas som en viktig komponent så är även väldigt viktigt att materialet längre ner i innerslätten där vatten från terrassen skall ta sig ut är särskilt genomsläppligt för att vattnet från överbyggnaden skall kunna ta sig ut så snabbt som möjligt. Detta skulle även kunna fungera som ett magasin vid större skyfall vilket annars skulle fylla dikena direkt. Det innebär att innerslätten då har någon form utav en fördröjande effekt vilket gör att där inte behöver vara större mängder vatten i diket. Om man inte hade haft den fördröjande effekten som gör att vatten blir mer trögflytande så hade det samlats vatten i dike efter varje skyfall. Ett exempel på detta kan vara gator i stan där det inte krävs mycket regn innan ledningssystemen är fyllda med vatten på grund av de hårdgjorda ytorna man har och därmed förlorar den fördröjande effekten.

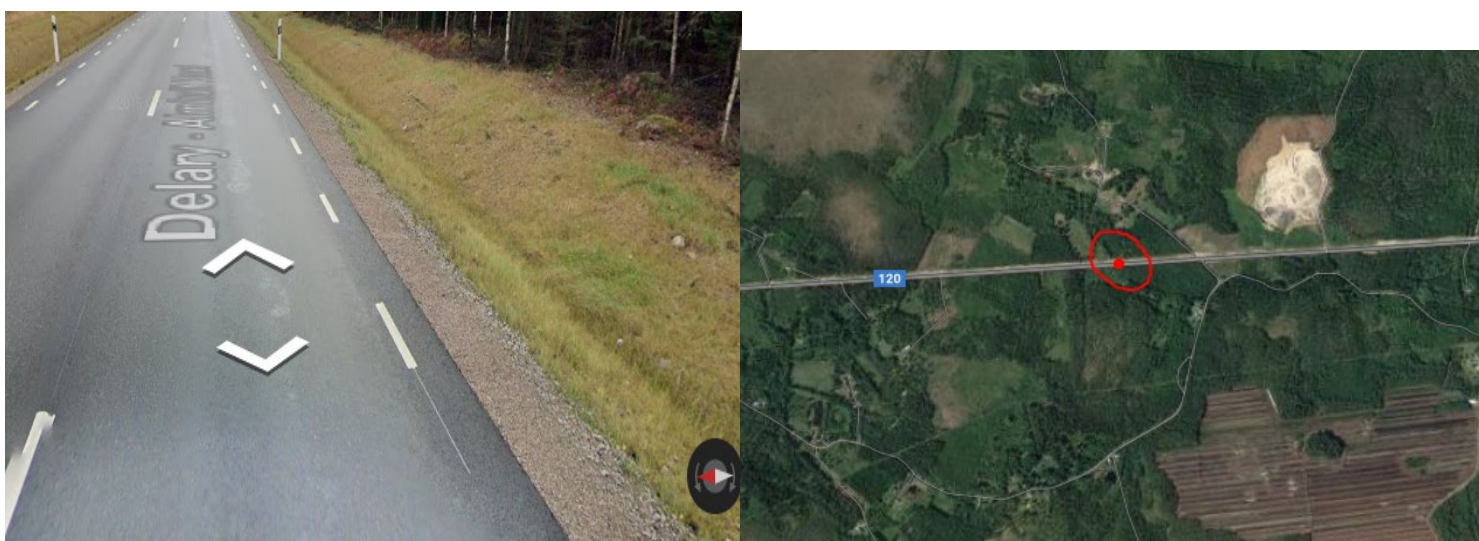
Att ha täta innerslänter skulle innebära att man delvis förlorar effekten av rening som sker genom infiltrationen i innerslätten, men även den fördröjande effekten. Samtidigt skulle en tät innerslätten göra att vatten blir stående i väggroppen och skador som spårbildning är att räkna med.

