

Växtdynamik i ett landskap under förändring

- vegetation som tekniskt instrument för att förhindra jorderosion i slänter

Plant dynamics in a changing landscape

- vegetation as a technical instrument of preventing soil erosion in slopes



Växtdynamik i ett landskap under förändring
- vegetation som metod för att förhindra jorderosion i slänter

Plant dynamics in a changing landscape
- vegetation as a method of preventing soil erosion in slopes

Hanna Blomstrand

Handledare: Anders Folkesson, SLU, Institutionen för Landskapsplanering
Examinator: Frida Andreasson, SLU, Institutionen för Landskapsplanering

Omfattning: 15 hp
Nivå och fördjupning: G2E
Kurstitel: Kandidatarbete i trädgårdsdesign
Kurskod: EX0798
Program: Trädgårdsingenjör: design - kandidatprogram

Utgivningsort: Alnarp
Utgivningsår: 2018
Omslagsbild: StockSnap (CC BY NC SA)
Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Erosion, släntstabilisering, ingenjörsbologi, vegetation

FÖRORD

"If elegant, useful design results from deep material knowledge and technical understanding; conversely, the failure of a design environment will often be due to inexperience in this respect. For example, a lack of understanding of root functions and structure, and the soil conditions necessary for street trees, has led to inappropriate techniques for establishment, poor protection for existing trees, and staggering death rates for newly planted and older urban vegetation. This is not to say that technical and scientific knowledge alone lead to good design, but to note that without such knowledge the designer is ineffectual and wastes resources."

– Cathrine Dee To Design Landscape s. 69

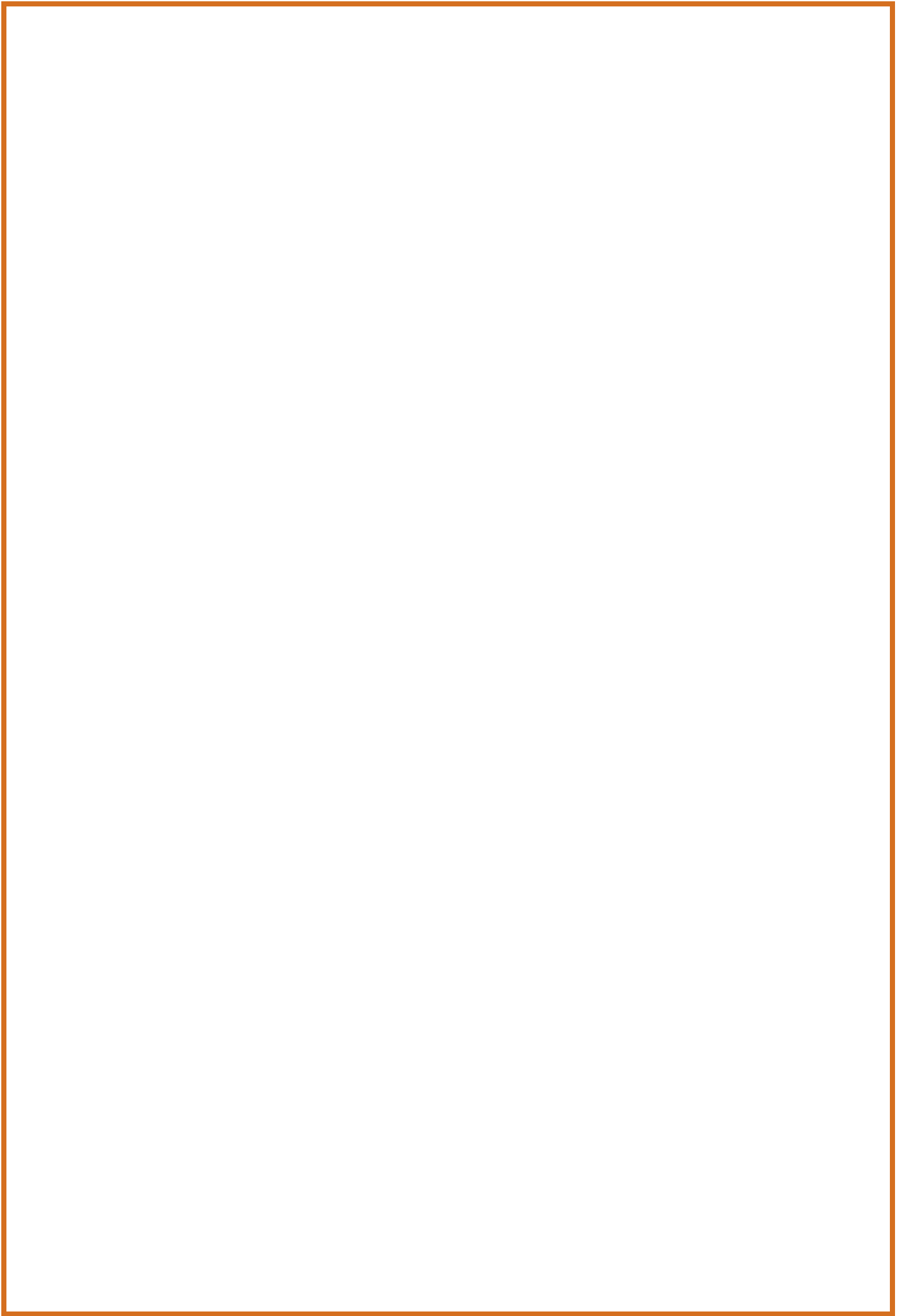
Jag anser att man behöver känna till och faktiskt förstå platsens tekniska förutsättningar för att kunna skapa hållbar design. Därför valde jag att fördjupa min kunskap om växten som ett tekniskt instrument. Under arbetets gång har även min kunskap fördjupats kring jordens och markstrukturens krav på sin omgivning för att fungera som vi vill att den ska göra, och inte rasa samman.

Kunskapen från den här uppsatsen kommer jag ta med mig i min yrkesroll som gestaltare av växtmiljöer, och med min nyförvärvade tekniska förståelse kommer jag kunna skapa hållbara miljöer där de tekniska kvalitéerna tagits på största allvar och värnats om.

Hanna

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	1
Abstract	1
Bakgrund	2
Syfte	2
Avgränsning	2
Frågeställning	2
Metod	2
Målgrupp	2
Slutsats	2
LITTERATURSTUDIE	3
Erosionsprocessen	4
Vegetationens inverkan på jorden	4-6
Viktiga faktorer som påverkar val av vegetation	6-8
Olika typer av vegetationslösningar	8
Lämplig vegetation för släntstabilisering	9-12
Val av vegetationslösning	12-13
Ett fungerande växtsystem efter etablering	13
FALLSTUDIER	14
Norrviken I	15-18
Norrviken II	19-22
Malmö	23-25
DISKUSSION	26-28
REFERENSER	29-32



SAMMANFATTNING

För att kunna undersöka vegetation som ett tekniskt instrument för att avhjälpa erosion ger denna uppsats grundläggande kunskap om vad erosion är samt hur vegetation påverkar platsen och markstrukturen.

Denna uppsats undersöker hur man kan avhjälpa erosion med hjälp av vegetation för situationer som är särskilt lämpliga att tillämpa tekniken på. Samt utreder situationer där erosionsrisk finns och ger exempel på vegetationssystem anpassade för den specifika situationen. Kunskapen i litteraturstudien har tillämpats i tre fallstudier där en platsspecifik lösning har utvecklats för var och en av fallstudierna.

Till grund för fallstudierna undersöks vilken vegetation som har bäst tekniska kvalitéer för att fullfölja sin uppgift som stabilisator. Vidare diskuteras vilka synergieffekterna är av metoden, som bidrag till den biologiska mångfalden likväl som upplevelsen av platsen och dess påverkan på sin omgivning.

Genom litteraturstudier ges svar på när och hur man kan använda vegetation som metod för att avhjälpa erosion. Hur vegetationssystem kan etableras, och hur detta kan komma att fungera som ett balanserat system.

Vidare diskuteras givna lösningar för föreliggande fallstudier samt vilka utmaningarna är inom tekniken till grund för dess tvärvetenskapliga kunskapskrav.

ABSTRACT

In order to study vegetation as a technical instrument for repairing erosion, this essay provides basic knowledge about what erosion is and how vegetation affects the site and the soil structure.

This paper examines how to remedy erosion by means of vegetation for situations that are particularly suitable for applying the technology. As well as investigating situations where erosion hazards exist and provide examples of vegetation systems adapted to the specific situation. The knowledge in the literature study has been applied in three case studies where a site-specific solution has been developed for each of the case studies.

Based on case studies, the thesis investigates which vegetation has the best technical qualities to carry out its task as a stabilizer. Furthermore, the synergy effects of the method are discussed, as contribution to biodiversity as well as the experience of the site and its impact on its surroundings.

The literature studies provide answers to when and how to use vegetation as a way to remedy erosion. How vegetation systems can be established, and how this can work as a balanced system.

Furthermore, given solutions to the present case studies are discussed, as well as the challenges in technology as the basis for its interdisciplinary knowledge requirements.

BAKGRUND

Jord utan ett skyddande vegetationstäck i kombination med hårda vindar eller kraftiga regn ger katastrofala effekter på landskapet. (Craul 1999 s 250; Gardiner & Miller 2004 s 406; Brady & Weil 2002 s 740)

Norra Europa har inte drabbats av samma storskaliga erosionsproblematik som i andra delar av världen, men här förekommer erosion både naturligt och på grund av mänsklig påverkan. (Craul 1999 s 251)

Vegetationen kan både stabilisera markstrukturen samtidigt som den bidrar till den biologiska mångfalden och det estetiska uttrycket på platsen. Att använda vegetation som lösning på erosionsproblematiken är att lösa det med naturliga medel, precis som naturen själv hade gjort det. Dessutom fungerar vegetationen som habitat och tillgång på föda för djur och växter. (Lake 2016)

SYFTE

Denna uppsats syftar till att öka förståelsen för vegetation som ett tekniskt instrument för att avhjälpa erosion i slänter i ett svenskt klimat.

I fallstudieform har studerats hur ett dynamiskt vegetationssystem kan stabilisera jorden på olika platser med erosionsproblematik.

AVGRÄNSNING

Fokus i denna uppsats är en vegetationslösning och därför kommer endast lösningar som bygger på nedbrytningsbara material att behandlas. Uppsatsen ger inte svar på lämplig vegetation vid vattendrag. Erosionsuppkomst på grund av ett kustnära läge eller slitage på grund av vågor kommer heller inte att utredas.

Fyra olika typer av vegetationslösningar tas upp, men det finns många fler typer av lösningar inom ämnet. De som inte tas upp är varianter av vegetationslösningar tillsammans med olika typer av konstruktioner eller för lösningar invid vattendrag, därmed är de inte av relevans för denna uppsats.

FRÅGESTÄLLNING

Hur använder man vegetationssystem för att förhindra jorderosion i slänter?

METOD

Litteraturstudien som genomförts har resulterat i tre fallstudier där kunskapen från litteraturstudien har tillämpats. Litteraturstudien har underbyggts av fakta från såväl böcker som vetenskapliga artiklar. Eftersom ämnet är tvärvetenskapligt har det inneburit insamling av fakta från olika ämnesområden och en sammanställning av detta i denna uppsats.

MÅLGRUPP

Denna uppsats riktar sig mot studenter vid universitet och högskolor som vill få en inblick i ingenjörsbio-logiska metoder i slänter. Den kan vara av intresse för ingenjörer eller andra yrkesverksamma som vill använda hållbara vegetationslösningar för släntstabilisering.

SLUTSATS

Litteraturen bevisar att jorden i kombination med växternas rötter är en naturligt dynamisk förutsättning för jordens stabilitet. Vegetation har potential att fungera som stabilisering för slänter med erosionsrisk. Dessutom kan vegetation också uppfylla ett estetiskt värde på platsen samt bidra till biologisk mångfald i omgivningen.

Att vegetation stärker markstrukturen bekräftas i merparten av studerade artiklar och böcker. På det viset kan man vara säker på att vegetation skapar en förändring i markstrukturen. Däremot saknas det information kring specifik vegetation för släntstabilisering och hur de på olika sätt påverkar markstrukturen. Det har inte dykt upp någon information om exempelvis vilka typer av träd som inte fungerar för ändamålet. Därför saknas det också ett ramverk inom ämnet som talar om vilka lösningar som är rätt och vilka som är fel. Däremot finns det återkommande information kring att all typ av vegetation är bättre än ingen vegetation. Samt att ett vegetationssamhälle som sprider sig vegetativt är att föredra framför växter med annat spridningssätt.

