



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds-
och växtproduktionsvetenskap

Betydelsen av vattenhållande lager för vegetationens möjlighet att klara torka på bjälklag

– En studie av stenull, pimpsten och växtjord

The importance of a water holding layer for the vegetations ability to cope with drought on green roofs.

– A study on rockwool, pumice and substrate

Andrea Hultquist Jackelén



Betydelsen av vattenhållande lager för vegetationens möjlighet att klara torka på bjälklag

– En studie av stenull, pimpsten och växtjord

The importance of a water holding layer for the vegetations ability to cope with drought on green roofs.

– A study on rockwool, pumice and substrate

Författare: Andrea Hultquist Jackelén

Handledare: Tobias Emilsson, SLU, Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning.

Examinator: Eva-Lou Gustafsson, SLU, Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning.

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: G2E

Kurstitel: Examensarbete för landskapsingenjörer

Kurskod: EX0359

Program/utbildning: Landskapsingenjörsprogrammet

Examen: Landskapsingenjör, kandidatexamen i teknologi.

Ämne: Teknologi

Utgivningsort: Alnarp

Utgivningsmånad och år: April 2014

Omslagsbild: Andrea Hultquist Jackelén (2014)

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Stenull, pimpsten, bjälklagsplanteringar, vattenhållande lager, torka, torkstress, vitalitet.

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

Förord

Detta kandidatarbete är skrivet inom landskapsingenjörsutbildningen vid Sveriges lantbruksuniversitet, SLU Alnarp. Arbetet är skrivet inom ämnet teknologi, på C-nivå och omfattar 15 högskolepoäng. Tobias Emilsson har handlett arbetet och Eva-Lou Gustafsson har examinerat och godkänt det.

I vår tid är det viktigt att utveckla goda lösningar för att få in mer grönska och vegetation i våra allt mer förtätade städer för att bibehålla ett bra stadsklimat. I detta arbete undersöker jag därför vilken betydelse stenull och pimpsten har som vattenhållande lager för vegetationen i en bjälklagsplantering, och hur dessa material påverkar växternas möjligheter att klara torka. Min studie bidrar med kunskap kring materialens egenskaper, hur de fungerar i en bjälklagskonstruktion och vilken betydelse de har för vegetationen.

Jag vill rikta ett stort tack till min handledare, Tobias Emilsson, tack för din tid, din vägledning och dina värdefulla synpunkter! Jag vill även tacka Lina Pettersson på Veg Tech AB och Bengt Syrén på Bara Mineraler AB för att ni engagerade er och med entusiasm tog er tid att svara på mina frågor. Ett extra tack vill jag även ge till Bara Mineraler för sponsring av pimpsten och växtjord. Slutligen vill jag tacka min man, Gustaf, för ditt stöd, ditt sällskap, dina tankar, och inte minst hjälpen med att såga till 60 rörbitar till min labbstudie!

Andrea Hultquist Jackelén

Alnarp, i april 2014

Sammanfattning

I våra städer pågår det en ständig förtätning. Fler människor flyttar in i städerna och fler funktioner ska få plats på den begränsade och dyrbara mark som finns tillgänglig. Många hävdar att en förtätning är nödvändig för att städerna ska utvecklas i en positiv riktning. En förtätning innebär bl.a. kortare transportsträckor inom staden och att man inte behöver exploatera värdefull mark i städernas utkanter.

En förtätning sker ofta på bekostnad av grönytor. För att upprätthålla ett bra stadsklimat är grönytorna mycket värdefulla. Därför krävs det en ny typ av platseffektiv grönyta som kan fungera som ett komplement till de traditionella parkerna och trädgårdarna. Ett av de vanligaste sätten att få in grönyta i städer är att anlägga planteringar på bjälklag, t.ex. ovanpå underjordiska parkeringsgarage eller som gröna tak.

För att vegetationen ska kunna trivas och frodas i en bjälklagsplantering är uppbyggnaden och dess vattenhållande förmåga avgörande. Stenull och pimpsten är två material med både dränerande och vattenhållande egenskaper som vanligtvis används i uppbyggnaden av bjälklagsplanteringar.

Detta arbete innehåller en kort litteraturstudie som beskriver den förtätade staden, bjälklagsplanteringar, stenull och pimpsten. Huvuddelen av arbetet består av en labbstudie där materialen stenull och pimpsten jämförs med enbart växtjord för att studera vilken påverkan de olika materialen har på vegetationen när de utsätts för torka. Fyra olika system, med 15 prover i varje system, studeras:

- 1) 4 cm stenullsskiva under 10 cm växtjord
- 2) 4 cm pimpsten under 10 cm växtjord
- 3) 14 cm växtjord
- 4) 10 cm växtjord

I tio prover/system sås krasse (*Lepidium sativum*) och fem prover/system lämnas osådda för att kunna studera hur vegetationen påverkar materialens vikt och vattenhalt. När krassen etablerar sig avslutas vattningen och systemen får torka ut. Under torkperioden vägs proverna dagligen och vitalitetsutvecklingen klassas enligt en 4-gradig skala.

Resultatet av labbstudien visar att ett vattenhållande lager har positiv effekt på vegetationen jämfört med att enbart använda växtjord. Systemen som innehåller ett vattenhållande lager är både lättare och frodigare än systemen med enbart växtjord. Labbstudien visar även att krassen i stenullsystemet verkar ha något bättre förutsättningar att klara torka jämfört med krassen i pimpstensystemet. Stenullsystemet visar sig vara frodigare, och en tid in på torkperioden väger det även mindre än pimpstensystemet.

Innehållsförteckning

1. Inledning.....	1
1.2 Bakgrund	1
1.3 Syfte och mål.....	1
1.4 Avgränsning.....	2
2. Metod och material.....	2
2.1 Litteraturstudie.....	2
2.2 Växtmaterial	2
2.3 Odlingsmaterial	2
2.3.1 Stenull.....	2
2.3.2 Pimpsten.....	2
2.3.3 Växtjord	3
2.4 Labbstudien	3
2.4.1 Växthusförutsättningar	3
2.4.2 Labbstudiens utförande	3
3. Grönytor i den förtätade staden	5
4. Bjälklagsplanteringar	5
5. Stenull.....	6
5.1 Stenull och vatten.....	6
5.2 Stenull i en bjälklagskonstruktion	6
5.3 Vad säger leverantören om stenull?	7
6. Pimpsten.....	7
6.1 Pimpsten och vatten	8
6.2 Pimpsten i en bjälklagskonstruktion	8
6.3 Vad säger leverantören om pimpsten?.....	9
7. Labbresultat.....	10
7.1 Torkpåverkan.....	10
7.2 Rötter.....	12
7.3 Vikt.....	12
7.4 Vattenhalt.....	14
7.5 Prover utan krasse.....	14
8. Diskussion.....	15
8.1 Torkpåverkan.....	15
8.2 Rötter.....	15
8.3 Vikt.....	16

8.4 Vattenhalt.....	16
8.5 Prover utan krasse.....	16
8.6 Metod och material.....	17
8.6.1 Labbstudiens utförande	18
9. Slutsats	18
9.1 Innebär ett vattenhållande lager i bjälklagskonstruktioner bättre förutsättningar för vegetationen att klara torka, jämfört med att enbart ha växtjord?	18
9.2 Skapar något av materialen stenull eller pimpsten bättre förutsättningar för vegetationen att klara torka än det andra?	19
Referenslista.....	20
Figurförteckning	21
Bilaga 1: Tabell över torkpåverkan under torkperioden.....	22
Bilaga 2: Tabell över vikten under torkperioden.....	23
Bilaga 3: Tabell över standardavvikelse för vikten under torkperioden.....	24

1. Inledning

1.2 Bakgrund

I takt med att inflyttningen till städerna ökar sker en förtätning av dem. Många menar att förtätningen är både positiv och nödvändig för städernas utveckling och att förtätning gör att man kan uppnå hållbara städer. Men en förtätning innebär även att konkurrensen kring ytorna ökar. Trots att både kunskap och intresse ökar för hur viktiga grönytor är i våra tätorter, byts ändå grönytor ofta ut mot hårdgjorda och bebyggda ytor. För att få in mer vegetation i de alltmer förtätade städerna krävs en ny typ av grönyta som kan användas som komplement till de mer traditionella parkerna, stadsträden och trädgårdarna. Den nya typen av grönyta måste vara platseffektiv. Därför har intresset ökat för alternativa lösningar som framförallt bjälklagsplanteringar, men även för lösningar som t.ex. gröna väggar och vajersystem.

Att anlägga vegetation på bjälklag, ofta ovanpå parkeringsgarage, är ett av de vanligaste sätten att få in vegetation i dagens täta städer. Det finns olika sätt att anlägga en bjälklagsplantering, och det finns olika material som kan användas. Oavsett hur uppbyggnaden ser ut, är vattentillgången i den här typen av konstruktion avgörande för hur växterna kommer inte bara att överleva, utan även att utvecklas och trivas. Därför blir frågan:

Vilken vattenhållande förmåga har olika typer av vattenhållande lager och kan materialen påverka växternas förmåga att klara torka?