En specialist föreslår att lösningen är att täta sprängsten med gruslager (0/16),

vilket leder till att man snabbt kan få upp en felaktig bild av en stenöken. Men så är inte fallet utan det är bevisat att även där växer gräs efter några år (ca tre års skillnad på figurerna nedan). På bilderna nedan kan man urskilja att gräs har etablerat sig utan sådd (Väg 120 väster om Älmhult)). Givetvis blir gräset inte av samma kvalitet som det annars skulle bli med matjord, men det är inte heller något man eftersträvar utan man vill gärna ha växtlighet som klarar torra miljöer. Efterhand som slänten bygges på med finmaterial är underhåll nödvändigt för att behålla de någorlunda permeabla egenskaperna. Så enligt specialisternas uppfattning ser de gärna att där är ett material omkring grov silt och finsand vilket tillåter växtlighet men ändå inte en tät gräsmatta vilket skulle medge en permeabilitet på ca 10^{-5} .



FIGUR 9 NYLAGD INNERSLÄNT MED BÄRLAGER I INNERSLÄNTER OCH TÄT STÖDREMSA (GUNNARSSON)



FIGUR 10 SAMMA PLATS SOM FIGUR 10 EFTER TRE ÅR (PMSV3)

Avrinning av vatten sker inte bara uppe vid ytan utan sker även inuti väggkroppen/inuti innerslätten. När vattnet trängs in i jorden ska det hitta en utväg mot diket. 90-95% av allt regn faller med en intensitet som är mindre än 15 l/s/hektar enligt en expert. De resterande procenten faller med högre mängd vatten runt 150 l/s/hektar vilket är en stor skillnad. Detta spelar en viktig roll för hur man undersöker funktionen av innerslätten och materialet. Genom att förstå skyfallets mönster kan man lättare skapa effektivare innerslänter. Detta 90-95%-regnet är där fokuset och frågeställningarna gäller då det är denna mängd regn som styr utformningen på vägarna och slänterna mestadels. Just därför tas innersläntens funktioner såsom infiltrationskapacitet till hänsyn med fokus på 90-95% av regnet enligt en av de intervjuade. Innerslätten är med andra ord konstruerad efter 90-95%-regnet.

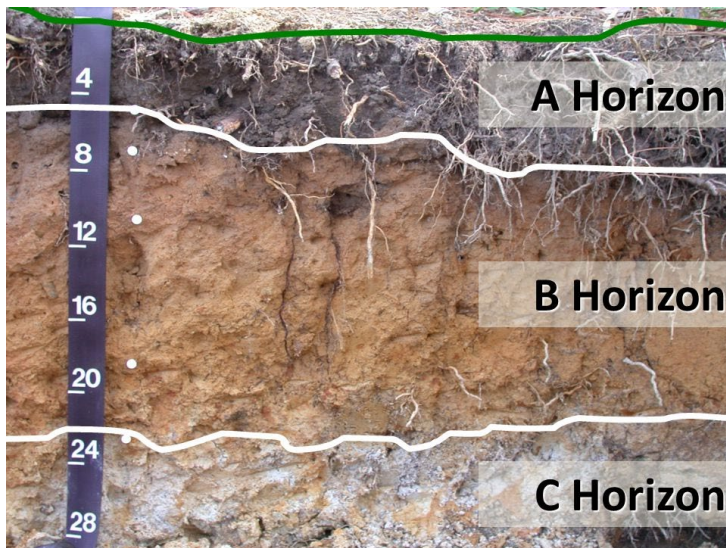
Två viktiga aspekter vad gäller vattnets roll kring avvattning är infiltrationseffekt och perkolation menar en expert. Infiltrationseffekt är den effekt när vattnet hamnar på ytan, kommer den att infiltreras in eller rinna på ytan medan perkolation är förmågan att fortsätta neråt. Dessa två faktorer kan bli bestämmande för om det eventuellt blir en avrinning på ytan. För att det ska kunna bli avrinning på ytan måste intensiteten (tillförseln av vatten) vara högre än infiltrationskapaciteten. När det blir fullt i porerna måste vattnet på något sätt fortsätta neråt vilket är perkolationen. Då måste man veta när perkolationen blir den bestämda faktorn istället för infiltrationskapaciteten. Enligt specialistens påstående så blir porerna fyllda vid 40 mm vatten. Vid undersökningar av detta är det viktigt att fundera över hur länge det pågår.