LITTERATURSTUDIE

EROSIONSPROCESSEN

Man skiljer på erosion som uppkommer av vind eller vatten.

Vinderosion sker när små partiklar, mindre än 1 mm i diameter, transporteras bort med vinden. Större partiklar studsar eller rullar istället på ytan. Därmed sker en borttransportering av material från den ursprungliga ytan. Det kan vara ett litet problem eller ett omfattande sådant beroende på mängden borttransporterat material. (Craul 1999 ss 251-252)

Erosion som uppkommer på grund av vatten innebär att de övre jordskikten följer med vattnets avrinning. Rörelseenergin från regndropparna som når markytan gör att finpartiklar lossar från ytan och följer med vattnets rörelser. Ju mer regn och ju högre hastighet, desto mer partiklar följer med vattnet. Depositionen av partiklar kan vara väldigt lokal och sedimenteras i slutet av slänten. Därmed är skadorna på marken inte särskilt

omfattande. I andra fall kan depositionen vara omfattande och gör att stora mängder partiklar hamnar i närliggande vattendrag, och avslutningsvis i haven.

Den här processen sliter på slänters stabilitet eftersom processen startar om vid varje regn. Om de undre marklagren blir blottlagda träffar regndropparna den undre markprofilen som saknar den infiltrationskapaciteten som den övre har och erosionsrisken ökar ytterligare. (Craul 1999 ss 251-252)

Om organiskt material och näringsämnen, innehållande viktiga mikroorganismer, spolats eller blåses bort är det förödande för jordens kvalitet. Kvar blir de undre lagren i markstrukturen som förutom avsaknad av infiltrationskapacitet även saknar de viktiga förutsättningarna för växternas liv. (Eriksson et al ss. 201-204, Craul ss 250-251)

VEGETATIONENS INVERKAN PÅ JORDEN

Vegetation som har flera viktiga funktioner. Den håller samman jordpartiklar, fångar upp regndroppar via interception, har förmågan att sänka mängden och hastigheten på ytavrinningen, underhåller jordens kapacitet att infiltrera vatten samt skyddar det översta marklagret från frost. (Grey D. & Leiser A. 1982 s 73; Rankka 2002; Lake 2016)

Rotens inverkan

Rotens syfte utöver att livnära växten är också att fästa växten vid marken. Rotsystemets sätt att söka efter näring i marken gör att rottrådarna sprider ut sig i ett område runt växten. På det viset väver sig rottrådarna in i markstrukturen och skapar ett sammanhållande nät. Detta bidrar till att stabilisera markstrukturen. (Rankka 2002; Lake 2016) Stabiliteten i markstrukturen ökar ju djupare ner i jordenväxtens rötter tränger ned, visar slutsatsen i en studie av växters inverkan på släntstabilitet. (Chok et al 2004)

Inventeringar av rotsystem i naturliga ekosystem är presenterade i skisser som visar hur rotsystemet skiljer sig från växt till växt. (Schubert 1991 ss.344-349) Som jämförelse kan gräs och örter rötter nå ett djup på omkring 30-40 cm. (Danielsson et al 2016; Borgman 2016; Coppin & Richards 2007) medan träd och buskar har betydligt mer djupgående rotsystem. De kan nå flera meter ned i marken vilket innebär att de har en god förmåga att stabilisera markstrukturen på djupet. (Goss 1991 s172; Borgman 2016)

Interception

Interception är den nederbörden som fångas upp av något och avdunstar innan det hinner nå markytan. (SMHI 2017) Det är i första hand trädskronornas egenskap att fånga upp vattendroppar via interception som förebygger erosion. I kombination med en marktäckande vegetation som förhindrar avrinning uppnås hög erosionsförebyggande kapacitet på platsen. (Lake 2016; Craul 1999 s 252; Rankka 2002; Sjöman et al 2016 s 283-287) Hur väl vegetationen täcker ytan är en viktig faktor, ett glest bestånd ger sämre effekt än ett tätt bestånd. (Gray & Leiser 1982 s 11, Sjöman et al 2016 s 283-287)

Reduktion av ytavrinning

Ytavrinning är direkt kopplat till nederbörd, framförallt vilken typ av nederbörd. I tabellen på nästa sida påvisas skillnaden mellan olika typer av nederbörd, vilket gestaltas i skillnaden av kinetisk energi från regndropparna och antal droppar per ytenhet beroende på nederbördens intensitet.

Regndroppar med hög kinetisk energi har större påverkan på jorden och höjer risken för erosion. Därför är prognosen för landets klimatförändring oroväckande. Prognosen visar både en ökning i regnmängd samt fler tillfällen per år när kraftiga regn förekommer. Detta på grund av en ökad medeltemperatur i landet. Ett område med högre temperatur har mer fukt i omlopp, med ökad nederbörd och ökad avdunstning. Högre temperatur innebär också att regnet behåller sin intensitet under från början till slut. (SMHI 2017:1)

Tabellen nedan är för att påvisa skillnaden i kinetisk energi som uppkommer när regndroppar faller beroende av regnets intensitet. (Lull 1959) Tabellen är en ombearbetning av originalet och ämnar till att ge förståelse för hur den kinetiska energin förändras beroende av nederbördstyp inte att förstå innebörden av varje enskild siffra.

	Intensitet	Droppar per sq. Foot	Kinetisk energi
	in. per hr.	No. Per. Sec	Ft. -lbs. Per sq. Ft. Per. Hr.
Fog	0.005	6,264,000	4.043×10^{-8}
Mist	0.002	2,51	7.937×10^{-5}
Drizzle	0.01	14	0.148
Light rain	0.04	26	0.797
Moderate rain	0.15	46	4.241
Heavy rain	0.60	46	23.47
Excessive rain	1.60	76	74.84
Cloudburst	4.00	113	216.9
Do	4.00	41	275.8
Do	4.00	12	300.7

Jonas Olsson, Forskare i hydrologi säger ”- *Dagens högintensiva regn kommer att inträffa oftare i framtiden och de kraftigaste skyfallen kan bli ännu kraftigare än idag*”. (SMHI 2017:2) Mängden nederbörd och dess intensitet påverkar uppkomsten av erosion, därför kan framtidsprognosen med ökad nederbörd och dess intensitet komma att höja risken för erosion i utsatta områden.

Med vegetation som täcker marken reduceras hastigheten på avrinningen. Samtidigt som växtens ovanjordliga delar fångar upp vattendroppar som sedan avdunstar. Ju mer vegetation som skyddar marken desto fler fördröjande egenskaper får växsystemet och risken för erosion sjunker. (Lake 2016; Rankka 2002; Craul 1999 s 252) Vegetation fungerar också som ett magasin för fukt, när dessa magasin tas bort måste markprofilen hantera den mängden fukt istället. Därför ökar fukten i marken vid nedtagning av träd och det påverkar i förlängningen en ökning av nederbörd lokalt. En jord som är vattenmättad förlorar sin infiltrationskapacitet vilken bidrar till ökad avrinning. Dessa faktorer kan skapa vattenstress i områden som inte kan hantera den ökade mängden fukt. (Gray D. & Leiser A. 1982)

I slänter utan skyddande vegetation påverkar både hastigheten på ytvavrinningen och regndropparnas kinetiska energi hur mycket jord som spolats bort, depositionen. Regndropparna påverkar även markens struktur genom att kompaktera markens porositet och därmed sjunker potentialen att infiltrera vatten ned i markprofilen. Om en mängd nederbörd faller under en kort stund är regndropparnas energi högre och gör mer skada än om samma mängd nederbörd faller under en längre stund, därmed blir skadorna större vid det korta regnet än vid det längre regnet trots att samma mängd nederbörd faller till marken. (Gray & Leiser 1982 s 13) Ytvavrinning är störst på kohesionsjordar som torkar,

exempelvis en lerjord som under torra förhållanden stelnar och förlorar sin potential att infiltrera vatten. En sandig jord har istället hög infiltrationskapacitet som inte påverkas av torrt eller fuktigt tillstånd. (Eriksson et al 2013 s 20)

Markstrukturen

Vegetationens livscykel innebär att tillförsel av organiskt material sker kontinuerligt, via rotdöd och ovanjordiska delar som dör av och faller till marken. Det organiska materialet bearbetas via nedbrytningen ned i jorden och förbättrar jordens permeabilitet, förmåga att infiltrera vatten, ger liv åt viktiga mikroorganismer och förbättrar jordens struktur. (Eriksson et al 2013 ss 103-105)

Jordens förmåga att hålla vatten är direkt kopplad till mängden organiskt material som den innehåller. Eriksson et al (2013 s 125) jämför en torvjord med en kapacitet att hålla mellan 40-50 % växttillgängligt vatten jämfört med en mineraljord som kan hålla omkring 25 %. Utöver den vattenhållande kapaciteten verkar det organiska materialet strukturuppbyggande och förbättrar aggregatstrukturen i marken. Tillsammans verkar växtens rotsystem och det döda organiska materialet som ett stöd till större aggregat och ger dem stabilitet, medan mindre aggregat i marken hålls samman av kemiska bindningar. Organiskt material är särskilt viktigt i sand/- och siltjordar där mängden organiskt material bidrar till viktig aggregatuppbyggnad och ökar den vattenhållande förmågan som annars är mycket låg. Det organiska materialet bidrar även till en uppluckring av den finkorniga strukturen som förbättras möjligheten för etablering av vegetation på jorden. För lerjordar verkar det organiska materialet uppluckrande och motverkar lerjordens starka aggregatsbildning, samt förbättrar strukturen i lerjorden vid torra förhållanden när den annars kan bli mycket hård och svårhanterlig. (Eriksson et al 2013 ss 125-127)

Växter absorberar vatten från jorden för att tillgodogöra sig näring. Via evapotranspirationen avdunstar vätskan via växternas klyvöppningar och tas upp av luften för att återgå till kretsloppet mellan luften, jorden och växten. På grund av att växten absorberar vätska från jorden sänks porvattentrycket i marken. En jord med högt fukttinnehåll får istället ett högt portryck vilket försämrar jordens stabilitet. (Chok et al 2004:2; SGI 2016)

Ett skyddande lager av vegetation

På jordarter med risk för torrsprickning fungerar även vegetationen beskuggande för att minska avdunstning från marken, på det viset skyddas marken från vatten som infiltreras via sprickorna djupt ned i markprofilen. En förutsättning för att vegetationen ska uppfylla funktionen krävs att den är tät och därmed täcker markytan. (Rankka 2002)

Marktäckande vegetation fungerar som ett skyddande täcke för jorden. En markyta utan skydd av vegetationen påverkas direkt av olika väder och drabbas oftare av nedfrysning och upptining. Om marken istället skyddas av marktäckande vegetation sjunker antalet tillfällen då marken fryser eller tinar eftersom vegetation isolerar det översta jordlagret. (Sotir R. & Gray D. 1992)

VIKTIGA FAKTORER SOM PÅVERKAR VAL AV VEGETATION

Jordarters hållfastighet

Hur stabil en jord är beror dels på det topografiska sammanhanget, släntlutningen, och jordartens struktur. (SGI 2017, Lake 2016) Vilken form kornen har i jorden påverkar också risken för erosion, runda korn som lättare rullar löper större risk medan kantiga korn ligger mer stilla. (Carlsson & Persson 2006:2)

En studie visar att växternas inverkan på jordar med låg kohesion är större än på jordar med hög kohesion. (Chok et al 2004) Jordarter med stor risk att drabbas av erosion är grus och sand. Tillförsel av lera och/eller organiskt material minskar risken för erosion. Markens struktur och vilken grad av fukt den innehåller påverkar markens stabilitet, som jordens porositet och pH samt mängden och hastigheten på det rinnande vattnet genom marken. (Gray & Leiser 1982 s11)

Markens stabilitet försämrar vid högt portryck som ökar med mängden fukt i marken. Högt portryck kan uppkomma på grund av höjd grundvattennivå, till följd av stor nederbörd, avskogning eller dålig dränering. (SGI 2017)

Bild neda (Gray & Leiser 1982 s 11) är en föreslagen hierarkisk ordning över vilka jordarter som har hög respektive låg erosionsrisk. Här i tabellformat skapat för uppsatsen. Med ordningen Högst risk > Lägst risk



Nedanstående tabell är en teckenförklaring över ovanstående beteckningar samt beskrivning av innehåll i jorden. Tabellen är en bearbetning av originalet.