Det var ur denna frågeställning som idén till detta examensarbete växte fram. Idén handlade om att få göra en jämförande studie mellan stenull och pimpsten, två material som vanligen används som vattenhållande lager i bjälklagskonstruktioner i Sverige. Att studera om något av materialen faktiskt skapar bättre förutsättningar för vegetationen att klara torka, verkade både spännande och viktigt. Detta arbete är ett försök att påvisa skillnader mellan olika material och om de har olika påverkan på vegetationen i en bjälklagskonstruktion.

Arbetet består av en litteraturstudie och en labbstudie. För att få ökad kunskap om bjälklagsplanteringar och de material som studeras i labbstudien har en litteraturstudie gjorts. I litteraturstudien beskrivs problematiken kring förtätningen av städer och hur bjälklagsplanteringar kan vara ett sätt att föra in mer vegetation i den urbana miljön. Även stenull och pimpsten beskrivs mer detaljerat. Labbstudien görs för att förstå vilken betydelse ett vattenhållande lager av stenull eller pimpsten har för vegetationen i en bjälklagskonstruktion, görs en labbstudie. I labbstudien undersöks vilken betydelse materialen har för vegetationens möjlighet att klara torka. Även enbart växtjord undersöks, för att se om system med vattenhållande lager är bättre för vegetationen än enbart växtjord.

1.3 Syfte och mål

Syftet med detta examensarbete är att genom en labbstudie undersöka hur olika typer av vattenhållande lager påverkar växternas förmåga att klara torka på bjälklagskonstruktioner.

Målet med arbetet är att besvara följande frågor:

- *Innebär ett vattenhållande lager i bjälklagskonstruktioner bättre förutsättningar för vegetationen att klara torka, jämfört med att enbart ha växtjord?*
- *Skapar något av materialen stenuil eller pimpsten bättre förutsättningar för vegetationen att klara torka än det andra?*

1.4 Avgränsning

De olika typer av vattenhållande lager som kommer att studeras är stenuil och pimpsten. Även system med enbart växtjord kommer att studeras, för att se hur växterna påverkas utan ett vattenhållande lager.

Studien avser bjälklagskonstruktioner med minst 10 cm växtjord ovanpå ett vattenhållande lager av stenuil eller pimpsten.

Det är enbart vegetationens påverkan av torka, provernas viktförändring och vattenhalten som kommer att studeras i detta arbete. Andra aspekter, som t.ex. miljö, tillverkning eller ekonomi kommer inte att behandlas.

2. Metod och material

2.1 Litteraturstudie

Till litteraturstudien har databaserna Google, Google Scholar, Primo och Web of Knowledge använts för att söka information. Några av de sökord som använts är *pimpsten*, *pumice*, *stenuil*, *grodan*, *rockwool* och *bjälklagsplanteringar*. Även mailkontakt har förekommit med Veg Tech AB och Bara Mineraler, som är ledande leverantörer för stenuilsmaterialet Grodan® respektive Hekla® pimpsten, som har använts i labbstudien.

2.2 Växtmaterial

I labbstudien användes vanlig smörgåskrasse (*Lepidium sativum*) som vegetation. Krassen valdes för att den är snabbväxande eftersom tiden för labbstudien var begränsad. Krasse har med framgång använts som testväxt för att mäta bl.a. giftigheten i jord. Både OECD¹ och ISO² rekommenderar krasse som testväxt (Wang, m.fl., 2004).

2.3 Odlingsmaterial

2.3.1 Stenuil

Till proverna med stenuil användes 40 mm tjocka Grodanskivor®. Skivorna var sågade i cirklar med en diameter på 65 mm.

2.3.2 Pimpsten

Till proverna med pimpsten användes Hekla® pimpsten i fraktionen 2-8.

¹ Organization for Economic Cooperation and Development (OECD).

² International Organization for Standardization (ISO).

2.3.3 Växtjord

Till samtliga prover användes Hekla® lättjord typ C som växtjord. Det är en lättviktsjord som baseras på småkornig pimpsten, grönkompost och tillsatta mineraler (Bara Mineraler, u.å.).

2.4 Labbstudien

2.4.1 Växthusförutsättningar

Under hela labbstudien stod proverna i ett växthus på SLU Alnarps område. Växthuset var uppvärmt, med en dagstemperatur på 23°C och en nattemperatur på 18°C.

Vid två tillfällen gjordes mätningar för att kontrollera ljusförhållanden:

Mitt på dagen, en solig dag: 156-208 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 7600 -10100 lux.

På kvällen, mörkt ute (endast växthusets belysning): 97-140 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, 5000 -9000 lux

2.4.2 Labbstudiens utförande

Förberedelse, dag 1:

PVC-rör med en ytterdiameter på 7,5 cm sågades till 60 rörbitar (45 st à 15 cm långa och 15 st à 11 cm långa). Rörbitarnas botten sida täcktes med fiberduk, som tejpad fast med silvertejp. Sedan delades rören in i följande system:

1) 15 rör med 10 cm växtjord.

2) 15 rör med 10 cm växtjord ovanpå en 4 cm tjock stenullsskiva. Eftersom diametern på stenullsskivan var några millimeter mindre än rörens innerdiameter tejpades ett varv silvertejp runt stenullsskivans sidor. I skarven mellan rör och skiva lades en sträng utefog (SB 014). Detta gjordes för att förhindra att både vatten och rötter skulle leta sig ut i skarven.

3) 15 rör med 10 cm växtjord ovanpå 4 cm pimpsten (samma tjocklek som stenullsskivan).

4) 15 rör med 14 cm växtjord, vilket motsvarar samma höjd som pimpstens- och stenullsystemen.

För att få rätt mängd växtjord i rörsystem 1-3, mättes 10 cm jord upp i ett rör och vägdes. Sedan fylldes de övriga rören med samma uppmätta mängd jord (290 g). På samma sätt mättes 4 cm pimpsten i ett rör, vägdes, och sedan fylldes de andra rören med samma vikt (124 g). Även 14 cm växtjord mättes först upp i ett rör, vägdes, och sedan fylldes övriga rör med samma vikt (390 g).

När alla rör var färdiga sattes de i vattenbad över natten för att uppnå vattenmättnad. Dagen därpå fick de rinna av i ca 4 timmar innan de vägdes. I 10 rör av varje system såddes smörgåskrasse, och 5 rör av varje system lämnades osådda. Rören placerades i växthus i plastbackar med hål, så att vattnet kunde dräneras.

Vattning, dag 2-12:

Vattning med 50 ml/rör skedde måndag, onsdag och fredag under en vecka. Rören vägdes innan och efter vattning.

Sista dagen innan torkperioden (dag 12) vattenmättades alla proverna genom att stå i vattenbad över natten. Vägning skedde både innan och efter vattenmättnad.

Torkperiod, dag 13-37:

Varje dag vägdes proverna för att se hur vattenhalten förändrades. Krassens vitalitet studerades och hur förändringarna såg ut i de olika proverna noterades. Krassens torkpåverkan klassades enligt en 4-gradig skala:

- 1: Ej påverkad av torka
- 2: Mindre än 50 % vissen
- 3: Mer än 50 % vissen
- 4: Död

Detta pågick ända tills krassen vissnat ner och dött i alla prover. Även rotförekomsten i botten av rören observerades.

Efter torkperioden, dag 37-44:

För att få fram materialens torrsvikt placerades samtliga prover i torkskåp, inställt på 70°C i en vecka. Genom att jämföra provernas vikter med deras torrsvikt kunde deras vattenhalt beräknas.

I arbetet med att sammanställa alla mätdata beräknades standardavvikelsen för de uppvägda vikterna under torkperioden. Genom att mäta standardavvikelsen får man en uppfattning om hur spridda värdena är från medelvärdet och hur stor säkerhet eller osäkerhet värdena har (Olsson, Englund & Engstrand, 2005).

3. Grönytor i den förtätade staden

Den ökade inflyttningen till städerna innebär att en förtätning av dagens tätorter är nödvändig för att uppnå en hållbar stadsutveckling (Delshammar & Fors, 2010). Det finns många positiva aspekter med en förtätning av tätorter. Förtätning skapar inte bara effektivare kollektivtrafik och bättre närservice, utan innebär även att värdefull åkermark nära tätorter inte behöver bebyggas i lika stor utsträckning (Delshammar & Fors, 2010).

Men en förtätning sker ofta på bekostnad av grönytorna. De senaste åren har mängden grönyta i svenska städer minskat och den hårdgjorda bebyggelsen har ökat (Jansson, Persson & Östman, 2013). Den ökande andelen hårdgjord yta leder till stigande temperaturer, minskad avdunstning och snabbare vattenavrinning (Emilsson, 2008). Transporter, uppvärmning av byggnader och luftkonditionering bidrar dessutom till att förstärka den förhöjda stadstemperaturen (Emilsson, 2008).