Man brukar dela upp släntkonstruktionen i tre delar. A-horisont, B-horisont, C-horisont. Via dessa delar kan man lättare förstå vattnets avrinning i undergrunden. Det finns skillnader mellan de tre delarna och nedan redovisas delarnas egenskaper:

A-horisont: Ca 30 cm djupt från ytan. Här växer små växter med rötter som oftast dör inom loppet om 2 veckor och ständigt pånyttföder växter vilket gör att det alltid skapas hålrum i övre delen av slänten. Detta innebär att jorden är väldigt luftig och rik på hålrum vilket gör att vattnet har lätt att tränga igenom och perkolationen är stor här.

B-horisont: Efter A-horisonten finns B-horisonten som befinner sig djupare ner och består av mineraljordarter med mindre mängd växtrötter men där det dock förekommer. Jordarterna i denna zon och djup är bearbetat och föränderlig med tiden men inte i lika stor skala som A-horisonten. Denna zon är mer kompakt och har färre hålrum än A-horisonten.

C-horisont: Denna zon befinner sig djupast ner och består av mineraljord utan växtligheter. Här är jorden väldigt kompakt med en låg nivå av hålrum. I denna zon är tabellen för hydraulisk konduktivitet giltig.



FIGUR 11 BILD ÖVER DE OLIKA DELARNA AV EN UNDERGRUND (SOILS.ORG, 2020)

I Sverige används ofta benämningen *stödremsa* när man beskriver tätningen av mineraljord i undergrunden vilket enligt experter är ett obehövligt ord då mineraljorden per automatik kommer att tätna med tiden pga, allt tryck och trafikslitage som sker. Trafikens tyngd skapar tryck mot vägen vilket leder till att överbyggnadens material sakta slits ner till mindre partiklar. När detta sker går finmaterial ner till siltstorlek. Jordarter i siltstorlek har förmågan att klibbas ihop och blir väldigt tätt ihop. Ju mer tryck av trafiken som skapas, ju mindre blir finmaterialen och ju tätare blir undergrunden. Med andra ord skapar trafiken tryck på undergrunden som i sin tur skapar en tätande stödremsa. En värdig punkt att notera är att ordet ”stödremsa” inte ska förknippas med ordet ”stödremsa” gällande stödremsan vid den ytliga vägen (markytan). Ordet ”stödremsa” i detta fall har med tätningen av mineraljorden att göra. Stödremsan har alltså två benämningar, antingen tätning av mineraljorden i undergrunden eller stödremsan vid den ytliga vägen.

6 Slutsatser

6.1 Vilka aspekter påverkar innerslänternas utformning?

Innersläntens utformning påverkas av diverse aspekter och de viktigaste aspekterna är framförallt: **Dräneringsförmågan, Vattenreningsförmågan** och **Trafiksäkerheten**.

Dräneringsförmågan är väsentlig för vägens livslängd men även för att undvika ansamlingar av vatten på vägen samt transportera vattnet från vägen till diket.

När det kommer till avrinningen är det viktigt att utnyttja fördröjnings och magazineffekten för att undvika att större mängder vattennivåer från vägytan skall ta sig rakt ner i diket.

Trafiksäkerheten påverkar innersläntens utformning genom att vara anpassat för lindriga skador vid avkörning. Detta regleras genom att bestämma lutningen på innerslänten. Som till exempel vid branta lutningar försämras trafiksäkerhet avsevärt på grund av den kraftiga lutningen där sannolikheten att fordonen välter är hög. På motsvarande sätt gäller vid flacka innerslänter där trafiksäkerheten anses var betydligt bättre och risken får att fordonet välter är lägre.