Teckenförklaring

ML	Lean silt	92-100 % silt, 0-58 % sand
SM	Silty sand	58-92 % sand, 0-10 % lera
SC	Clayey sand	12-18 % lera, 58-88 % sand
MH	Heavy silt	0-57 % silt, 44-100 % lera
OL	Organic silt/organic loam	

Bilden nedan är en sammanställning av vilka jordarter som löper störst risk för erosion kontra jordarter som sällan drabbas av erosion, samt vilka faktorer som ökar och minskar risken för erosion. Det är en sammanställning av informationen från boken Biotechnical Slope Protection and Erosion Control av Gray & Leiser. (1982 s 11) Tabellen är en bearbetning av originalet.

Jordart med särskilt låg risk för erosion	Jordart med särskilt hög risk för erosion	Faktorer i jorden som minskar risken för erosion	Faktorer i jorden som ökar risken för erosion
Leriga jordar	Siltjordar	Innehåll av ler i jorden	Högt grundvatten
		Innehåll av organiskt material i jorden	Avsaknad av stärkande vegetation
Jordar med högt innehåll av organiskt material	Sandjordar	Låg porositet	Avsaknad av organiskt material eller lera
		Innehåll av fukt	

Nedanstående tabell är skapad efter fem års studier av erosion på olika jordarter för att kunna skapa riktlinjer för jorderosion. Den är framtagen av Ministry of Agriculture med jordbruksorganisationer och Environment Agency i England. (Unwin R.J. 2001) Tabellen är en bearbetning av originalet.

Jordart	Släntlutning >7°	Släntlutning 3°-7°	Släntlutning 2°-3°	Släntlutning <2°
Sandig lera	Hög till väldigt hög	Medel till hög	Låg till medel	Liten
Siltig sandig lera	Medel till hög	Medel	Låg	Liten
Andra	Låg	Liten	Liten	Liten

Nedan en förklaring av begrepp i ovanstående tabell (Unwin R.J. 2001) Tabellen är en bearbetning av originalet.

Risk	Effekt
Väldigt hög	Rännilar återkommande nästan varje år. Raviner kan utvecklas i våta perioder.
Hög	Rännilar utvecklas i våta perioder.
Medel	Deposition av sediment förekommer på vägar, i diken och vattendrag i våta perioder. Rännilar kan utvecklas under blöta perioder.
Låg	Missfärgat vatten kan förorena diken och vattendrag.
Lägst	Avrinnande vatten är sällan missfärgat.

Släntlutning

Släntens lutning påverkar graden av erosion. Lutningen påverkar också vilka åtgärder som krävs på platsen. Enligt Lake (2016) krävs det att man använder en erosionsmatta av kokosfiber vid etablering av vegetation om släntlutningen överstiger 3:1. Enligt Persson och Carlsson(2006:2) är en släntlutning på 1:3 att rekommendera. Finkornig morän riskerar att erodera vid en brantare släntlutning, är jordarten istället av en grovkornigare struktur kan släntlutningen vara större, 1:2,5 - 1:2.

Tillsammans med släntens lutning är också längden på slänten en viktig faktor. Ju brantare slänten är desto viktigare är det hur lång den är. Gray & Leiser (1982 s 12) exemplifierar detta på följande vis:
En slänt med 6 % (ca 3° eller 1:19) lutning ökar risken för erosion med 29 % om släntens längd ökar från 30 meter till 60 meter. Om lutningen istället är 20 % (ca 11° eller 1:5) ökar erosionsrisken med 49 % om släntens längd ökar från 30 meter till 60 meter.

Tillgänglighet

Om man har möjlighet att välja kan man fundera över släntens lutning i flera aspekter, tillgänglighet är en sådan. Om man vill att djur och människor ska kunna ha tillträde till slänten kan en flackare lutning vara att föredra. (Carlsson & Persson 2006:2)

Tillgänglighet är av betydelse vid val av vegetationslösning, vissa metoder kräver maskiner som kan komma nära platsen, som vid sprutsådd av frö. Sticklingsmetoden kräver istället inga tunga maskiner. Att ta reda på platsens tillgänglighet är en förutsättning för vilken teknik som kan användas på platsen.

Olämpliga situationer

Generellt kan hårdgjorda strukturer bättre hantera skarpa lägen som innebär en kraftig släntlutning med ett högt tryck från omgivande jordmassor. Därför ska man inte se vegetation som en lösning för varje slänt med erosionsrisk. (Sotir R. & Gray D. 1992)

OLIKA TYPER AV VEGETATIONSLÖSNINGAR

Man sorterar in erosionsskydd i hårda och mjuka sådana. Hårda erosionsskydd är någon form av konstruktion som stöttar upp jordmassor och på det viset förhindrar erosionsskador. Mjuka erosionsskydd är vegetationslösningar eller lösningar där man använder naturligt förekommande material. Däremellan finns det flera olika lösningar som innefattar en kombination av de båda. (SGI 2016:2)

Exempel på mjuka vegetationslösningar

Gemensamt för de mjuka lösningarna är att man använder vegetationens mekaniska egenskaper för att förbättra markens stabilitet och med det förhindra uppkomsten av erosion eller för att avhjälpa befintlig erosion. Det finns många olika typer av lösningar, några exempel är (Danielsson 2016):

- Fröplantering för etablering av örtskikt
- Nedstickning av färska grenar i marken för etablering av buskar, sticklingsmetoden.
- Fästning av färska grenar i matta ovanpå marken för etablering av buskar
- Plantering av växter i kombination med geotextil som kokosmatta eller jutematta

Exempel på kombinerade lösningar

Kombinerade lösningar är en kombination av vegetation och andra naturliga material. (Danielsson 2016) Exempel på kombinerade lösningar:

- Stenskonung i kombination med vegetation
- Gabioner med växter
- Betonghålblock med växter
- Stockar och död ved
- Stockmurar

LÄMPLIG VEGETATION FÖR SLÄNTSTABILISERING

Växter med ytligt rotdjup är passande som stabiliseringsmetod för slänter med ytliga eller inga skador av erosion. Det krävs istället vegetation med djupgående rötter för att åtgärda erosion på jordar med djupgående skador. (Chok et al 2004)

På marknaden finns det olika typer av mattor som man kan lägga ut på marken för att skydda ytan under tiden det tar för växterna att etablera sig. Dessa mattor finns i olika typer av material som är nedbrytbara, av kokosfiber eller jute, eller av plast/metall som inte är nedbrytningsbara. (Lake 2016)

För att ett pålitligt och långlivat bestånd ska utvecklas på platsen är det viktigt att använda ett varierat växtmaterial. Om en sort skulle vantrivas på platsen är det mer sannolikt att andra växter tar över och fyller ut än om man använder samma växt över hela ytan. På det viset blir växtsamhället som en helhet mer pålitligt och har större potential att bli långlivat. (Gray & Leiser 1982 s 173; Coppin & Richards 2007 ss 35-36)

Riktlinjer för etablering av vegetation

Enligt Rankka (2002) är en viktig förutsättning vid etablering att man tagit reda på ståndorten, det innebär att man tar reda på:

- Jordart
- pH-värde
- Ljushållandet
- Klimatzon
- Yttre påverkningar
 - o Vind
 - o Avrinning
- Vilken typ av vegetation som finns på platsen

Sotir och Gray (1992) har beskrivit vilka förutsättningar man måste ta reda på innan man väljer ut vilket typ av lösning som kan användas på platsen. Sammanställningen är en egen bearbetning och kan ses nedan i tabellen.

Grundläggande information		Underrubriker
1	Topografi och exponering	a Notera släntlutningen på stabila och instabila områden
		b Notera densiteten av befintlig vegetation
		c Notera var vegetationen växer kraftigare vilket kan indikera tillgång på fukt
2	Geologi och jordart	a Se över den geologiska historien och ta reda på vilken typ av avlagringar
		b Notera tidigare erosionsskador
		c Studera vegetationen för att se om exempelvis träd lutar, det kan indikera på att jorden håller på att flytta sig
		d Bestäm jordart och jorddjup
3	Hydrologi	a Bestäm avrinningsområdet, går det att avleda vatten från problemområdet?

Lämpliga växter för ytlig släntstabilisering

Vegetation som lämpar sig för ytlig släntstabilisering av slänter är olika sorters gräs och örtartade växter. (Rankka 2002) Gräs etablerar sig snabbt och sprider sig via underjordiska utlöpare i sidled och skapar ett tätt bestånd som håller ytliga jordlager på plats. Att använda andra växter som sprider sig på ett liknande sätt som gräsen bidrar till ett varierat växtmaterial som är dynamiskt och bidrar till den biologiska mångfalden. (Gray & Leiser 1982 s 173) Enligt Borgman(2016) är det bra att använda växter som finns naturligt på platsen. Nedan en sammanställning av ovanstående information över viktiga egenskaper hos växter för ytlig släntstabilisering:

- Snabbetablerad
- Ståndortsanpassad
- Spridning med utlöpare

Konventionella planteringar

Konventionella planteringar med gräs och örtartade växter uppges ha flera viktiga funktioner som interceptionslager, underhåller infiltrationskapaciteten, binder och stärker markstrukturen och skyddar marken från höga och låga temperaturer, därmed skyddar de jorden från ytlig erosion. (Sotir R. & Gray D. 1992)

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Referenser
<i>Anthyllis vulneraria</i>	Getvåppling	Andersson E-L. et al 2011:140
<i>Agrostis capillaris</i>	Rödven	Andersson E-L. et al 2011:140
<i>Agrostis stolonifera</i>	Krypven	Andersson E-L. et al 2011:140
<i>Festuca rubra</i>	Rödsvingel	Andersson E-L. et al 2011:140
<i>Medicago sativa</i>	Blålusern	Andersson E-L. et al 2011:140
<i>Poa annua</i>	Vitgröe	Andersson E-L. et al 2011:140
<i>Trifolium pratense</i>	Rödklöver	Andersson E-L. et al 2011:140
<i>Trifolium repens</i>	Vitklöver	Andersson E-L. et al 2011:140

Tabell 6 Lista över växter för ytlig släntstabilisering
Växter som passar för etablering i vägmiljö från Trafikverkets Växtlighet i vägmiljö Praktiska råd. (Andersson E-L. et al 2011:140)
Tabellen är en bearbetning av originalet.

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Sortnamn
Mix 1		
<i>Festuca rubra</i>	Rödsvingel	'Ensylva', 'Pennlawn', 'Boreal'
<i>Lolium perenne</i>	Renrepe	'Pennfine'
		'Linn'
Mix 2		
<i>Panicum virgatum</i>	Jungfruhirs	'Shelter', 'Pathfinder', 'Trailblazer', 'Blackwell'
<i>Eragrostis trichodes</i>	Sandkärleksgräs	
Mix 3		
<i>Panicum virgatum</i>	Jungfruhirs	'Shelter', 'Pathfinder', 'Trailblazer', 'Blackwell'
<i>Andropogon gerardii</i>	Kalkongräs	'Niagara'
<i>Schizachyrium scoparium</i>	Prärie-gräs	'Aldous'
		'Camper'
<i>Sorghastrum nutans</i>	Indiangräs	'Rumsey'
<i>Panicum amarum</i>		'Atlantic'
<i>Bouteloua curtipendula</i>	Stort moskitgräs	'El Reno'
		'Trailway'
Mix vildblommor		
Mix 4		
<i>Panicum virgatum</i>	Jungfruhirs	'Shelter', 'Pathfinder', 'Trailblazer', 'Blackwell'
<i>Panicum amarum</i>		'Atlantic'
Mix 5		
<i>Spartina patens</i>	Marskgräs	
<i>Ammophila breviligulata</i>		'Cape'
Mix 6		
<i>Festuca rubra</i>	Rödsvingel	'Ensylva', 'Pennlawn', 'Boreal'
<i>Festuca rubra</i> L. ssp. <i>fallax</i>		
<i>Trifolium pratense</i>	Rödklöver	

Tabell 7 Fröblandningar
Nedan en sammanställning av fröblandningar ämnat för New York. Dessa fröblandningar ska täcka 80 % av ytan för att skapa ett permanent skydd mot erosion. (Lake 2016)
Tabellen är en bearbetning av originalet.