Grönytor i städer har stor betydelse för klimatet i städerna och för människors välbefinnande. De bidrar till ökad hälsa och livskvalité genom att bl.a. verka luftrenande och ljudreducerande. Grönytor kan även användas för att minska de problem med översvämning som vissa städer kan få som en följd av den ökade förtätningen. Lokala grönytor kan även reducera följdproblem som kan uppstå på vissa platser i städer, som t.ex. reducera ljud och luftföroreningar från hög trafikbelastning vid specifika gator. (Bolund & Hunhammar, 1999)

4. Bjälklagsplanteringar

Genom att anlägga bjälklagsplanteringar ovanpå underjordiska parkeringsgarage eller som gröna tak, kan man använda underutnyttjade ytor för att skapa mer grönytor, även vid en förtätning av städer (Delshammar & Fors, 2010; Osmundson, 1999). Bjälklagsplanteringar skapar inte bara attraktiva miljöer för dem som bor eller rör sig i området, utan de har även en positiv effekt på klimatet i städerna (Osmundson, 1999). Bjälklagsplanteringar på tak gör att de annars så kraftiga temperaturfluktuationerna på takytan jämnas ut, vilket leder till lägre energiförbrukning i den underliggande byggnaden (Osmundson, 1999). Planteringar på bjälklag kan också vara ett sätt att minska uppvärmningseffekten från urbana värmeöar (Delshammar & Fors, 2010). I hårt exploaterade områden, där utrymmet för vegetation i marken är begränsat, kan istället vegetation på bjälklag fylla en viktig roll i förbättringen av luftkvalitén, och i att upprätthålla ett friskt ekosystem även i tät stadsmiljö (Osmundson, 1999). Bjälklagsplanteringar har även den positiva förmågan att de effektivt kan reducera avrinningen och minska nederbördens toppflöden (Emilsson, 2008). Men för att de effektivt ska fungera som avrinningsystem bör de användas i kombination med andra system, som t.ex. öppna kanaler och dammar (Emilsson, 2008).

I uppbyggnaden av olika typer av bjälklagsplanteringar brukar man använda någon form av lättviktsmaterial med god vattenhållande förmåga och bra dränerande egenskaper (Dunnett & Kingsbury, 2004). Detta material ska dels minska uppbyggnadens vikt, och även förse vegetationen med vatten under torra. Det är viktigt att det material man använder kan absorbera och lagra näring, samt att det bibehåller sin form och volym (Dunnett & Kingsbury, 2004). Materialet bör vara mineraljordsbaserat, och inte bestå av torv eller andra organiska material som med tiden bryts ner (Piga, 1995). Stenull och pimpsten är exempel

på lättviktsmaterial som i Sverige vanligen används som del i bjälklagskonstruktioner (Veg Tech AB, u.å.; Bara Mineraler AB, u.å.).

5. Stenull

Stenull är, precis som namnet indikerar, ”ull” som vävts samman av stenmaterial. Stenmaterialet, vanligtvis basalt eller diabas, hettas upp, smälts samman och spinns sedan med hög hastighet ihop till tunna fibrer (Raviv & Lieth, 2008; Smith, 1987). Förutom skivor och block som man odlar i, finns det även granulerad stenull som kan blandas i växtjord för t.ex. krukodling (Raviv & Lieth, 2008; Smith, 1987).

I torrt tillstånd väger stenull väldigt lite, vilket gör materialet lätt att hantera och skära till passande bitar (Osmundson, 1999). Trots att stenull har en hög porvolym, ca 95 % (Smith, 1987), är materialet formstabil och bibehåller sin form och höjd under och efter användning (Raviv & Lieth, 2008). Att stenull är formstabil gör att man undviker risken för sättningar i uppbyggnaden (Osmundson, 1999).

5.1 Stenull och vatten

I många europeiska länder är stenull ett av de främsta odlingssubstraten för grönsaksodling i växthus (Raviv & Lieth, 2008). Stenull lämpar sig bra för växthusodling eftersom det är en steril produkt som varken ändrar eller begränsar upptaget av näringslösningar som tillförs (Smith, 1987). Materialets höga andel porer (ca 95 %) innebär att man inte kan övervattna materialet (Smith, 1987). Även om materialet är vattenmättat, finns det fortfarande gott om luft för att skapa goda växtförutsättningar (Smith, 1987). Dessa faktorer gör att det är ett material som är lätt att kontrollera, och där man enkelt kan justera förhållandet mellan vatten, luft och näringsämnen (Raviv & Lieth, 2008). Enligt Smith (1987) är mycket av vattnet i stenull lättillgängligt för växterna. Smith (1987) menar att jämfört med andra substrat, som t.ex. jord och torv, där det succesivt blir svårare för växterna att ta upp vattnet när vattenhalten sjunker, kan växterna i stenull ta upp mycket mer vatten innan de visar tecken på uttorkning. I sitt resonemang utgår Smith (1987) från att stenullen används i odling och att det sker regelbunden vattning. Smith (1987) rekommenderar att stenullsskivorna bör vara 7,5–10 cm tjocka för att få optimalt förhållande mellan vatten- och luftfyllda porer.

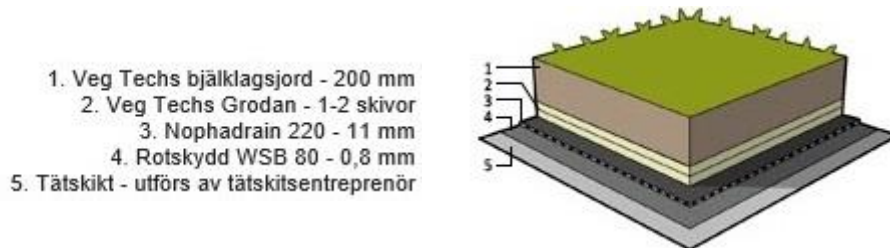
Studier visar att rottillväxten i stenull är låg, vilket påverkar växternas vatten- och näringsupptag (Jørgensen, Bodin Dresbøll & Thorup-Kristensen, 2014). Enligt Raviv & Lieth (2008) har stenull en hög hydraulisk konduktivitet vid vattenmättnad, men den minskar kraftigt vid ökat vattenupptag och/eller minskad bevattning. En minskning av den hydrauliska konduktiviteten leder till dåligt upptag av vatten och näringsämnen, och en ökad stress för vegetationen om bevattningen försenas eller uteblir (Raviv & Lieth, 2008). Eftersom man i odling ofta odlar i små volymer, är stenullen i dessa system mycket känsligt för uttorkning (Raviv & Lieth, 2008).

5.2 Stenull i en bjälklagskonstruktion

Veg Tech AB (2014) har använt sig av stenullsplattan Grodan® i många år som vattenhållande lager i sina bjälklagskonstruktioner. De använder materialet i tunna uppbyggnader för vegetationsmattor på tak och i djupare växtbäddar på bjälklag. Veg Tech AB (2014) använder sig av Grodan® 40 mm skivor med densiteten 120 kg/m³ i tunna uppbyggnader för semi- och

intensiva gröna tak (med sedum, örter och/eller gräs som vegetation). Grodan® 40 mm skivor med densiteten 170 kg/m³ används i uppbyggnader för perenner och/eller större växter. Figur 1 visar exempel på ett uppbyggnadssystem med Grodan® för en bjälklagsplantering med perenner.

När stenull ligger på plats i en bjälklagskonstruktion och blötläggs genom vattning, är materialet ett stabilt odlingsmaterial för växterna (Osmundson, 1999). Det är fritt från skadedjur, sjukdomar och ogräs (Osmundson, 1999).



Figur 1: Exempel på uppbyggnad med Grodan®
(Veg Tech AB, 2014).

5.3 Vad säger leverantören om stenull?

I Sverige marknadsförs stenull som ett vattenhållande lager med betydligt bättre vattenhållande förmåga än enbart växtjord (Veg Tech AB, 2014). På så vis menar leverantören att man kan minimera både bygghöjden och vikten genom att använda stenull i uppbyggnaden (Veg Tech AB, 2014). Vidare menar Veg Tech AB (2014) att materialet är formstabil, vilket är en fördel ur växtbäddsperspektiv. Man menar även att stenullens vattenhållande förmåga i förhållande till vikt och porvolym är svår att uppnå med ett annat material. Enligt Veg Tech AB (2014) är en mycket stor andel av det magasinerade vattnet i stenull är tillgängligt för växterna. Stenull ses som icke rotgenomträngligt, vilket innebär att växternas vattenupptag bygger på att vattnet kan stiga kapillärt till ovanliggande skikt (Veg Tech AB 2014). Veg Tech AB (2014) listar även en rad andra fördelar med materialet. De menar att skivorna är lätta att hantera, både vid montering och vid demontering. Stenull har en filtrerande effekt på vatten som rinner igenom skivan, vilket skyddar och förlänger livslängden på underliggande dränering. Att materialet inte är brännbart ses som positivt ur en byggnadsteknisk aspekt. Veg Tech (2014) hävdar även att materialet, enligt tillverkaren, ska gå att återvinna.

Enligt Veg Tech AB (2014) har materialet även några nackdelar. Damm vid hantering av materialet kan ge hosta och klåda. Man är även medveten om att materialet är resurs- och energikrävande i tillverkningsprocessen.

6. Pimpsten

Pimpsten är ett poröst vulkaniskt material (Handreck & Black, 1984) som bildas vid vulkanens utbrott (Adalsteinsson & Pettersson, 1996). Magman innehåller 2-3 % vatten som snabbt avdunstar när magman hastigt kyls ner. Då expanderar materialet och det bildas pimpsten (Adalsteinsson & Pettersson, 1996), ett lätt material med en porositet på 70-85 % (Raviv & Lieth, 2008). Pimpsten är vanligt förekommande i regioner med hög vulkanisk

aktivitet, som bl.a. Island, Sicilien, Nya Zeeland och Japan (Raviv & Lieth, 2008). Materialet hämtas från platsen, mals och siktas till önskade storlekar (Raviv & Lieth, 2008). Pimpstenens aggregatstorlek påverkar dess fysikaliska och kemiska egenskaper (Raviv & Lieth, 2008). Det är ett sterilt material, som inte innehåller några skadegörare, sjukdomar eller ogräs (Adalsteinsson & Gunnlaugsson, 1995).