Vattenreningsförmågan är även en viktig aspekt och den har en påverkan på innersläntens utformning. Rening av vatten kräver att många kriterier uppfylls såsom: kontakttid, filtration, transport av vatten etcetera. För att kunna uppfylla dessa krav krävs det en optimalt utformad innerslänt där lutningen samt materialet har en avgörande roll. Materialvalet har även en vital roll. Det ultimata materialet är oftast gräs vilket trots sina vattenreningsegenskaper även har ett estetiskt aktat värde.

6.2 Vilka regelverk berörs?

Regelverk som berörs gällande innersläntens utformning och funktioner är:

- TK avvattning
- TRVK-väg
- TRVR-väg
- VGU- Vägars och gators utformning: Begrepp och grundvärden
- VGU- Vägars och gators utformning: Krav

6.3 Vilka möjliga lösningar finns?

För att hitta en lämplig lösning till utformningen av innerslänten krävs en djupare förståelse och vidare studier. Lösningen till detta komplexa problem

som föreligger med avvattning av vägbanan men även väggkroppen kräver att man hittar en balans mellan diverse delar som man kommit in på i rapporten såsom avvattning, trafiksäkerhet, dräneringsförmåga mm. Det kräver att man tar till hänsyn alla aspekter men där större vikt ändå skall fästas vid den lösning som gynnar vägkonstruktionen mest.

I rapporten har man berört några möjliga lösningar som de intervjuade har lagt fram efter deras respektive syn på det. Men den lösningen som är värd att fördjupa sig ytterligare i och som verkar ha minst ”motstridigheter” är den som diskuterats under ”Intervjuer och diskussioner”. Givetvis finns det en del oklarheter med den aktuella lösningen också som behöver klargöras men där man tror lösningen ligger närmast till hands.

6.4 Vilka konsekvenser får olika lösningar?

Skribenterna gjorde i ett tidigt skede upp en möjlig bild av lösningen där man framförallt ansåg att det var positivt med en tät innerslänt och där vatten endast skall rinna av. Men konsekvenserna av det kan man i detta läge konstatera inte leder till en hållbar lösning av flera skäl. Dels för att vatten förr eller senare kommer in i konstruktionen oberoende hur tät den är och måste därför ledas ut i diket vilket innebär att terrasslutningen har en avgörande roll, men även för att som en av de intervjuade uttryckte sig att man gärna ser att mindre mängder vatten tränger igenom innerslänten för att en av dess funktioner med att rena vägdagvattnet skall uppfyllas.

Materialet på innerslänten för med sig en del konstigheter och där det råder delade meningar. Man ser gärna en hög estetisk grad på innerslänten där så mycket som möjligt anpassas för att harmonisera landskapet vilket står i strid med konstruktionens ”hälsa”. Detta beror på att man använder helst jord som vanligtvis har en låg permeabilitet och betraktas som ett tät material, vilket innebär att det tar lång tid att få bort vattnet. Så man ser gärna som beskrivit tidigare att man använder sig av ett material där man har en något högre permeabilitet som exempelvis grov silt eller finsand. Jämför man figur 10 och 11 så ser man att även där växer gräs efter ett tag.

6.5 Framtida utvecklingsmöjligheter

Utifrån resultatet av de viktigare faktorerna som tagits fram i rapporten så tydliggörs de områden som kräver mer fokus och utvecklig för en framtida möjlig lösning. Rapporten utgör en god grund för var fokus bör läggas för den optimala innerslänten.