Förklaring av fröblandningar (Lake 2016)

Mix 1 - Passande för skuggigt läge

Mix 2 - *Panicum virgatum* passande för blöta förhållanden intill våtmark, för områden med risk för erosion kan man så in *Eragrostis trichodes*. (Lake 2016)

Mix 3 - Passande för grusig och sandig jord. Behöver sås med såmaskin på grund av fröernas lätthet.

Mix 4 - Denna blandning är salttolerant, ett bra val längs kanten av tidvattenområden och vägar.

Mix 5 - *Spartina patens* används för strandskydd. 'Cape' kan användas för att stabilisera sanddynen ovanför saltgränsen.

Mix 6 - Allmänna erosionskontrollblandningar. Ej som gräsmatta eller till lekplats.

Lämpliga växter för djupgående släntstabilisering
 Buskar och träd är lämpliga för förstärkning av markprofilen på djupet. (Rankka 2002; Sotir R. & Gray D. 1992; Sjöman et al 2016 s 219) Vedartade växter som snabbt etablerar sig på platsen tillhör pionjärarter som snabbt etablerar sig på platsen och har en kraftig tillväxt. (Sjöman et al 2016 ss 219-220)

Buskar och träd har samma effekt som tidigare nämnda samt återstabiliserar markstrukturen, transpirerar överflödigt vatten och minimerar risken för förlust av jord genom att hindra erosion. Samt förbättrar jordens struktur på djupet. (Sotir R. & Gray D. 1992) Sammanställande viktiga egenskaper hos växter för djupgående släntstabilisering:

- Snabbetablerad
- Ståndortsanpassad

Vetenskapligt namn	Svenskt namn	Referens
<i>Acer negundo</i>	Asklönn	Sotir & Gray 1992
<i>Acer saccharinum</i>	Silverlönn	Sjöman et al 2016
<i>Alnus glutinosa</i>	Klibbal	Sjöman et al 2016
<i>Alnus incana</i>	Gråal	Sjöman et al 2016
<i>Betula pendula</i>	Vårtbjörk	Sjöman et al 2016
<i>Cornus sericea</i>	Tuvkornell	Sotir & Gray 1992
<i>Crataegus monogyna</i>	Hagtorn	Sotir & Gray 1992, Sjöman et al 2016
<i>Elaeagnus angustifolia</i>	Smalbladig silverbuske	Sjöman et al 2016
<i>Elaeagnus commutata</i>	Silverbuske	Sotir & Gray 1992
<i>Forsythia</i>	Forsythia	Lake 2016
<i>Juniperus virginiana</i>	Blyertsen	Sjöman et al 2016
<i>Larix x marschlinsii</i>	Hybridlärk	Sjöman et al 2016
<i>Ligustrum vulgare</i> (L. sinense)	Liguster	Sotir & Gray 1992, Andersson E-L. et al 2011:140
<i>Lonicera involucrata</i>	Skogstry	Sotir & Gray 1992
<i>Physocarpus opulifolius</i>		Sotir & Gray 1992
<i>Pinus nigra</i>	Svarttall	Sjöman et al 2016
<i>Pinus sylvestris</i>	Tall	Sjöman et al 2016
<i>Populus balsamifera</i>	Balsampoppel	Sotir & Gray 1995, Sjöman et al 2016
<i>Populus x canadensis</i>	Kanadapoppel	Sjöman et al 2016
<i>Populus x canadensis</i>	Gråpoppel	Sjöman et al 2016
<i>Populus laurifolia</i>	Lagerpoppel	Sjöman et al 2016
<i>Populus nigra</i>	Svartpoppel	Sjöman et al 2016
<i>Populus tremula</i>	Asp	Sjöman et al 2016
<i>Populus trichocarpa</i>	Jättepoppel	Sjöman et al 2016
<i>Prunus cerasifera</i>	Körsbärsplomon	Sjöman et al 2016
<i>Prunus padus</i>	Hägg	Sjöman et al 2016, Trafikverket
<i>Pyrus communis</i>	Päron	Sjöman et al 2016
<i>Robinia pseudoacacia</i>	Robinia	Sotir & Gray 1992
<i>Sambucus nigra</i>	Fläder	Lake 2016
<i>Salix acutifolia</i>	Hängdaggvide	Sjöman et al 2016
<i>Salix alba</i>	Vitpil	Sjöman et al 2016
<i>Salix fragilis</i>	Knäckepil	Sjöman et al 2016
<i>Salix lucida</i>		Sotir & Gray 1992
<i>Salix myrsinifolia</i>	Svartvide	Andersson E-L. et al 2011:140
<i>Salix purpurea</i>	Rödvide	Sotir & Gray 1992
<i>Salix x sepulcralis</i>	-	Sjöman et al 2016
<i>Salix triandra</i>	Mandelpil	Andersson E-L. et al 2011:140
<i>Sambucus canadensis</i>	Kanadafläder	Sotir & Gray 1995
<i>Sambucus racemosa</i>	Druvfläder	Sotir & Gray 1995
<i>Sorbus aucuparia</i>	Rönn	Andersson E-L. et al 2011:140
<i>Symphoricarpos albus</i>	Snöbär	Sotir & Gray 1995

Tabell 8 Lista över växter för djupgående släntstabilisering

Listan nedan är en sammanställning över vedartade växter fungerar för släntstabilisering. (Sotir & Gray 1992, Sjöman et al 2016; Andersson E-L. et al 2011:140; Lake 2016)

Succession

En växt är relativt kortlivad men ett dynamiskt växtsamhälle kan leva förevigt. (Coppin & Richards 2007) Succession innebär vegetationens utveckling från pionjärstadie till klimaxstadie. Beroende på växtplats varierar klimaxstadiet men under optimala förhållanden innebär klimaxstadiet en äldre uppvuxen skog. (Sjöman et al 2016 s 61) Att arbeta med vegetationen och ha succession i åtanke vid etablering av framförallt vedartat material bidrar det till att man planerar för en längre period. Det kan vara att man i etableringsfasen planterar ett visst växtmaterial som man sedan tar ner periodvis för att ge andra individer mer luft och på det viset arbeta med beståndet som en helhet. Med tiden innebär det också att man kan plantera in andra vedartade växter som kan fortsätta att utveckla beståndet. Istället för att använda pionjärarter, som vid etableringsfasen, kan man istället använda sekundärarter som tolererar att växa som undervegetation. Sekundärarterna förekommer naturligt i ett senare skede i successionen och är mer långlivade än pionjärarterna. (a.a)

Att arbeta med beståndet successionsmässigt är viktigt för att vegetationens stabiliserande funktion ska behållas över tid. (Dunnett & Clayden 2000 s 184) Äldre träd med stora kronor i förhållande till sina rotsystem kan komma att bli ett problem med åldern. Om kronorna på grund av regn eller snö blir för tunga kan de välta och på det viset slita upp jordmassorna. (Rankka 2002) Därför är det viktigt att vidareutveckla beståndet.

VAL AV VEGETATIONSLÖSNING

Det finns flera olika typer av vegetationslösningar att använda sig av. För att välja rätt lösning är det förutläggningarna på platsen som avgör i vilken omfattning man måste använda vegetation. Samt vilket ståndortsförhållande som påverkar val av växter. Därmed är det lämpligt att förhålla sig till en vegetationslösning som kan upprätthålla funktionen på platsen men som inte är överdriven i förhållande till problematiken. På det viset blir också lösningen kostnadseffektiv i jämförelse med en överdimensionerad insats på platsen. (Sotir R. & Gray D. 1992)

Olika vegetationslösningar

Sticklingar som sätts ned i jorden

Sticklingsmetoden fungerar så att man sticker ner färska grenar av exempelvis *Salix* spp, *Populus nigra* eller *Ligustrum* spp i marken. Sticklingarna bör ha en diameter på 3-8 mm och vara 80-100 cm långa. Sticklingarna slår snabbt rot och förankrar sig i marken. (Rankka 2002; Gray & Leiser 1982 s 176) Sticklingarna behöver planteras inom 8 timmar från skörd för att behålla sin vitalitet. (Lake 2016)

Viktiga egenskaper för vegetation avsedd för sticklingsmetoden är (Lake 2016):

- Förökar sig vegetativt
- Raka skott
- Flexibla skott

För sticklingsmetoden har Lake(2016) två metoder för att välja ut växtmaterial. Det första är att hitta växtmaterial som man kan skörda för att sedan etablera på platsen. Syftet är då att använda

växtmaterial som finns i närheten av platsen och som uppfyller olika kriterier: snabbetablerade, långa, raka och flexibla. Ofta använder man olika typer av *Salix* spp som uppfyller dessa krav. De kan man klippa av och sedan trycka ned i marken på platsen man vill att de ska växa, de rotar sig snabbt och på det viset skapar de snabbt ett skydd mot erosion på platsen. Finns tillgängligt material att skörda på platsen vet man att de är ståndortsanpassade och har därmed stor potential att överleva på platsen. (Sotir R. & Gray D. 1992) Den andra metoden för val av material menar Lake(2016) är att låta en kommersiell odlare driva upp det växtmaterial man vill ha på platsen, viktigast är då att de är långlivade och hårdiga.

Under de två första åren är kontinuerlig tillsyn viktig för att säkerställa etableringen. (Lake 2016)

Effekter av sticklingsmetoden

- Snabb förstärkning av jorden med djupgående rötter. (Sotir R. & Gray D. 1992)
- Långsiktigt tillskott av organsikt material i jorden. (Eriksson et al 2013 ss 103-105)
- Litet tillskott till den biologiska mångfalden om man endast använder en art. (Clay & Dunnett 2000 ss 182-183)

Frösådd av perenna örter eller gräs

Frösådd kan ske i kombination med att man tillför kompost som en del av blandningen eller enbart frön. Frösådd kan ske för hand eller via en maskin som sprider frön. Vårsådd är att föredra för att uppnå ett bra resultat. (Lake 2016) Att använda en erosionsskyddande matta gynnar etableringen av

vegetation i slänter. (Carlsson & Persson 2006) Efter utläggningen av denna kan man fröså hela ytan eller plantera växter från kruka. Duken av kokosfiber ska brytas ned inom en 3-5 årsperiod, på den tiden har växterna hunnit etablera sig så pass att de ensamt kan fungera som stabilisator. (Byggros AB)

Effekter av frösådd av perenna örter eller gräs

- Ytligt skydd mot erosion. (Sotir R. & Gray D. 1992)
- Långsiktigt tillskott av organiskt material i jorden. (Eriksson et al 2013 ss 103-105)
- Ett tillskott till den biologiska mångfalden om man väljer att introducera nya arter på platsen. (Clay & Dunnett 2000 ss 182-183)

Plantering av perenner

I en avhandling av Rankka (2002) refererar man till en text av Coppin & Richards (Use of vegetation in civil engineering). Där beskrivs förödlade växter i kruka som ett effektivt sätt att snabbt etablera vegetation som tidigt får ett betydande rotdjup, till skillnad från frösådd av örtartat material. Både örtartade växter och vedartade växter i kruka ska enligt Coppin & Richards fungera för plantering i erosionskänsliga slänter. Även plantering av krukade växter kan göras i kombination med en erosionsskyddande matta för att skydda jordytan under etableringsfasen. (Byggros AB)

Effekter av plantering av perenner

- Djupgående förstärkning av jorden med buskarnas rötter. (Sotir R. & Gray D. 1992)
- Vid användning av olika arter kan man uppnå ett tillskott till den biologiska mångfalden. (Clay & Dunnett 2000 ss 182-183)

Plantering av buskar eller träd

Om man har planerat att använda vedartat växtmaterial på platsen kan dessa behöva etablera sig innan man sår eller planterar in annan marktäckande vegetation. Om man först sår in gräs och därefter träd kan konkurrensen bli hög och träden kan få svårt att överleva. Men att så in gräs tidigt har samtidigt betydelse för den omedelbara stabiliseringen av ytskiktet eftersom gräs snabbt täcker stora ytor, jämfört med träd som istället har en lång etableringsperiod. (Rankka 2002)

Träd under etableringsfasen kräver skydd från tuffa ogräs som slåss om näring och fukt, vilket kan försämra tillväxten hos träden. För att undvika omfattande ogrärensning under etableringsfasen kan man täcka markytan antingen med väv eller grus, eller organsikt material som barkflis. (Sjöman et al 2016 s 403)

Effekter av plantering av buskar eller träd

- Djupgående förstärkning av jorden med buskarnas och trädens rötter. (Rankka 2002; Sotir R. & Gray D. 1992)
- Vid användning av olika arter kan man uppnå ett tillskott till den biologiska mångfalden. (Clay & Dunnett 2000 ss 182-183)

ETT FUNGERANDE VÄXTSYSTEM EFTER ETABLERING

Skötsel

För att undvika att vegetationen etablerar sig dåligt krävs en kontinuerlig tillsyn av beståndet. (Sotir R. & Gray D. 1992) Lake (2016) beskriver att etableringsskötseln i situationer med erosionsmatta bör ske veckovis med inspektion av mattan för att försäkra sig om att den är intakt, annars bör den repareras inom två dagar. Denna veckovisa inspektion bör pågå tills vegetationen täcker åtminstone 80 % av ytan.