6.1 Pimpsten och vatten

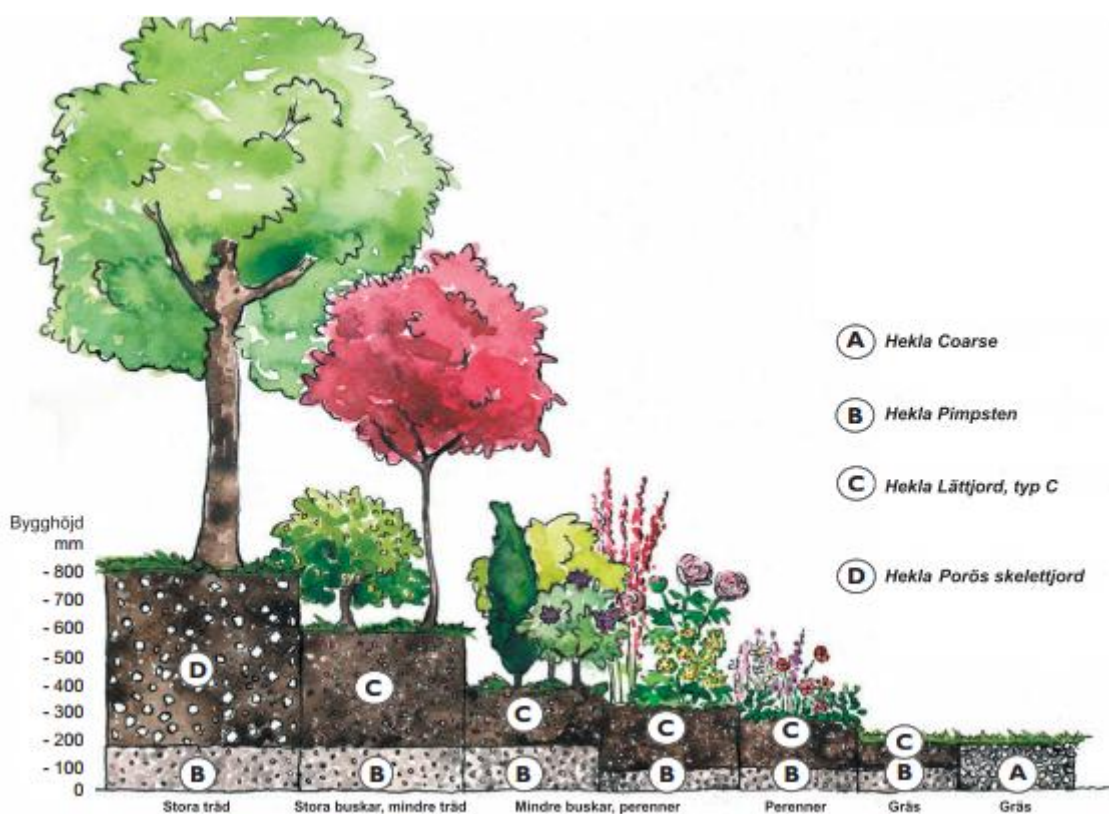
Raviv och Lieth (2008) menar att den vattenhållande förmågan hos pimpsten är relativt låg, jämfört med t.ex. stenull. Detta påverkar vatten- och näringsupptagningsförmågan hos växter (Raviv & Lieth, 2008). I en studie som gjordes för att jämföra pimpsten och stenull konstaterar man att pimpsten har, jämfört med stenull, liten andel vatten som är lättillgängligt för växter (Adalsteinsson & Gunnlaugsson, 1995). Det är därför viktigt med regelbunden bevattning av växter som växer i pimpsten (Raviv & Lieth, 2008). Genom att vattna lite åt gången, och ofta, kan man uppnå en bra vattenhalt hos pimpsten (Adalsteinsson & Pettersson, 1996).

Enligt Raviv och Lieth (2008) saknar pimpsten buffrande förmåga, medan Bara Mineraler AB (u.å.) menar att pimpsten kan buffra vatten i de mindre porerna. Adalsteinsson och Pettersson, (1996) menar att man kan höja den vattenbuffrande förmågan genom att öka andelen finare partiklar. Begränsad dränering kan också bidra till att öka den vattenbuffrande förmågan (Adalsteinsson & Pettersson, 1996).

6.2 Pimpsten i en bjälklagskonstruktion

Bara Mineraler (u.å.) använder sig av Hekla® Pimpsten och Hekla® Lättviktsjord typ C i sina bjälklagsplanteringar. Deras uppbyggnader består av två skikt: ett undre lager med pimpsten (80 – 120 mm för perenner och gräs) och ett övre lager med lättviktsjord (ca 200 mm). För perenner och mindre buskar bör skiktet med pimpsten vara 80-120 mm och skiktet med lättviktsjord ca 200 mm. För större buskar och mindre träd bör skiktet med pimpsten vara 120 mm och skiktet med lättviktsjord ca 450 mm. För stora träd används Hekla® Porös skelettjord (ca 650 mm) istället för lättviktsjorden. Figur 2 visar exempel på hur de olika uppbyggnaderna kan se ut.

Eftersom pimpsten har låg volymvikt kan man skapa djupa växtbäddar som är relativt lätta jämfört med andra lösningar (Bara mineraler AB, 2014). Pimpsten är strukturstabil och sjunker inte ihop under och efter användning (Bara mineraler AB, 2014). Tack vare pimpstenens egenskaper och balansen mellan luft och vatten i materialet, kan man skapa växtbäddar där rötterna trivs både uppe och nere i växtbädden (Bara Mineraler, 2014).



Figur 2: Exempel på uppbyggnad med pimpsten (Bara Mineraler AB, 2014).

6.3 Vad säger leverantören om pimpsten?

Precis som stenull används pimpsten även i odling av grönsaker. I odling har man ansett att pimpstenen har bättre balans mellan vatten och luft jämfört med t.ex. stenull (Bara Mineraler AB, 2014). Till skillnad från Raviv och Lieth (2008) anser leverantören att materialet kan hålla mycket vatten, samtidigt som den höga porvolymen gör att det alltid finns tillräckligt med luft för rötterna (Bara Mineraler AB, 2014). Pimpsten har hög kapillär förmåga vilket gör att vatten kan transporteras från fuktiga till torrare områden (Bara Mineraler AB, 2014).

Den finns även några nackdelar med materialet. Bara Mineraler (2014) påpekar att den långa transporten från Island kan ses som en nackdel. Man menar även att det finns en risk att materialet kan blåsa bort vid användandet av små fraktioner om det är torrt och ligger fritt. Visserligen har materialet ett högre m^3 -pris jämfört med andra material, men Bara Mineraler (2014) menar att om man räknar in materialets alla fördelar, så är det inte dyrare.

7. Labbresultat

7.1 Torkpåverkan

Nio dagar in på torkperioden visar samtliga prover symptom på stress. I alla prover finns det vissnande plantor och gulnade blad. Trots att torkklassningen inte skiljer sig så mycket mellan de olika systemen, kan man ändå börja ana en tendens att krassen i systemet med 10 cm växtjord inte mår lika bra som de andra. Krassen i det systemet hänger mest och ser inte lika frodig ut som i de andra systemen. De andra tre systemen är ännu ganska likvärdiga och det går inte att ana någon tydlig skillnad mellan dem.

Dag 11 börjar man se tydligare skillnader mellan systemen. Systemet med 10 cm växtjord visar tydligast tecken på torkstress och fortsätter att vissna fortare än de andra systemen. Även systemet med 14 cm växtjord har vissnat en del och ser nu överlag mer visset ut än pimpsten- och stenullsystemen. Det börjar även synas en skillnad mellan pimpsten- och stenullsystemen, där pimpsteningen är något mer torkpåverkad och vissnen än stenullen.

Dag 15 kan man tydligt se skillnad mellan de olika systemen. Systemet med 10 cm växtjord är betydligt mer visset än de övriga systemen. Vid jämförelse av de tre andra systemen ser man att stenullsystemet visar minst torkpåverkan, pimpstensystemet visar något mer torkpåverkan och systemet med 14 cm växtjord visar mest, se figur 3.



Figur 3: Stenull (vänster), pimpsten (mitten) och 14 cm växtjord (höger).

Dag 17 klassas samtliga rör i systemet med 10 cm växtjord som döda. Systemet med 14 cm växtjord är mycket visset, två rör klassas som döda. Skillnaden mellan pimpstens- och stenullsystemen håller i sig: stenullen är mindre påverkat av torkan, och de proverna är frodigare än pimpstensproverna. Visserligen är spannet mellan det frodigaste röret och det som är mest visset stort, men generellt kan man se att systemet med stenullen är vitalare.

Dag 20 är alla prover utom ett i systemet med 14 cm växtjord döda. I figur 4 och 5 jämförs de frodigaste och de mest torkpåverkade rören i pimpsten- och stenullsystemen. Trots att båda systemen är mycket vissna, kan man ändå, i båda figurerna, se att stenullsproverna är grönare och spänstigare än respektive prov med pimpsten.