Terminologi

ABT:	Tät asfaltbetong
Aggregat:	Sammanläggning
ATB:	Allmän Teknisk Beskrivning
Hydraulisk konduktivitet:	Jordens förmåga att transportera vatten
Perkolations:	Process då en vätska filtreras via ett material såsom diverse jordarter
Permeabilitet:	Genomsläpplighetsförmåga
TK-avvattning:	Tekniska krav och råd för avvattning
TRVK:	Trafikverkets krav
TRVR:	Trafikverkets råd
VGU:	Vägar och gators utformning

Källförteckning

Leif G Wiman & Olle Tholén (2008) - Asfaltboken (Elektronisk upplaga)

<http://www.asfaltboken.se/vagens-uppbyggnad/>

Vägverket (2003). *Vägdikenas funktion och utformning*. Hämtat från Trafikverket:

https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/11120/RelatedFiles/2003_103_vagdikenas_funktion_och_utformning.pdf

Trafikverket (2015): *Vägars och gators utformning – Krav*. Hämtat från Trafikverket (Elektronisk upplaga):

https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/12046/RelatedFiles/2015_086_krav_for_vagars_och_gators_utformning.pdf

Leif Granhage (2009). *Kompendium i vägbyggnad* – Chalmers (Elektronisk upplaga)

http://www.moodle2.tfe.umu.se/pluginfile.php/21461/mod_resource/content/1/Komp_i_vaegbyggnad_okt_2009.pdf

Vägverket (2008). *Vägverkets tekniska krav vid dimensionering och utformning av vägöverbyggnad och avvattning*. (Elektronisk upplaga)

https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/10277/RelatedFiles/2008_78_vtk_vag.pdf

Vägverket (2005). *Allmän teknisk beskrivning - Kapitel E Obundna material* (Elektronisk upplaga)

https://www.trafikverket.se/contentassets/c19c23215b0f477a8e179c8aa4082c98/kapitel_e_obundna_material.pdf

Trafikverket (2012): *Vägars och gators utformning – Begrepp och grundvärden*. Hämtat från Trafikverket (Elektronisk upplaga):

https://www.trafikverket.se/contentassets/18ab6d1957f04fa49039b11998c7c016/begrepp_o_grundvarden.pdf

Vägverket (2003). *Vägdikenas funktion och utformning*. Hämtat från Trafikverket (Elektronisk upplaga):

https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/11120/RelatedFiles/2003_103_vagdikenas_funktion_och_utformning.pdf

Kajsa Bovin, Emil Vikberg & Idag Morén (2015): Tätande jordlager – en kunskapssammanställning – SGU (Elektronisk upplaga):

<http://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s1532-rapport.pdf>

Arbetsmaterial av Per Strömgren, Svante Berg & Axel Ericsson: *Definition av säkerhetszonhuvudrapport* – Movea (Elektronisk upplaga)

Arbetsmaterial av Mats Remgård (Ej klara). Trafikverket (2020)

Trafikverket (2012): *Vägars och gators utformning – Begrepp och grundvärden. Hämtat från Trafikverket* (Elektronisk upplaga):

https://www.trafikverket.se/contentassets/18ab6d1957f04fa49039b11998c7c016/begrepp_o_grundvarden.pdf

BILAGOR

Figur 1–3

Vägar och gators utformning, 2012.

https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/12056/RelatedFiles/2012_179_krav_for_vagar_och_gators_utformning.pdf

Figur 4

Standardvillkor för ledningsärenden inom vägområdet, 2020

<https://www.trafikverket.se/tjanster/ansok-om/tillstand/ansok-om-ledningsarenden/Ansok-om-ledningsarenden-inom-vagomradet/infor-ansokan-om-ledningsarende-vag/Standardvillkor-ledningsarenden-inom-vagomradet/>

Figur 5–6

Vägdikenas funktion och utformning, 2003.

https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/11120/RelatedFiles/2003_103_vagdikenas_funktion_och_utformning.pdf

Figur 7

Soils, 2020.

<https://www.soils.org/>

Figur 8-9

Vägars och gators utformning – krav (2015)

https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/12046/RelatedFiles/2015_086_krav_for_vagars_och_gators_utformning.pdf

Tabell 1

Vägdikenas funktion och utförande, 2003.

https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/11120/RelatedFiles/2003_103_vagdikenas_funktion_och_utformning.pdf

Tabell 2

Tätande jordlager – en kunskapssammanställning

<http://resource.sgu.se/produkter/sgurapp/s1532-rapport.pdf>