För att gynna en god etablering av växtsystemet krävs kontinuerlig bevattning. Beroende av vilken typ av växter påverkar det hur mycket vatten som krävs, samt vilken jordtyp man har på platsen. En lerjord har högre kapacitet att hålla vatten och behöver inte bevattnas lika ofta som en sandjord som är genomsläpplig med låg kapacitet att hålla vatten. (Sjöman et al 2016 ss 408-409)

Yttre faktorer som skadar växterna kan också vara vilda djur som rådjur eller gnagare. På grund av att de äter växtligheten kan det försvåra etableringen av växter eller hindra utveckling av vegetationen. Därför är det viktigt att skydda vegetationen från den typen av stress och

störning i etableringsfasen och bibehålla skötseln även efter etableringen för att undvika stora skador på vegetationen. (Coppin & Richards 2007)

Synergieffekter

Att använda vegetation som lösning på är att lösa det med naturliga medel, precis som naturen själv hade gjort det. Dessutom fungerar vegetationen som habitat och tillgång på föda för djur och växter. Med vegetation kan man skapa förutsättningar för andra djur än de som fanns på platsen sedan innan, vilket bidrar till den biologiska mångfalden. (Lake 2016)

För att vegetationen ska gynna biologisk mångfald krävs det att det tillförda växtmaterialet är av annan art än den som redan finns på platsen och därigenom öka det ekologiska kapitalet. (Dunnett & Clayden 2000 s 184)

Att omges av vegetation är accepterat och uppskattat av människan (Dunnett & Clayden 2000 s 185) och ger en estetiskt positiv upplevelse för människan (Dee 2001 s 63) samt förstärker landskapets kvalitéer. (Coppin & Richards 2007)

FALLSTUDIE

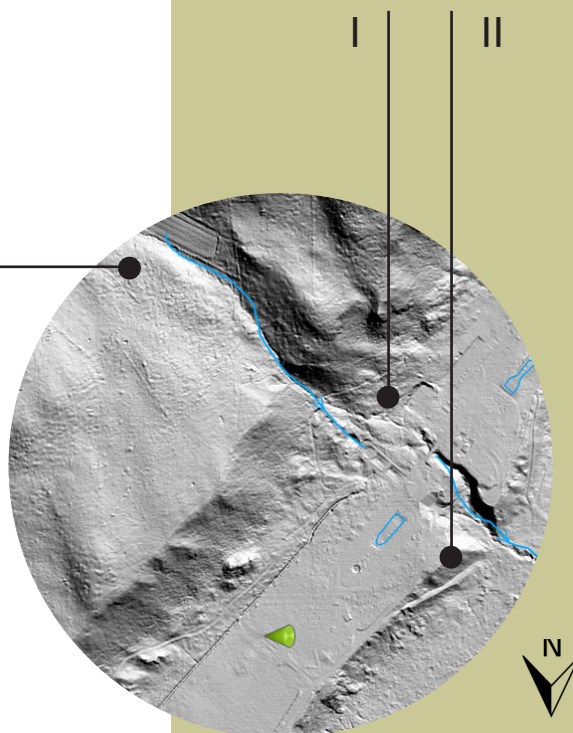
FALLSTUDIE I & II

- NORRVIKENS TRÄDGÅRDAR

Norrvikens Trädgårdar ligger några minuter utanför Båstads centrum. Läget är precis invid kusten, med Hallandsåsen som höjer sig på andra sidan om trädgården. Stora delar av trädgården ligger på en platå i sluttningen mot havet.

TERRÄNG & LUTNING

Slänten är en del av Hallandsåsen som sträcker sig långt upp ovanför slänten. Åsen lutar ned mot havet, på terrängkartan till höger kan man se hur vattnet har format landskapet på sin färd från åsens topp ned till havet. Fallstudie 1 & 2 är markerade intill bilden till höger. Bilden är en terrängskuggning som visar platsens topografiska förhållande. (Lantmäteriet 2017)



OMGIVNING

I slänten uppmot åsen växer en gammal bokskog. Norrvikens trädgård är omkring 22 hektar stor och den centrala delen av trädgården är placerad på en platå i åsens sluttning. Bilden till höger visar platsen ovanifrån. (Lantmäteriet 2017-12-19)



FALLSTUDIE I - INVENTERING

Följande beskrivning är utifrån observationer gjorda på platsen 2017-11-27

Bakom en av byggnaderna på Norrvikens Trädgårdar har man nyligen uppfört en byggnad nära slänten. För att få tillräckligt utrymme för byggnaden har man grävt bort den nedre delen av slänten och grävt ut ett dike i nedkant. Därför är slänten endast en till en och en halv meter från husets baksida. Slänten är en del av Hallandsåsen som sträcker sig långt upp ovanför slänten. I nedkant är det en pöl med vitt vatten, och den uppgrävda delen av slänten är vit och geggig. Från slybeståndet och uppåt är slänten stärkt av marktäckande vegetation i kombination med träd och buskar. Längst ned i sluttningen är vegetationsskyddet gräs- och örtartat vilket ger ett ytligt skydd mot erosion.

PLATSEN

Platsen befinner sig i klimatzon 1(Riksförbundet Svensk trädgård 2017) i nordöstligt läge som ger begränsat med ljus först under eftermiddagen.

Topografi och exponering

Lutningen varierar från 20° till 70°, se skiss. Vegetationstäcket är heltäckande över stora delar av slänten. Där man har grävt finns inget vegetationstäckes alls. Vegetationstäcket är jämnt fördelat över slänten där vegetation finns och vattenansamlingen i nedkant av slänten indikerar att det finns överskottsvatten. Den slamfärgade vattnet ger en indikation på aktiv erosion varvid vattnet grumlas när partiklar rörs upp.

Geologi och jordar

Jordartsförhållandet på platsen är en moig sand med pH 5,6. Moig sand innebär att det är lite mo och mjäla i sanden. Jorden är därför lite mer vatten och är mer näringshållande än ren sand. På grund av mängden små partiklar kan den till och med bli mycket vattenhållande.

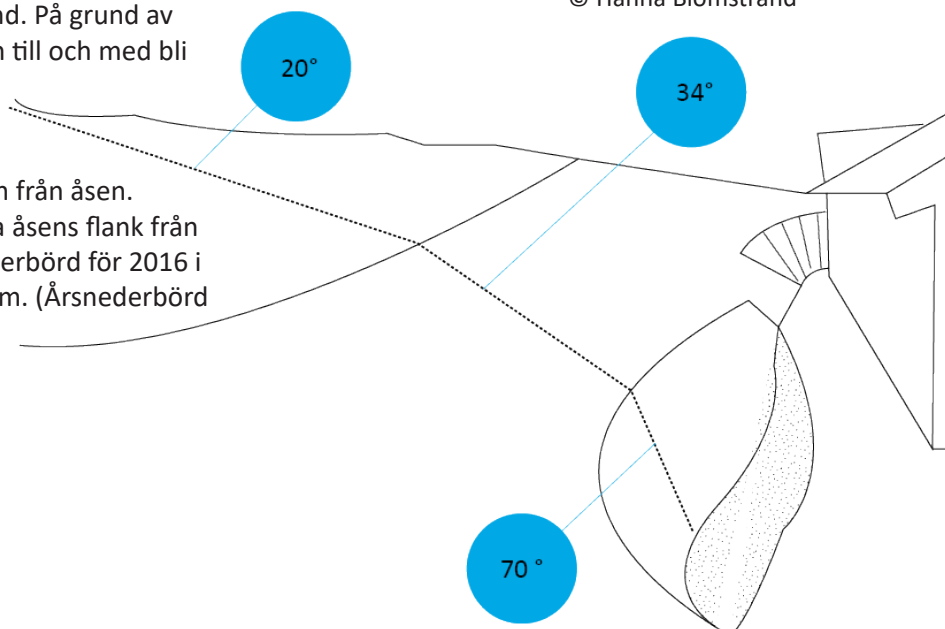
Hydrologi

Platsen påverkas av avrinningen från åsen. Avrinningsområdet är över hela åsens flank från toppen ned mot havet. Årsnederbörd för 2016 i området Båstad var 600-800 mm. (Årsnederbörd SMHI)



Platsen idag. Foto © Hanna Blomstrand

Skiss nedan som visar lutningar i slänten.
© Hanna Blomstrand



FALLSTUDIE I - RESONEMANG

I enlighet med de faktorer som påverkar erosion löper denna jord särskilt hög risk för erosion på grund av, från sammanställande tabell (Gray & Leiser 1982 s 11):

- att det är en sandjord innehållande mjåla som är särskilt erosionsbenägen
- att det delvis saknas stärkande vegetation
- avsaknad av lera eller organiskt material

Vad behöver platsen?

Tillförsel av lera eller organiskt material som sänker risken för erosion, samt stärkande vegetation.

Vad måste lösningen förhålla sig till?

Eftersom slänten är nära en byggnad behöver vegetationen vara lågväxande för att inte tränga sig på byggnaden. Kräver ett växtmaterial som tolererar den begränsade tillgången på ljus enbart under eftermiddagen.

Resonemang i diskussionsform

Jorden innehåller till största del sand, ren sant är mycket väl-dränerad och har svårt att hålla vatten. Men i kombination med mjålan blir jorden mer vattenhållande och dessvärre mer erosionsbenägen.

Den sandiga jorden utan vegetationstäckelse skulle också kunna erodera av vinden.

För att jorden ska få en bättre struktur i den sandiga jorden krävs tillförsel av organiskt material. Det skulle innebära att jorden lättare bildar aggregat och förbättras jordens förmåga att erbjuda växternas näring, vatten och syre. Tillförsel av organiskt material kan vara att lägga på halmblandad stallgödsel, kompost, torv- eller barkmull. (Wallander et al 2016 ss 117-118) Tillförsel av organiskt material skulle också ske naturligt efter etablering av mer vegetation. Lövfällande träd och buskar bör ge ett stort tillskott under hösten när löven faller.

För att ytterligare skydda jorden från regnets droppar och avrinning behöver ytan skyddas med vegetation. Under etableringstiden kan man skydda bar mark med marktäckande mulch som gräsklipp eller liknande material. (Wallander et al 2016 s 118)

För att stärka jorden på djupet krävs det inplantering av växter med djupgående rotsystem. Eftersom slänten ligger nära in på en byggnad är

etablering av storväxande träd inte möjligt, men lågväxande buskar skulle däremot fungera. Buskarna har mer djupgående rotsystem än örtartade växter och gräs och kan därför stärka jorden mer än vad de kan.

För att öka den långsiktiga hållbarheten i det befintliga gräsbeståndet kan man så in fler örtartade växter på platsen. Dessa skulle även bidra till den biologiska mångfalden. Blommande växter skulle vara en tillgång till den biologiska mångfalden och för att höja det estetiska värdet på platsen.

Den avgrävda delen av slänten bör med fördel planas ut för att lättare kunna etablera vegetation. Alternativt behålla lutningen och etablera vegetation i kombination med geonät som fästes på ytan.