Figur 4: De frodigaste proverna: pimpsten (vänster) och stenull (höger), dag 20.



Figur 5: De proverna som är mest vissna: pimpsten (vänster) och stenull (höger), dag 20.

Dag 21 klassas hela systemet med 14 cm växtjord som dött. Både pimpstens- och stenullsystemet är mycket vissna, men man kan fortfarande se att kassen i stenullsystemet inte är lika torkpåverkat som kassen i pimpstenssystemet.

Dag 22 klassas kassen i pimpstenssystemet som död. Kassen i stenullsystemet är mycket vissna, men kan ännu inte klassas som helt död.

Dag 23 klassas slutligen även kassen i stenullsystemet som död. Därmed är samtliga prover döda.

Diagram 1 visar hur kassens torkpåverkan ser ut under torkperioden, baserat på den 4-gradiga klassningsskalan för torkpåverkan.³ I diagrammet kan man se att systemet med 10 cm växtjord från dag 9 börjar vissna betydligt fortare än de övriga systemen och redan dag 17 klassas hela systemet som dött (4,0). Systemet med 14 cm växtjord och pimpstenssystemet ligger nära varandra under hela perioden, men systemet med 14 cm växtjord är hela tiden något mer visset. Stenullsystemet ligger en bit under de andra systemen och visar från och med dag 10 mindre torkpåverkan än de andra systemen. Störst är skillnaden på dag 19, då stenullsystemet uppvisar en torkstress på 3,0 och systemet med 14 cm växtjord och pimpstenssystemet har en torkstress på 3,7 respektive 3,5.

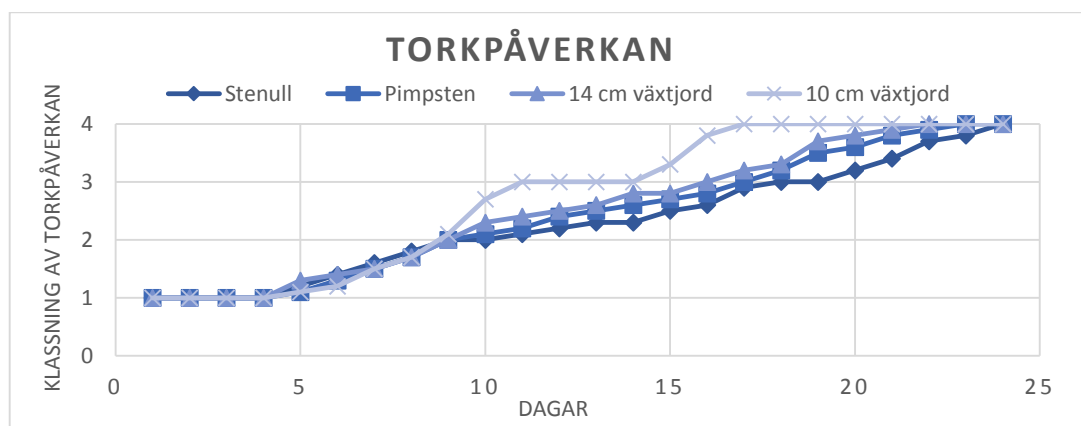


Diagram 1: Torkpåverkan i systemen under torkperioden.

³ Bilaga 1 visar systemens medelvärde för torkpåverkan för alla dagar under torkperioden.

Diagram 2 visar medelvärdet för torkstressen i de olika systemen under torkperioden, mätt varannan dag. Diagrammet visar hur systemet med 10 cm växtjord på dag 10 visar betydligt större torkstress än de övriga systemen. Det visar även rangordningen för hur torkstressen är fördelad på de övriga systemen och att den rangordningen, från och med dag 10, bibehålls under torkperioden.

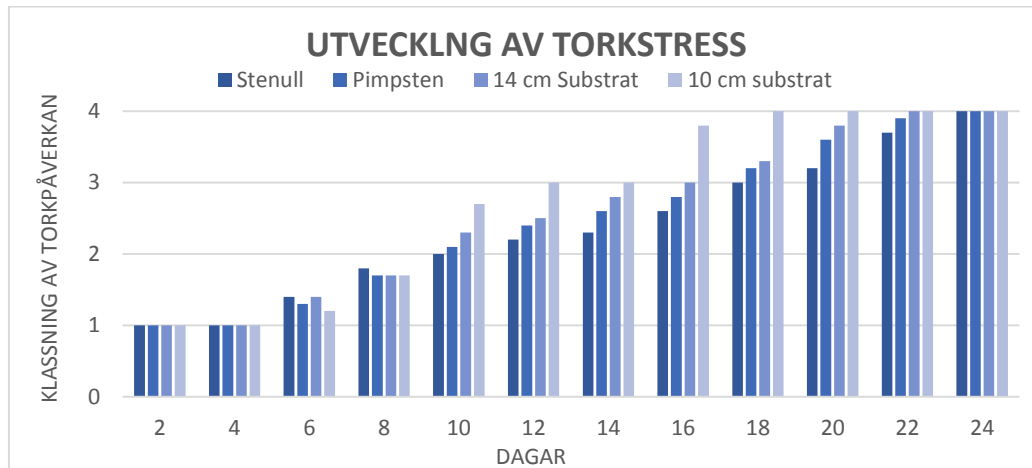


Diagram 2: Utveckling av torkstress under torkperioden.

Labbstudien visar att de systemen med ett vattenhållande lager kan klara torka bättre än systemen med enbart växtjord. Systemet med 10 cm växtjord visade tidigt tecken på torkstress och krassen dog betydligt fortare än i de andra systemen. Skillnaderna mellan de tre övriga systemen började synas efter dag 10 i torkperioden, och de höll i sig genom hela studien. Systemet med 14 cm växtjord klarade sig förhållandevis bra. Det vissnade och dog strax före både stenulls- och pimpstenssystemen, men visade ändå större torkpåverkan än de andra två systemen. Pimpstenssystemet klarade sig näst bäst och bäst klarade sig systemet med stenull. Proverna med stenull visade minst torkpåverkan och höll sig frodigast, grönast och vitalast längst av alla.

7.2 Rötter

I systemet med 10 cm växtjord blir rötter synliga i botten först. Denna trend håller i sig: genom hela försöket förekommer mest synliga rötter i just detta system. I systemet med 14 cm växtjord förekommer näst mest rötter. Mot slutet av labbstudien är rotförekomsten nästan lika stor i de båda växtjordsystemen. I systemet med pimpsten förekommer näst minst rötter. I systemet med stenull förekommer minst synliga rötter (endast några enstaka rötter/rör).

7.3 Vikt

Vikten ger ett mått på hur vattenhalten förändras under torkperioden. För proverna med krasse är viktminskningen som störst när krassen är som vitalast. Allteftersom krassen vissnar, avtar viktminskningen. Proverna utan krasse har en jämn viktminskning. Diagram 3 visar medelviktminskningen för systemen med stenull och pimpsten, både med- och utan krasse under torkperioden.⁴

⁴ Bilaga 2 visar systemens medelvikter för alla dagar under torkperioden.

Fram till dag 12 i torkperioden väger pimpstenssystemet med krasse mindre än motsvarande systemet med stenull. Från och med dag 12 väger stenullsystemet mindre, och viktminskningen/dygn fortsätter att öka jämfört med pimpstenen genom hela perioden. Under hela torkperioden väger stenullsystemet utan krasse mer än motsvarande system med pimpsten.

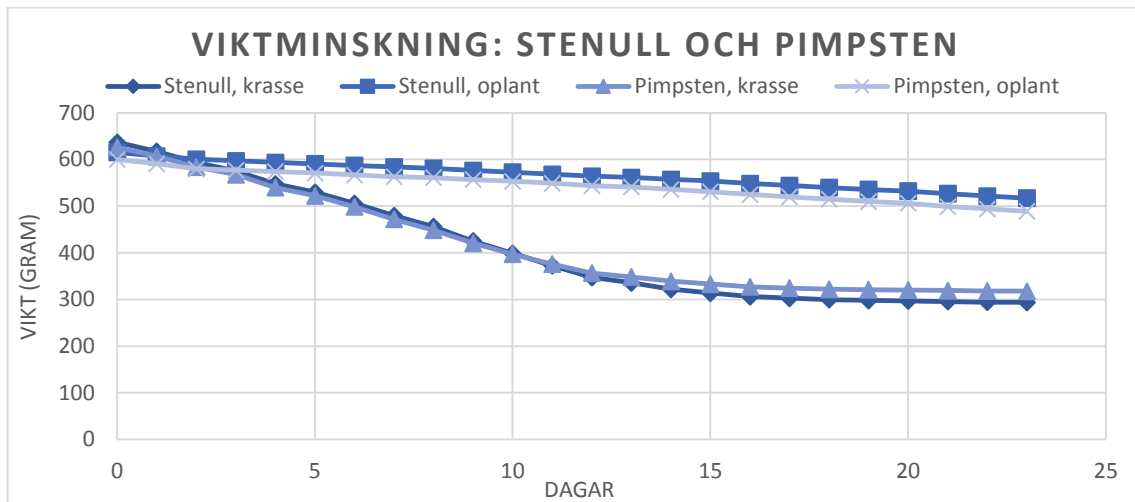


Diagram 3: Medelviktminskningen för stenull och pimpsten, med och utan krasse.

I diagram 4 visas medelviktminskningen för systemen med 14 cm och 10 cm växtjord, både med och utan krasse. Precis som i föregående diagram, kan man se att viktne­d­gången/dygn är som störst när kras­sen är som vitalast. Proverna utan krasse har en jämn viktminskning under hela torkperioden. Systemet med 10 cm växtjord väger mindre än det andra systemet eftersom det både innehåller mindre mängd växtjord och mindre mängd vatten. Därför är det lättare.

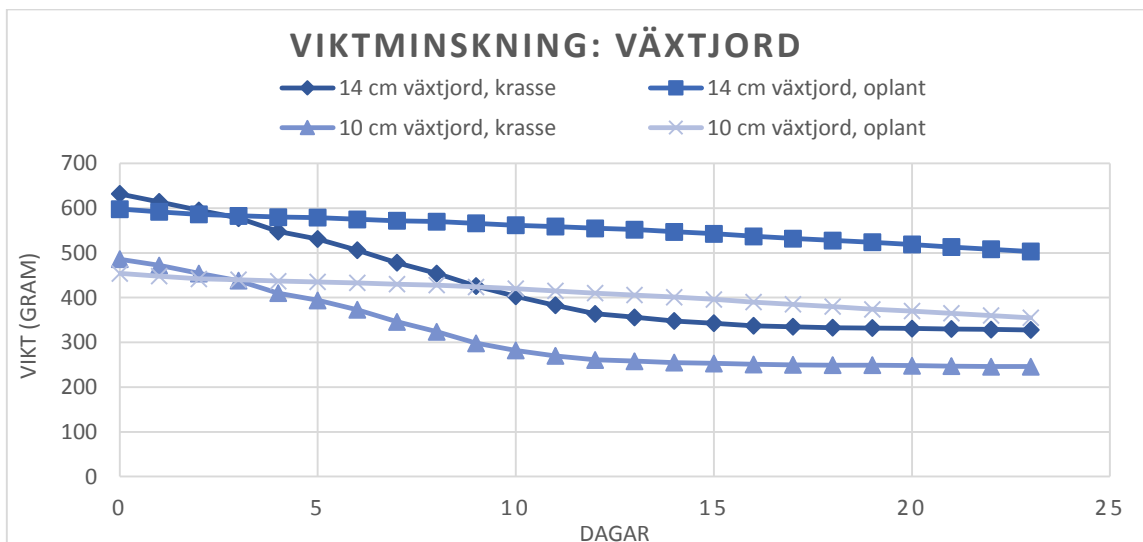


Diagram 4: Medelviktminskningen för 14 cm och 10 cm växtjord, med och utan krasse.

7.4 Vattenhalt

Genom att jämföra provernas vikt med torrvikten kan man beräkna vilken vattenhalt de olika systemen hade vid olika tidpunkter under torkperioden. Vattenhalterna för systemen med pimpsten, 14 cm växtjord och 10 cm växtjord är ganska snarlika, medan stenussystemet skiljer sig från de andra. Vid dag 0 har stenussystemet, både med och utan krasse, högre vattenhalt än de övriga systemen. I proverna med krasse jämnas den skillnaden ut under torkperioden. Men i jämförelsen av prover utan krasse är skillnaden genomgående genom hela torkperioden.

I tabell 1 redovisas medelvattenhalten för proverna med krasse. De valda tidpunkterna är dag 0 (vid vattenmättnad), dag 11 (mitten av torkperioden) och dag 23 (torkperiodens sista dag). I tabell 2 redovisas motsvarande siffror för proverna utan krasse.

System	Dag 0	Dag 11	Dag 23
Stenu	56 %	24 %	4 %
Pimpsten	51 %	24 %	3 %
14 cm växtjord	51 %	18 %	4 %
10 cm växtjord	51 %	12 %	3 %

Tabell 1: Genomsnittlig vattenhalt, dag 0, 11 och 23 för prover med krasse.

System	Dag 0	Dag 11	Dag 23
Stenu	53 %	49 %	44 %
Pimpsten	46 %	40 %	33 %
14 cm växtjord	47 %	44 %	37 %
10 cm växtjord	48 %	43 %	34 %

Tabell 2: Genomsnittlig vattenhalt, dag 0, 11 och 23 för prover utan krasse.

7.5 Prover utan krasse

Genom hela försöket väger proverna utan krasse mer än respektive prover med krasse (se diagram 3 och 4). Det är även stor skillnad på viktminskningen per dygn mellan prover utan krasse och proverna med. Proverna utan krasse går i snitt ner 4,2-4,8 g/dygn medan motsvarande siffra för proverna med krasse är 10,4-14,9 g/dygn. Pimpstensystemet har den i genomsnitt högsta viktminskningen/dygn, medan de andra systemen ligger på ungefär samma viktminskning. I tabell 3 redovisas den genomsnittliga viktminskningen per dygn, både med och utan krasse.

System	Med krasse	Utan krasse
Stenu	14,9 g/dygn	4,3 g/dygn
Pimpsten	13,4 g/dygn	4,8 g/dygn
14 cm växtjord	13,2 g/dygn	4,2 g/dygn
10 cm växtjord	10,4 g/dygn	4,3 g/dygn

Tabell 3: Den genomsnittliga viktminskningen/dygn, med och utan krasse.

8. Diskussion

8.1 Torkpåverkan

Labbstudien visade att det var skillnad på krassens torkpåverkan i de olika systemen. Det första som blev tydligt var att ett vattenhållande lager gör skillnad för hur vegetationen kan klara torka. Systemet med 10 cm växtjord var först med att visa tecken på torkstress och vissnade och dog flera dagar innan de andra systemen. Även om systemet med 14 cm växtjord klarade sig förhållandevis bra, och klassades som dött bara dagen innan systemet med pimpstenen så kunde man ändå, ända från dag 11 se att krassen i detta system var mer torkpåverkat än krassen i både stenull- och pimpstenssystemen. Det som var mest intressant med labbstudien var att se skillnaden mellan stenull och pimpsten. Elva dagar in på torkperioden började man kunna se en skillnad mellan stenull och pimpsten. Då hade krassen i pimpstensproverna något fler gulnande blad och började hänga lite mer än krassen i stenullsproverna. Denna trend höll i sig och blev tydligare och tydligare. Även om krassen i båda systemen var väldigt vissen mot slutet av studien, kunde man ändå se skillnad mellan stenullen och pimpstenen när man jämförde proverna. Krassen i stenullsproverna var grönare och spänstigare genom hela studien.

I litteraturen finns det mycket som talar till stenullens fördel. Man kan läsa att stenull har bättre vattenhållande förmåga än pimpsten (Raviv & Lieth, 2008) och studier som jämfört stenull och pimpsten som odlingssubstrat visar att stenull innehåller mer lättillgängligt vatten för växterna (Adalsteinsson & Gunnlaugsson, 1995). Ändå blev jag förvånad över resultatet. Mitt ursprungliga antagande var att krassen i pimpstenssystemen skulle klara sig bäst. Nu i efterhand, när jag har dragit slutsatser av både litteraturen och labbstudien, är jag osäker på varför jag trodde som jag trodde. Kanske hade det att göra med att vi under utbildningen pratat en hel del om pimpsten, och vilka positiva egenskaper materialet har. Kanske hade det att göra med att jag knappt kände till stenull när jag började med detta arbete, och att jag instinktivt tänkte att ett, för mig nytt material, knappast kan konkurrera med pimpsten som ska vara så bra? Oavsett anledning, så har det varit mycket intressant och lärorikt att kunna koppla ihop litteraturen med labbstudien och se att de faktiskt bekräftar varandra.

Det var ganska svårt att i början klassificera proverna med krasse i rätt torkpåverkansklass. Steget från klass 1 till klass 2 var en bedömningsfråga från prov till prov. Jag försökte vara konsekvent, men att klassningen av torkpåverkan varierar något i början av torkperioden jämfört med senare delen kan bero på att bedömningen varierat. Ju mer torkpåverkade proverna var desto lättare var det att klassificera dem rätt.

Jag tycker att det är viktigt att poängtera att spannet mellan de olika klassningsgraderna är stort. Den skillnaden tycker jag inte framkommer i varken tabeller eller diagram. Skillnaden mellan ett prov som precis klassats som 2 och ett som ligger på gränsen till att klassas som 3, är väldigt stor. Detta bör man ha i åtanke när man studerar arbetets tabeller och diagram.

8.2 Rötter

Både litteraturen och leverantören av stenull menar att rötter har svårt att tränga igenom stenull (Jørgensen, Bodin Dresbøll & Thorup-Kristensen, 2014; Veg Tech AB, 2014). Därför var det inte överraskande att rotförkomsten i stenullsystemet var betydligt mindre än i de

andra systemen. Det bekräftar det både litteraturen och leverantören hävdar. Att rotförekomsten var så låg i stenullsystemet, men att vitaliteten samtidigt var så hög, visar att rötterna tillgodogör sig vattnet genom att vattnet kan stiga kapillärt till växtjorden, precis som Veg Tech AB (2014) beskriver att det gör.

8.3 Vikt

Viktkurvorna visar att vikten på proverna minskade kraftigast i början av torkperioden. Allteftersom krassen visnade avtog även viktminskningen. Detta visar tydligt att krassen tog upp mer vatten, och att avdunstningen var större, när krassen var frisk och frodig än när den var visnen. Att viktkurvorna ser ut som de gör var väntat. Jag hade förväntat mig att viktminskningen skulle vara som kraftigast i början, då även mängden vatten i systemen var större. I takt med att mängden vatten och krassens vitalitet minskar är det naturligt att även viktminskningen avtar.