FALLSTUDIE I - FÖRSLAG

Buskarter

Följande förslag är lämpliga i förhållande till funktion och ståndort:

- *Cornus sericea* 'Kelseyi' Tuvkornell
En låg kornell som kan fungera på platsen. Den är 10 till 70 cm hög och hanterar både skuggiga och soliga förhållanden. Den har en långsam tillväxt men den sprider sig med rotskott. Kornellen har en fantastisk färg på framförallt årsskotten som kan ge platsen en spännande karaktär. (Plantarum 2017:1)

- *Symphoricarpus* 'Arvid' Tuvsnöbär
Egentligen är det *Symphoricarpis albus* som bör användas men 'Arvid' har ett lägre växtsätt som passar platsen bättre, och hanterar ståndorten. Den sprider sig med rotskott och hanterar både skuggiga och soliga förhållanden. Tuvsnöbäret erbjuder rosa eller vita blommor på våren och små vita frukter under sensommaren och hösten. (Plantarum 2017:2)

Örtartade växter och gräs

Följande förslag är lämpliga i förhållande till funktion och ståndort:

- *Trifolium repens* Vitklöver
Vitblommande klöver som blommar juni till september. Rotsläende stjälk som sprider sig. Vanlig i det Svenska landskapet på friska jordar i ängsmark, vägkanterstrandängar med flera. (Mossberg & Stenberg 2010 s 357)
- *Medicago sativa* Blålusern
Violett blomma med ett upprätt växtsätt. Vanligt förekommande förvildad i Sverige och dyker upp i vägkanter, åkerrenar och ängsmark. (Mossberg & Stenberg 2010 s 356)



Cornus
Bild av Hans
(CC BY NC SA)



Symphoricarpus
Bild av werner22brigitte
(CC BY NC SA)



Trifolium repens
Bild av Moritz320
(CC BY NC SA)



Medicago sativa
Bild av Prochalen
(CC BY NC SA)

FALLSTUDIE II - INVENTERING

Följande beskrivningar är utifrån observationer gjorda på platsen 2017-11-27

Platsen ligger nära havet men uppvuxna träd på platsen skyddar mot hårda vindar. Eftersom platsen ligger i en vik skyddas den från hårda västliga vindar. Nedanför slänten är det väldigt vattenmättat, och på flera ställen kan man trampa igenom markprofilen som är mycket sank. Man kan se pölar överallt där det är en urgröpning i marken. I slänten strilar det vatten från många punkter som fortsätter nedåt. Längs med en gångstig rinner det vatten och där har kanterna drabbats av erosion, antagligen på grund av höga flöden.

PLATSEN

Platsen befinner sig i klimatzon 1(Riksförbundet Svensk trädgård 2017) i norrläge. I kombination med uppvuxna träd gör det platsen skuggig och fuktig till blöt.

Topografi och exponering

Släntlutningen varierar mellan 11° längst ned till 60°, se bilder för vidare förståelse. Där slänten är som brantast är det stupliknande förhållande på grund av skadorna efter erosion. Nedanför slänten är det flackare förhållanden. Aktiv erosion pågår på en punkt och det senaste raset var under våren. På platsen där det senast rasade fyller personalen igen med trädgårdsavfall, men det åker egentligen bara nedför slänten och landar längst ned. Vid sidan av raset finns djupa sprickor som indikerar att ännu ett ras är nära förestående. Vegetationen på platsen består av ett trädskikt med främst *Ulmus glabra*, *Acer platanoides* och *Fagus sylvatica*. Ett glest buskskikt av *Lonicera involucrata*, 1 *Taxus* spp, 1 *Salix* spp. Samt främst ungplantor av *Ulmus glabra*, *Acer platanoides* och *Fagus sylvatica*. Samt björnbär, Markskiktet består främst av olika mossor och lågväxande bladväxter som Svalört, bräken, fräkenväxter, perstskräp samt enstaka ormbunkar. Vattenansamlingar i nedkant av slänten indikerar att det finns överskottsvatten.

Geologi och jordar

Moig sand uppe i slänten med pH 5,6 och moig mulljord i nedre delen av slänten med mer än 20 % mullhalt och pH 5,9. Moig sand innebär att det är lite mo och mjäla i sanden. Den är lite mer vatten- och näringshållande än ren sand. På grund av mängden små partiklar kan den till och med bli mycket vattenhållande. Moig mulljord innebär att den innehåller mycket hög mullhalt, 20-40 % och nästan enbart organiskt material med få partiklar. Vid torka skulle denna jord sjunka och det är därför viktigt att behålla markfukten. (Eva-Lou Gustafsson SLU, 30/11-17)

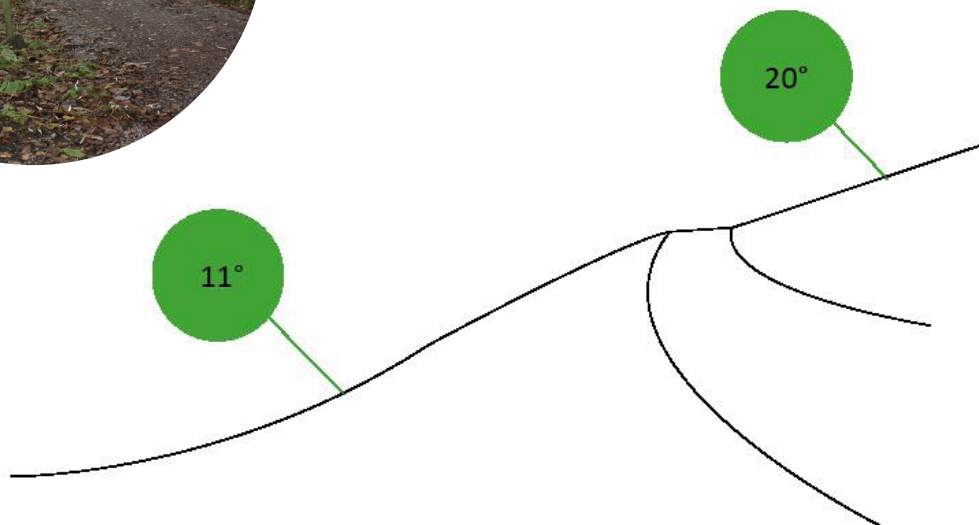
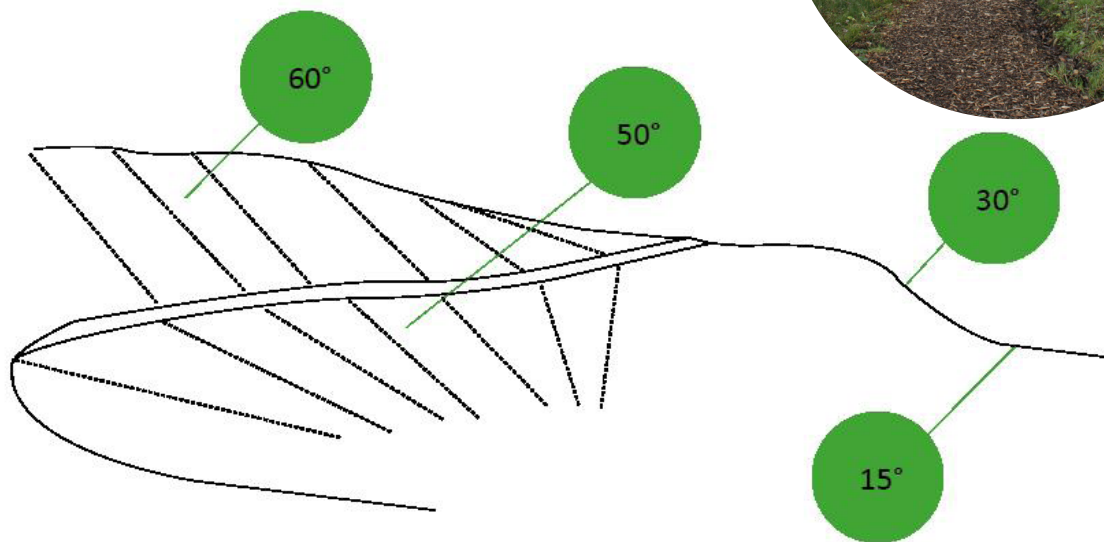
Hydrologi

Platsen påverkas av avrinningen från åsen. Avrinningsområdet är över hela åsens flank från toppen ned mot havet. Årsnederbörd för 2016 i området Båstad var 600-800 mm. (Årsnederbörd SMHI)



Platsen idag. Foton © Hanna Blomstrand

SKISSER FÖR ATT TYDLIGGÖRA SLÄNTLUTNING PÅ PLATSEN



Skisser av © Hanna Blomstrand som visar lutningar i slänten.

FALLSTUDIE II - RESONEMANG

I enlighet med de faktorer som påverkar erosion löper denna jord särskilt hög risk för erosion på grund av, från sammanställande tabell (Gray & Leiser 1982 s 11):

- att det är en sandjord innehållande mjäla som är särskilt erosionsbenägen
- att det delvis saknas stärkande vegetation

Vad behöver platsen?

Tillförsel av stärkande vegetation där det behövs för att sänka hastigheten på avrinnande vatten.

Vad måste lösningen förhålla sig till?

Släntens lutning och varierande jordart vittnar om att det är torrare upptill i slänten och blötare nedtill. Därför behöver växtmaterialet variera beroende på var i slänten de placeras.

Det här utsnittet av slänten är ungefär 400 meter långt vilket innebär att lösningen måste fungera för skalan.

Resonemang i diskussionsform

Upptill i slänten är det störst risk för erosionsskador på grund av att det redan har skett ras samt att jordarten upptill är en sandig mjäla. För att stabilisera jorden kan tillförsel av organiskt material samt inplantering av vegetation med djupgående rötter hjälpa. För att minska hastigheten på avrinningen kan tillförsel av marktäckande växter fungera.

Plantering av buskar eller träd från kruka skulle också kunna fungera på platsen men jämfört med sticklingsmetoden är det en betydligt dyrare lösning. Därför är sticklingsmetoden är rimligare lösning för platsen. Kompletterad med inplantering av örtartad vegetation och gräs. Dessa kan man köpa som pluggplantor vilket innebär att de är uppdrivna av en plantskola men de säljs i liten kvalité och kan därför vara billigare i inköp.

På platsen har man nyligen tagit ned många träd för att släppa in sol till en nybyggnation invid. Man har behållit många stora träd som under vegetationsperioden skuggar marken.

I slänten växer en del vegetation redan. Den bör man spara för att bibehålla stabiliteten från vegetationen. Men för att öka stabiliteten i slänten borde inplantering av fler buskartad vegetation inplanteras. Buskarna måste klara av den sandiga jorden samt den skuggiga läget.

Att skala av det övre jordtäcket och fröså ytan är inte en rimlig lösning på grund av uppvuxna träd som är i vägen och den övre delen av släntens instabilitet. I det här fallet behövs minimala störningar för att inte starta ett nytt ras.

Plantering av sticklingar skulle kunna vara en lämplig lösning förutsatt att man kan få tag på växtmaterial från en plantskola eller möjlighet att skörda växtmaterial i närheten.

FALLSTUDIE II - FÖRSLAG

Träd och buskarter

Följande förslag är lämpliga i förhållande till funktion och ståndort:

- *Prunus padus* Hägg

Häggen kan tolerera den skuggiga växtplatsen och växer upp till ett 12-15 meter stort träd. I den skuggiga miljön kan blomningen bli sparsam, normalt blommar häggen med vita doftande blomställningar i maj till juni. Häggen är rotskottsbildande och kommer sprida sig på platsen och därmed stabilisera marken. (Plantarum 2017:3)

Plantera spö-kvalité av hägg.

- *Symphoricarpos albus* Snöbär

Snöbär kan hantera både sol och skugga, samt hanterar både torr som fuktig växtplats. Den sprider sig med rotskott och kommer sprida sig på platsen. Snöbäret erbjuder rosa eller vita blommor från juni till september och små vita frukter under sensommaren och hösten. Den blir omkring 1-2 meter hög och har ett brett habitus. (Plantarum 2017:4)

Örtartade växter och gräs

Det fuktiga och skuggiga läget fanns inte representerat i listorna från litteraturstudien därför är det rimligt att använda liknande växter som redan finns på platsen för att stärka vegetationstäcket. Som bräkenväxter och pestskräp, *Petasites hybridus*.