Det som jag tyckte var intressant att se, var det tydliga sambandet mellan torkpåverkan och viktminskning. Stenullsystemet, som visade sig vara det system där krassen levde längst minskade mer i vikt per dygn, och under en längre period än de andra systemen. Viktminskningen i stenullsystemet var större än hos pimpstenen, och efter ett tag vägde stenullsystemet mindre än pimpstenssystemet. Detta beror på att krassen i stenullsystemet var vitalare än krassen i pimpstenssystemet och att avdunstningen var högre, trots att den totala mängden vatten var större i stenullsystemet.

8.4 Vattenhalt

Litteraturen menar att stenull har högre vattenhållande förmåga än pimpsten (Raviv & Lieth, 2008). Beräkning av vattenhalterna visade att stenullsystemet hade högre vattenhalt än de andra systemen vid vattenmättnad. Denna skillnad jämnades ut för proverna med krassen, men i proverna utan krasse höll skillnaden i sig under hela torkperioden. Utjämnningen i proverna med krasse beror till stor del på att vattenupptaget från krassen var högre i stenullsystemet än i de övriga. Trots att vattenhalten jämnar ut sig, och att den i slutet på torkperioden är ungefär samma som i pimpstenssystemet, väger stenullsystemet mot slutet betydligt mindre än pimpstenssystemet (se mer under rubrikerna 7.3 Vikt och 8.3 Vikt). Dessutom håller sig krassen vitalare i stenullsystemet än i pimpstenssystemet. Detta visar inte bara att stenull är ett lättare material, utan det visar även att vegetationen har lättare för att tillgodogöra sig det vatten som finns i materialet.

Att vattenhalten för pimpstenssystemet utan krasse var så lågt jämfört med de övriga systemen, var för mig oväntat. En förklaring kan vara att systemen med enbart växtjord endast innehåller växtjord som har finare partiklar än pimpstenslagret, och därigenom kan de hålla mer vatten.

8.5 Prover utan krasse

Jag blev mycket överraskad att krassen hade så stor betydelse för provernas viktminskning. Genom hela labbstudien vägde proverna utan krasse mer än motsvarande prover med krasse. Även viktminskningen/dygn var betydligt lägre hos proverna utan krasse. Genom labbstudien blev det väldigt tydligt att det absorberas mycket mer vatten från en vegetationsbeklädd yta, än från en ovegeterad jordyta.

Bland proverna utan krasse var det pimpstenssystemet som hade lägst medelvikt och störst genomsnittlig viktminskning/dygn. Som lättviktsmaterial till bjälklagskonstruktioner är detta goda egenskaper (Dunnett & Kingsbury, 2004). Det är synd att dessa egenskaper inte var samma även för proverna med krasse. Däremot var vattenhalten lägre i pimpstenssystemet jämfört med de andra systemen. I en bjälklagsplantering bör materialet hålla god vattenhalt för att kunna förse växterna med vatten (Dunnett & Kingsbury, 2004). I en uppbyggnad utan vegetation kan en låg vattenhalt vara bra, eftersom uppbyggnaden då blir lättare. Men i en uppbyggnad med vegetation bör vattenhalten vara högre för att kunna tillgodose växternas vattenbehov. En faktor som bidrar till pimpstenssystemets relativt goda vikt- och viktminskningsegenskaper, jämfört med stenullsystemet, kan vara att egenskaperna för stenullsystemet var betydligt sämre för proverna utan krasse, jämfört med proverna med krasse.

Stenullen är det material där egenskaperna skiljer sig mest mellan proverna med- och utan krasse. I systemen utan krasse är stenullen det tyngsta materialet, och med krasse är stenull det lättaste. Den genomsnittliga viktminskningen/dygn är, utan krasse, densamma som för de båda systemen med växtjord och med krasse är det den högsta av alla. För att stenullen ska vara ett lättviktsmaterial som kan konkurrera med pimpsten, krävs alltså att stenullen kombineras med vegetation. Utan vegetation motsvarar stenullens egenskaper desamma som för enbart växtjord.

8.6 Metod och material

När man ser och får känna på pimpsten och stenull har de inte många likheter. Stenull är ett skivmaterial som visserligen väger lite, men ändå känns kompakt och formfast, medan pimpsten är små porösa stenar. När jag studerade litteraturen upptäckte jag att pimpsten och stenull har många egenskaper som liknar varandra. Båda materialen har hög porositet (Smith, 1987; Raviv & Lieth, 2008), som skapar en bra balans mellan vatten- och luftfyllda porer (Raviv & Lieth, 2008; Bara Mineraler AB, 2014). De är lätta och strukturstabla material (Raviv & Lieth, 2008), vilket underlättar för hanteringen och stabiliteten i uppbyggnaden (Osmundson, 1999). Båda materialen används dessutom mycket i växthusodling av bl.a. gurka och tomat (Smith, 1987; Bara Mineraler AB, 2014).

Utöver de uppenbara skillnaderna på materialen och deras likheter, upptäckte jag att det även finns meningsskiljaktigheter mellan litteratur och leverantör. Det som man är mest oense om är den vattenbuffrande förmågan. I litteraturen står det att stenull kan buffra mer vatten än pimpsten (Raviv & Lieth, 2008), medan leverantören av pimpsten hävdar motsatsen (Bara Mineraler, 2014). Samtidigt menar litteraturen att man kan höja den vattenbuffrande förmågan genom att öka andelen fina partiklar (Adalsteinsson & Pettersson, 1996) och leverantören menar att pimpsten kan buffra vatten i de små porerna (Bara Mineraler, 2014). Om litteraturen och leverantören utgår från olika fraktioner på pimpstenen framgår inte, men det skulle kunna vara en förklaring till de olika åsikterna.

Stenull och pimpsten är vanliga odlingssubstrat i växthusodling (Adalsteinsson & Gunnlaugsson, 1995; Raviv & Lieth, 2008; Smith, 1987; Bara Mineraler, 2014), vilket även speglas i litteraturen. Det finns mycket litteratur om hur materialen används i odling, men väldigt lite om hur de används i bjälklagsplanteringar. Detta visar att det inte finns så många

studier gjorda på materialens egenskaper för just bjälklagsplanteringar. Därför var det extra intressant att göra labbstudien, med hopp om att kunna påvisa en skillnad mellan materialen och att genom detta arbete kunna bidra med mer kunskap om hur stenull och pimpsten fungerar i bjälklagskonstruktioner.

8.6.1 Labbstudiens utförande

Tiden för labbstudien var begränsad, då den skulle rymmas inom den satta tidsramen på sammanlagt tio veckor för hela examensarbetet. Till stor del var det tidsaspekten som fick styra labbstudiens utförande. Som vegetation valdes krasse, med förhoppningen att den skulle gro och vissna snabbt. Krasse är inte en växt som man normalt använder i bjälklagsplanteringar. Men bedömningen gjordes att den i detta sammanhang skulle kunna representera bjälklagsvegetation och samtidigt kunna ge ett resultat inom den tillgängliga tidsramen. Den begränsade tiden gjorde även att jag bara hann med en torkperiod. Under drygt en vecka fick krassen växa och etablera sig. Sen upphörde vattningen helt och proverna fick torka ut tills de vissnade och dog.

Det hade varit intressant att bygga vidare på och utveckla den labbstudien jag gjort. Istället för krasse skulle man kunna använda en mer autentisk vegetation (t.ex. perenner) som är vanlig i en bjälklagsplantering. Det hade även varit intressant att se om resultatet fortfarande blivit det samma om man låter provytorna torka ut kortare perioder (utan att vegetationen dör) och sedan upprepar vattningen några gånger innan den slutgiltiga torkperioden då man låter vegetationen dö ut. En studie med upprepade torkperioder skulle spegla en verklig bjälklagssituation bättre än vad min korta studie gjorde. Dessutom hade det även varit intressant att ha större provytor. För att kunna se mönster och jämföra de olika systemen, hade jag i min labbstudie många små provytor. Kanske påverkas vegetationen annorlunda om både det vattenhållande lagret och växtjorden utgör en större yta?

Beräkning av standardavvikelse visade att vid vissa viktmätningar förekom stora avvikelser (se tabell, bilaga 3). Detta innebär givetvis en osäkerhet i utförandet. Genom att ha fler torkperioder och större provytor hade metodiken förmodligen kunnat förbättras.

9. Slutsats

Utifrån labbstudiens resultat och med litteraturstudien som stöd, kan följande slutsatser, baserade på arbetets frågeställning, formuleras:

9.1 Innebär ett vattenhållande lager i bjälklagskonstruktioner bättre förutsättningar för vegetationen att klara torka, jämfört med att enbart ha växtjord?

Genom min labbstudie kan jag svara att ja, ett vattenhållande lager ger vegetationen bättre förutsättningar att klara torka på bjälklag. Krassen i proverna utan vattenhållande lager och enbart 10 cm växtjord vissnade och dog långt innan krassen i de övriga proverna. Krassen i proverna med 14 cm växtjord klarade sig förhållandevis bra, men även krassen i dessa prover vissnade och dog innan krassen i proverna med stenull och pimpsten. Genom hela labbstudien vägde dessutom dessa prover mer än proverna med stenull och pimpsten.