Prunus padus
Bild av Hans
(CC BY NC SA)



Symphoricarpos
Bild av werner22brigitte
(CC BY NC SA)



Bräkenväxt
Bild av Pexels
(CC BY NC SA)



Petasites hybridus
Bild av MabelAmber
(CC BY NC SA)

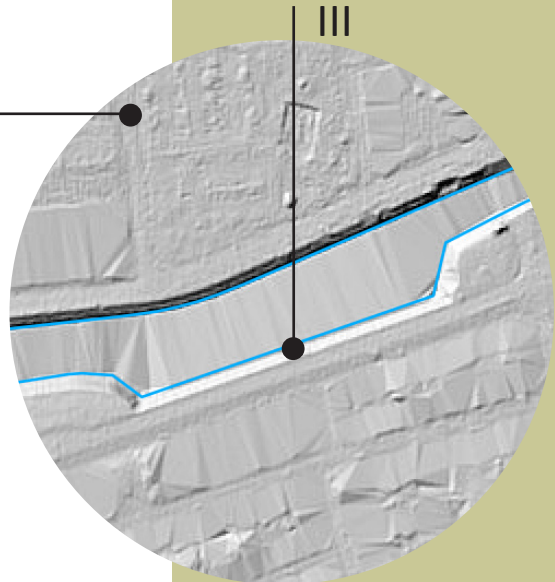
FALLSTUDIE III

- MALMÖ

Längs med en gångväg vid kanalen inne i centrala Malmö finns denna slänt. Det är en välanvänd sträcka som ligger precis intill kanalen och under sommaren kan man hyra en båt alldeles intill.

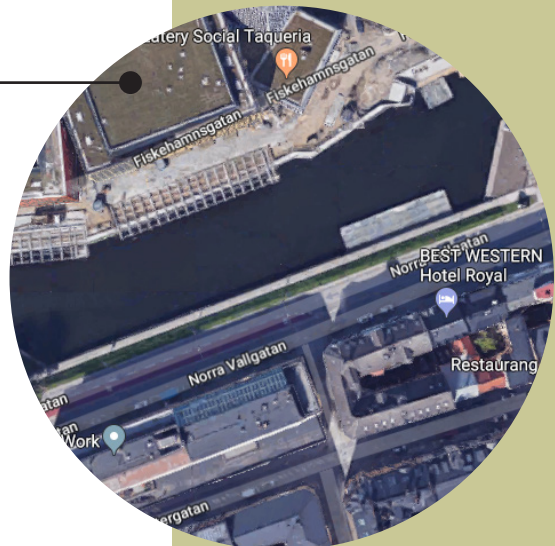
TERRÄNG & LUTNING

Slänten är centralt placerad i Malmö. Platsen är markerad i bilden till höger, slänten följer en gångväg längs med kanalen. Bilden till höger är en terrängkuggning som visar platsens topografi i förhållande till sin omgivning. (Lantmäteriet 2017)



OMGIVNING

Omgiven av byggnader, hårdgjorda ytor och vatten representerar slänten den vegetetion som lokalt finns på platsen.



FALLSTUDIE III - INVENTERING

På platsen har man nyligen etablerat träd av allétyp av avenbok och flerstamligt träd av *Prunus*. Dessa är vid planteringszonen täckta av grus som rasar ned över gångvägen. Markytan är i övrigt täckt av gräs. Ytan är 157 meter lång och slänten är 6 meter inklusive en plan yta ovanför slänten.

Klimatzon 1(Riksförbundet Svensk trädgård 2017) med släntens lutning i nordvästligt läge som innebär begränsat med sol på eftermiddagen, men tack vare sitt öppna läge får växterna även sol från ett sydostligt läge. Inga egentliga påfrestningar. Men hundpromenader och människor som genar skulle kunna vara ett problem. Etablerad gräsvegetation, nyetablerade träd av avenbok och *Prunus*.

PLATSEN

Topografi och exponering

Släntlutning är 37°, se skiss på nästa sida.
Vegetationstäcket är heltäckande över stora delar av slänten, förutom där man har planterat träd.

Geologi och jordar

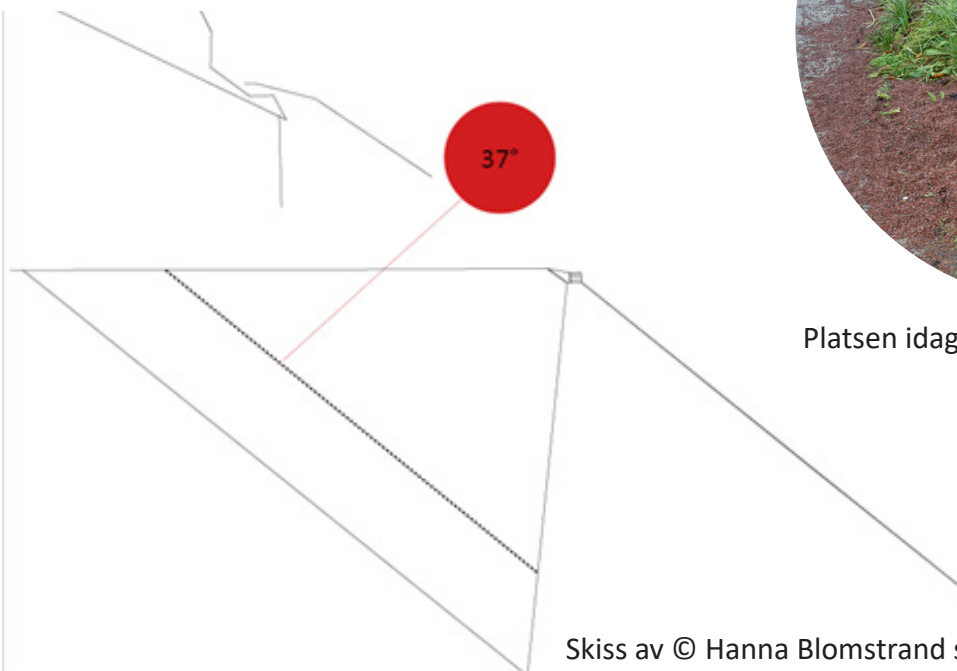
Jordarten är en lerig grovmo med ett pH på 6,8.

Hydrologi

Avrinningsområdet är från toppen av slänten ned mot släntens botten. Årsnederbörd för 2016 i området Malmö var 600-800 mm. (Årsnederbörd SMHI)



Platsen idag. Foton © Hanna Blomstrand



Skiss av © Hanna Blomstrand som visar lutning i slänten.

FALLSTUDIE III - RESONEMANG

I enlighet med de faktorer som påverkar erosion löper denna jord särskilt hög risk för erosion på grund av, från sammanställande tabell (Gray & Leiser 1982 s 11):

- att den pålagda mulchen är av sandig art som är särskilt erosionsbenägen
- att det delvis saknas stärkande vegetation

Vad behöver platsen?

Tillförsel av stärkande vegetation där det behövs för att sänka hastigheten på avrinnande vatten.

Vad måste lösningen förhålla sig till?

Framförallt behöver det lösa gruset bindas i slänten för att det inte ska rasa ned över gångytan.

Resonemang i diskussionsform

Eftersom slänten till största del är vegeterad av gräs behöver inte den delen stötts upp. Däremot är problemet runt de nyplanterade träderna där gruset rasar ned över gångvägen.

En enkel och ganska vanlig lösning vore att byta ut gruset mot en annan typ av mulching, exempelvis träflis som inte har den runda karaktären som gruset har och därför ligger mer stilla.

Alternativt kan man etablera en marktäckande perenn runt trädets som en trädning. På det viset skulle man slippa intensiv oränsrensning och jordmassan skulle hålla sig på plats. För plantering runt träd krävs att det är växter som inte stjäl näring från trädets vilket kan försämrare etableringen. Därför fungerar inte tuffa gräs.

Eftersom platsen är belägen i centrala Malmö där många passerar är det estetiska uttrycket väsentligt. Därmed är det senare förslaget mer relevant för just den här platsen.

FALLSTUDIE III - FÖRSLAG

Örtartade växter och gräs

Följande förslag är lämpliga i förhållande till funktion och ståndort:

- *Alchemilla mollis* Jättedaggkåpa
Perenn som väver sig över ytan och på det viset täcker marken effektivt. Jättedaggkåpan sprider sig vegetativt och med frön. Den kommer trivas i det soliga läget i slänten och kommer erbjuda blomning från juli till augusti. (Plantarum 2017:5)
- *Geranium x magnificum* Kungsnäva
Marktäckande perenn som sprider sig vegetativt. Den kompletterar Jättedaggkåpans limegröna blomning med sin lila blomning i samma period. (Plantarum 2017:6)

Tillsammans kommer perennerna bidra till ett estetiskt uttryck på platsen, dessutom kommer de skydda träderna från ogrästryck.



Alchemilla
Bild av Blaumeise25
(CC BY NC SA)



Geranium
Bild av Hans
(CC BY NC SA)

DISKUSSION

Inledning

Syftet med denna uppsats var att ta reda på hur man kan använda vegetation som stabiliseringsmetod för slänter. För att ta reda på det var det en förutsättning att studera vad vegetationen bidrar med till en plats, i form av synergieffekter som biologisk mångfald samt för det estetiska uttrycket på platsen.

Vetskapen om lämplig vegetation för släntstabilisering bidrog till en bredare förståelse kring vilka tekniker det finns att välja med och varför de fungerar på olika platser. Dels på grund av platsens förutsättningar och dels hur valet av lösning påverkar platsen. Denna kunskap ger också stöd till tekniken och hjälper till att argumentera för dess potential till framgång.

Reflektion

På grund av ämnets tvärvetenskapliga karaktär har sökandet efter sammanställande litteratur varit komplicerat. Dessutom är ämnet behandlat inom framförallt de områden som denna uppsats inte ämnar svara på. Som för jordbrukssammanhang och för släntstabilisering intill vattendrag.

Det är främst inom jordbruket man har forskat kring olika typer av grödor för stabilisering. För jordbrukssammanhang finns flertalet studier. Där kan man påvisa skillnaden mellan olika typer av grödor och sädesslag samt hur de stabiliserar jorden olika bra. Dessvärre är de studierna till liten nytta när man söker efter skillnaden mellan olika örtartade växter, gräs eller vedartade växter för slänter.

Fortsättningsvis behandlar flertalet avhandlingar och artiklar släntstabilisering invid vattendrag eller i havsnära miljöer och förslag på vegetation ges för den typen av situationer. Eftersom komplexiteten i den typen av miljöer främst uppkommer av strömmande vatten är det inte relevant för släntstabilisering utan strömmande vatten som grundproblematik.

Inom ingenjörsbiologin finns många olika typer av vegetationslösningar, och inom varje lösningstyp finns flera olika tillvägagångssätt att utföra det på. Därför har det varit viktigt att enbart ta upp de metoder som är av störst relevans för uppsatsens syfte. Men i praktiken finns flera tekniker som eventuellt skulle fungera som släntstabilisering.

I litteraturstudien presenteras flera tabeller över olika typer av växter som kan passa för ytlig eller djupgående släntstabilisering. De arter som föreslås är vanligt förekommande och är ett litet bidrag till den biologiska mångfalden. Flertalet av föreslagna arter är även att betrakta som invasiva i det svenska klimatet under goda förhållanden. Detta medför att en revidering av lämpliga arter bör göras. Fortsättningsvis bör om möjligt även tillägg av arter göras för att bidra till

möjligheten för ett mer dynamiskt uttryck med arter av mer ovanlig karaktär och som kan användas utan risk för okontrollerad spridning.

I litteraturen nämns konventionella planteringar och rhizombildande perenner som lämpliga för släntstabilisering med liten risk för erosion. En sammanställning av tänkbara alternativ för släntstabilisering hade varit en tillgång i denna uppsats för användning i fallstudie III.

Avstämning mot frågeställningen

Hur använder man etablering av vegetationssystem som metod för att förhindra jorderosion?

Litteraturstudien har gett svar på de följdfrågor som uppkom av frågeställningen.

- När och hur man kan använda vegetation som metod för att avhjälpa erosion?
- Hur etableras vegetationssystem?
- Hur kan det komma att fungera som ett balanserat system?
- Vad är erosion?
- Vilka är utmaningarna?
- Vilka är synergieffekterna av metoden?
- Hur kan man avhjälpa erosion på ett estetiskt tilltalande sätt?
- Ge förslag på lösning för specifika platser där erosionsrisk finns.