Ett vattenhållande lager ger alltså både vegetation som klarar torka bättre, och en lättare uppbyggnad.

9.2 Skapar något av materialen stenull eller pimpsten bättre förutsättningar för vegetationen att klara torka än det andra?

Labbstudien visade att stenull ger vegetationen bättre förutsättningar att klara torka jämfört med pimpsten. Även om det bara skilde en dag mellan att de båda systemen klassades som döda, kunde man under en längre period se att krassen i stenullsystemet var vitalare och inte lika utsatt för torkstress som krassen i pimpstensystemet.

Referenslista

- Adalsteinsson, S. & Gunnlaugsson, B. (1995). Pumice as environment-friendly substrate – a comparison with rockwool. *Acta Horticulturae* 401: 131-136.
- Adalsteinsson, S & Pettersson, C. (1996). Pimpsten – naturligt odlingsystem i växthus. *Fakta trädgård*. Nr 7, 1996. Alnarp: Sverige lantbruksuniversitet.
- Bara Mineraler AB (2014). Mailkontakt med Bengt Syrén, sälj & rådgivning på Bara Mineraler AB.
- Bara Mineraler AB (u.å.). Bara Mineraler ABs hemsida [Elektronisk]. Tillgänglig 2014-02-12: www.baramineraler.se
- Bolund, P. & Hunhammar, S. (1999). Ecosystem services in Urban Areas. *Ecological Economics* 29: 293-301.
- Delshammar, T. & Fors, H. (2010). *Gröna och blå strukturer för en hållbar stadsutveckling*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet.
- Dunnett, N. & Kingsbury, N. (2004). *Planting Green Roofs and Living walls*. Portland, Oregon: Timber Press, Inc.
- Emilsson, T. (2008). Gröna tak – klimatanpassning för täta städer. I: Svedelius, G. & Hillbur, Y. (red.). *Klimatförändring*. Alnarp: Sveriges lantbruksuniversitet, ss. 36-37.
- Handreck, K. & Black, N. (1984). *Growing media for ornamental plants & turf*. Kensington, NWS, Australien: New South Wales University Press.
- Jansson, M., Persson, A & Östman, L. (2013). *Hela staden – argument för en grönblå stadsbyggnad*. Stad & Land nr. 183. Alnarp: Movium.
- Jørgensen, L., Bodin Dresbøll, D., & Thorup-Kristensen, K. (2014). Root growth of perennials in vertical growing media for use in green walls. *Scientia Horticulturae* 166: 31-41.
- Olsson, U., Englund, J-E & Engstrand, U. (2005). *Biometri: grundläggande biologisk statistik*. Lund: Studentlitteratur.
- Osmundson, T. (1999). *Roof Gardens: history, design and construction*. New York: W.W. Norton and Company, Inc.
- Piga, C. (1995). *Grönare tak: extensive vegetation på tak*. Stad & Land nr. 134. Alnarp: Movium.
- Raviv, M. & Lieth, J. H. (2008). *Soilless Culture: theory and practice*. Amsterdam: Elsevier Science & Technology.
- Veg Tech AB (2014). Mailkontakt med Lina Pettersson, odlingspecialist på Veg Tech AB.

Veg Tech AB (u.å.). Veg Tech ABs hemsida [Elektronisk]. Tillgänglig 2014-02-11:
www.vegtech.se

Wang, L. K., Hung, Y-T., Lo, H. H., Yapijakis, C. (2004). *Handbook of Industrial and Hazardous Wastes Treatment*. 2. uppl. New York: Marcel Dekker, Inc. Tillgänglig:
<http://books.google.se/books> [2014-02-24].

Figurförteckning

Figurnummer: källa, datum för mottagande:

Figur 1: Veg Tech AB (genom Lina Pettersson), 2014-02-13

Figur 2: Bara Mineraler AB (genom Bengt Syrén), 2014-02-28

Övriga figurer är illustrerade eller fotograferade av arbetets författare.

Bilaga 1: Tabell över torkpåverkan under torkperioden

I tabellen visas systemens medelvärde av torkpåverkan under torkperioden.

Följande klassningsskala användes:

- 1: Ej påverkad av torka
- 2: Mindre än 50 % vissen
- 3: Mer än 50 % vissen
- 4: Död

Dag	Stenull	Pimpsten	14 cm växtjord	10 cm växtjord
0	1,0	1,0	1,0	1,0
1	1,0	1,0	1,0	1,0
2	1,0	1,0	1,0	1,0
3	1,0	1,0	1,0	1,0
4	1,2	1,1	1,3	1,1
5	1,4	1,3	1,4	1,2
6	1,6	1,5	1,5	1,5
7	1,8	1,7	1,7	1,7
8	2,0	2,0	2,0	2,1
9	2,0	2,1	2,3	2,7
10	2,1	2,2	2,4	3,0
11	2,2	2,4	2,5	3,0
12	2,3	2,5	2,6	3,0
13	2,3	2,6	2,8	3,0
14	2,5	2,7	2,8	3,3
15	2,6	2,8	3,0	3,8
16	2,9	3,0	3,2	4,0
17	3,0	3,2	3,3	4,0
18	3,0	3,5	3,7	4,0
19	3,2	3,6	3,8	4,0
20	3,4	3,8	3,9	4,0
21	3,7	3,9	4,0	4,0
22	3,8	4,0	4,0	4,0
23	4,0	4,0	4,0	4,0

Bilaga 2: Tabell över vikten under torkperioden

I tabellen visas systemens medelvikter för varje dag under torkperioden, mätt i gram.

Dag	Stenull, krasse	Stenull, oplant	Pimpsten, krasse	Pimpsten, oplant	14 cm växtjord, krasse	14 cm växtjord, oplant	10 cm växtjord, krasse	10 cm växtjord, oplant
0	637	615	626	600	632	598	486	454
1	617	607	607	591	614	592	472	448
2	594	600	584	580	595	586	454	442
3	575	597	568	577	578	583	438	440
4	548	594	540	574	548	580	410	437
5	530	590	522	571	531	579	394	435
6	506	587	499	567	506	575	373	433
7	480	584	472	563	487	572	346	430
8	456	581	449	561	454	570	324	428
9	425	577	421	557	426	566	298	424
10	398	573	397	553	403	562	282	420
11	373	568	376	549	383	559	270	415
12	347	564	357	544	364	555	261	410
13	336	561	348	541	356	552	258	406
14	322	557	339	536	348	547	255	401
15	314	554	333	531	343	543	253	396
16	306	548	327	525	337	537	251	390
17	303	544	324	520	335	532	250	385
18	300	540	322	515	333	528	249	380
19	298	536	321	510	332	524	249	374
20	297	532	320	506	331	519	248	370
21	295	527	319	499	330	513	247	365
22	294	521	318	494	329	508	246	360
23	294	517	318	489	328	503	246	355

Bilaga 3: Tabell över standardavvikelse för vikten under torkperioden

Värdena visar de uppvägda vikternas spridning från medelvärdet, mätt i gram.

Dag	Stenull, krasse	Stenull, oplant	Pimpsten, krasse	Pimpsten, oplant	14 cm växtjord, krasse	14 cm växtjord, oplant	10 cm växtjord, krasse	10 cm växtjord, oplant
0	7,3	5,4	3,6	9,5	4,1	1,9	10,0	8,9
1	5,2	6,2	3,6	8,7	9,7	1,9	11,3	9,3
2	9,2	5,9	9,2	9,3	15,7	1,7	14,3	9,9
3	11,7	6,1	11,0	9,6	17,8	1,6	14,6	10,2
4	14,5	6,2	14,6	9,2	23,6	1,8	16,0	11,1
5	16,2	6,7	16,2	9,3	25,9	1,9	16,8	11,5
6	19,0	7,0	19,3	9,3	31,5	1,8	18,8	12,1
7	22,0	6,7	22,4	9,2	35,8	2,7	20,4	12,5
8	24,1	6,5	24,9	8,8	39,0	2,4	22,2	12,5
9	26,6	6,5	25,4	8,8	39,3	2,9	19,6	13,4
10	27,7	6,2	23,0	8,6	33,3	3,2	16,0	12,7
11	26,2	6,2	18,8	7,9	26,2	3,6	13,0	13,0
12	20,9	6,2	14,3	7,9	17,8	4,0	11,2	12,8
13	16,6	6,1	11,6	7,8	13,5	4,0	10,8	12,6
14	10,0	5,8	8,5	7,7	9,3	4,3	10,6	12,6
15	6,8	5,8	6,4	7,4	6,8	4,5	10,4	12,8
16	4,6	5,7	5,0	7,2	5,0	4,8	10,3	12,9
17	3,7	5,7	3,9	6,7	4,2	4,7	10,3	13,4
18	3,4	5,9	3,6	6,8	3,5	5,0	10,3	13,7
19	3,1	5,8	3,3	6,4	3,4	5,0	10,2	13,7
20	3,0	5,6	3,0	6,6	3,1	5,3	10,4	13,8
21	3,2	5,8	2,8	6,7	3,0	5,3	10,5	14,4
22	3,0	5,9	2,7	6,0	2,9	5,9	10,4	13,9
23	2,8	6,0	2,8	6,0	2,6	6,5	10,4	13,5