Eftersom bristen på information kring vegetation som är lämplig för släntstabilisering har denna uppsats inte gett svar på vilken typ av vegetation som har bäst tekniska kvalitéer för att fullfölja sin uppgift som stabilisator. Däremot ger uppsatsen en indikation på vilken typ av vegetation som är passande för ändamålet samt ger förslag på vegetation som är mer lämplig än annan.

Potentiell utveckling av ämnet

Bristen på lämplig sammanställande litteratur medförde ett sökande efter grundläggande information kring rotsystem och hur de ter sig. Det har varit en nödvändighet men också en tidskrävande sökning som gett lite resultat. För det visade sig att de flesta studier som gjorts av rötter har inneburit studier av olika jordbruk-/skogsbruksväxter eller olika typer av rotagräs.

Det har inte under denna undersökning dykt upp någon modern studie av växters rotsystem inom ämnet för stabilisering av slänter. Flertalet äldre studier finns av trädets rotsystem och hur de stärker markstrukturen men någon sammanställning finns inte. Därför blev sökandet efter skillnad i rotsystem hos framförallt kulturväxter utan resultat. Därför skulle vidare studier av olika rotsystem hos kulturväxter kunna inspirera till användning av andra växter än de som anges i litteraturstudien för släntstabilisering.

Att vegetation för släntstabilisering inte används i den utsträckning som är möjlig kan bero på en kunskapsbrist bland ingenjörer. Istället är kunskapen stor kring hårdgjorda material vilket kan vara anledningen till att man istället väljer det. (Coppin & Richards 2007) Dessutom tar det tid för vegetationen att etablera sig jämfört med hårda material. Detta kan vara orsaken till varför tekniken inte används mer frekvent som släntstabilisering.

Sammanställningarna som gjorts i litteraturstudien över släntlutning i relation till jordart är en sammanställning av information från olika källor i litteraturen. Någon sammanställande information kring hur olika jordarter påverkas av släntlutning dyker egentligen inte upp mer än en gång.

Reflektion kring fallstudier

Att använda litteraturstudien som en grund för fallstudier skapar i teorin goda förutsättningar för en välgrundad lösning. Däremot hade resultatet av uppsatsen kunnat bli annorlunda om andra fallstudier hade valts ut. Om fallstudierna hade omfattats av platser i olika klimatzoner hade det kunnat ge mer kunskap om växtmaterial för olika klimatzoner och växtmaterial anpassat till större variation av släntlutning och jordart.

Avslutande ord

Avslutningsvis har denna uppsats gett svar på de frågeställningar som format dess innehåll. Genom stundtals bristfällig information finns även förslag på utveckling av ämnet.

REFERENSER

Böcker

Craul, P. J. (1999) *Urban soils Applications and Practices* Kanada John Wiley & Sons

Coppin N.J & Richards I. G (2007) *Use of vegetation in Civil Engineering* (1990) London, Ciria
Tillgänglig, kap 1-6: https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/CIRIA_2007.pdf (2018-01-03)

Dee C. (2001) *Form and fabric in Landscape Architecture Annual introduction* Upplaga 2013 New York Routledge

Gardiner D. T. & Miller R. W. (2004) *Soils in our environment* Tionde upplagan New Jersey Pearson Education

Brady N C. & Weil R. (2002) *The nature and properties of soils* Trettonde upplagan New Jersey Pearson Education

Goss, M.J. (1991) *An ecological perspective Consequences of the activity of roots on soil* I Blackwell Scientific Publications Plant Root Growth British Ecological Society Cambridge University Press

Schubert, R. (1991) *Root research in natural ecosystems* I B.L. McMichael & H. Persson Plant roots and their environments Amsterdam Elsevier science publishers B.V.

Webbsidor

Byggros AB (-)Erosionsskydd på torra slänter Tillgänglig: <http://www.byggros.com/se/losningsforslag-torra-slanter> (2017-12-18)

Plantarum 2017:1 *Cornus sericea 'Kelsey'* Tillgänglig: <http://plantarum.slu.se/showplant.aspx?plantid=216&nav=plantdetails> (2018-01-03)

Plantarum 2017:2 *Symphoricarpos 'Arvid'* Tillgänglig: <http://plantarum.slu.se/showplant.aspx?plantid=985&nav=plantdetails> (2018-01-03)

Plantarum 2017:3 *Prunus padus* <http://plantarum.slu.se/showplant.aspx?plantid=674&nav=plantdetails> Tillgänglig: (2018-01-03)

Plantarum 2017:4 *Symphoricarpos albus* Tillgänglig: <http://plantarum.slu.se/showplant.aspx?plantid=982&nav=plantdetails> (2018-01-03)

Plantarum 2017:5 *Alchemilla mollis* Tillgänglig: <http://plantarum.slu.se/showperenn.aspx?plantid=2776&nav=plant-details> (2018-01-03)

Plantarum 2017:6 *Geranium x magnificum* Tillgänglig: <http://plantarum.slu.se/showperenn.aspx?plantid=1370&nav=plantdetails> (2018-01-03)

SGI 2016:1 Tillgänglig:<http://www.swedgeo.se/sv/vagledning-i-arbetet/stranderosion/planeringsunderlag/> (2018-01-03)

SGI 2016:2 Tillgänglig:
<http://www.swedgeo.se/sv/kunskapscentrum/om-geoteknik-och-miljogeoteknik/geoteknik-och-markmiljo/ras-och-skred/varfor-intraffar-skred/> (2018-01-03)

SMHI 2017, Hydrologiska begrepp.

Tillgänglig:

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologiska-begrepp-1.29125> (2018-01-03)

SMHI årsnederbörd

https://www.smhi.se/polopoly_fs/1.114573!image/1613nederbord.png_gen/derivatives/Original_1004px/1613nederbord.png (2018-01-03)

Artiklar på nätet

Carlsson. J & Persson. J (2006:2) *Erosion och erosionsskydd i vattenmiljöer* SLU Alnarp Institutionen för landskaps- och trädgårdsteknik Tillgänglig:

https://pub.epsilon.slu.se/3757/1/Erosion_och_erosionskydd_i_vattenmilj%C3%B6er_060622.pdf (2018-01-03)

Chok. Y H, Kaggwa W S, Jaksa M B & Griffiths D V. *Modelling the Effects of Vegetation on Stability of Slopes* s 391-397 New Zealand Geotechnical Society, 2004 Proceedings, 9th Australia New Zealand Conference on Geomechanics, Auckland Tillgänglig:

https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/29278/1/hdl_29278.pdf (2018-01-03)

<https://digital.library.adelaide.edu.au/dspace/bitstream/2440/54967/8/02whole.pdf> (2018-01-03)

Coppin, N.J. & Richards, I.G., 2007. *Use of vegetation in civil engineering* (C708), London: Construction Industry Research and Information Association, CIRIA. Verhagen 2000 Tillgänglig:

https://www.grad.unizg.hr/_download/repository/CIRIA_2007.pdf (2017-12-20)

Lake D. 2016 *New York guidelines for Erosion control* 2016 Tillgänglig:

http://www.dec.ny.gov/docs/water_pdf/2016nysstanec.pdf (2017-12-20)

Danielsson, P, Kling, J, Rydell, B & Kiilsgaard, R 2016, *Naturanpassade erosionsskydd i vattendrag. En förstudie*, Statens geotekniska institut, SGI Publikation 28, Linköping. Tillgänglig:

<http://www.swedgeo.se/globalassets/publikationer/sgi-publikation/sgi-p28.pdf> (2017-12-20)

Rankka, K., 2002. *Slå rot - och väx upp, eller Vegetation som förstärkningsmetod*, Litteraturstudie, Karlstad: Räddningsverket. Tillgänglig:

<https://rib.msb.se/Filer/pdf/19694.pdf> (2017-12-20)

Sotir R. & Gray D. (1992) *Soil Bioengineering for Upland Slope Protection and Erosion Reduction Engineering Field Handbook* Kapitel 18 U.S. Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service (NRCS) Engineering Field Handbook, previously referred to as the Engineering Field Manual.

Tillgänglig:

<https://directives.sc.egov.usda.gov/OpenNonWebContent.aspx?content=17555.wba> (2017-12-20)

SMHI 2017:1 *Högre temperatur påverkar intensiva regnskurar* Tillgänglig:

<https://www.smhi.se/forskning/forskningsnyheter/hogre-temperatur-paverkar-intensiva-regnskurar-1.28766> (2017-12-19)

SMHI 2017:2 Tillgänglig:

<https://www.smhi.se/forskning/forskningsnyheter/visualisering-av-klimatforandring-utmaningar-for-stadsplanering-1.17424> (2017-12-19)

Andersson E-L. et al 2011:140 *Växtlighet i vägmiljö* Tillgänglig:

https://trafikverket.ineko.se/Files/sv-SE/12206/RelatedFiles/2011_140_Vaxtlighet_i_vagmiljo_praktiska_rad.pdf (2017-12-19)

Unwin R.J. (2001) *New Initiatives To Control Soil Erosion In England* I Stott, D.E., Mohtar R.H. & Steindhardt G.C. (eds) Sustaining the Global Farm. Selected papers from the 10th International Soil Conservation Organization Meeting held May 24-29, 1999 at Purdue University and the USDA-ARS national Soil Erosion Research Laboratory.

Tillgänglig :

<http://topsoil.nserl.purdue.edu/nserlweb-old/isco99/pdf/ISCODisc/SustainingTheGlobalFarm/P157-Unwin.pdf> (2017-12-12)

Icke publicerat material

Samtal med Eva-Lou Gustafsson SLU, 30/11-17

Bilder

Bild framsida av StockSnap (CC BY NC SA) Tillgänglig:

<https://pixabay.com/sv/blad-gr%C3%B6n-v%C3%A4xt-tr%C3%A4dg%C3%A5rd-jord-2578034/> (2018-01-03)

Terrängskuggning, Norrviken. 2012-12-15 10.20 Tillgänglig: https://kso.etjanster.lantmateriet.se/?e=363966&n=6258266&z=12&profile=default_terrängskuggning_noauth (2017-12-20)

Bild Norrviken, Lantmäteriet. 2012-12-15 10.20 Tillgänglig:

https://kso.etjanster.lantmateriet.se/?e=363966&n=6258266&z=12&profile=default_orto_noauth (2018-01-03)

Cornus Bild av Hans (CC BY NC SA) Tillgänglig:

<https://pixabay.com/sv/r%C3%B6d-skogskornell-buske-271274/> (2018-01-03)

Symphoricarpos 'Arvid' Bild av werner22brigitte (CC BY NC SA) Tillgänglig:

<https://pixabay.com/sv/gemensamma-snowberry-57101/> (2018-01-03)

Trifolium repens Bild av Moritz320 (CC BY NC SA) Tillgänglig:

<https://pixabay.com/sv/klee-clover-blomma-pekade-blomma-2370481/> (2018-01-03)

Medicago sativa Bild av Prochalen (CC BY NC SA) Tillgänglig:

<https://pixabay.com/sv/blomma-natur-lila-blommor-alfalfa-1504676/> (2018-01-03)

Prunus padus Bild av Hans (CC BY NC SA) Tillgänglig:

<https://pixabay.com/sv/blomst%C3%A4llning-blommor-bud-g%C3%A5upp-324258/> (2018-01-03)

Bräkenväxt Bild av Pexels (CC BY NC SA) Tillgänglig:

<https://pixabay.com/sv/fern-blad-natur-v%C3%A4xt-1836429/> (2018-01-03)

Petasites hybridus Bild av MabelAmber (CC BY NC SA) Tillgänglig:

Pestskräp <https://pixabay.com/sv/butterbur-v%C3%A4xt-pestskräp-coughwort-1537795/> (2018-01-03)

Alchemilla Bild av Blaumeise25 (CC BY NC SA) Tillgänglig:

<https://pixabay.com/sv/frauenmantel-alchemilla-v%C3%A4xt-gr%C3%B6n-1475632/> (2018-01-03)

Geranium Bild av Hans (CC BY NC SA) Tillgänglig:

<https://pixabay.com/sv/n%C3%A4rva-blomning-st%C3%A4mpel-v%C3%A4xt-blomma-141463/> (2018-01-03)