

RAPPORT
Stabilisering av bullervall med
ingenjörsmiologiska metoder

Väg 210 Förbifart Evertsholm

Beskrivning av utförande och uppföljning



INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1. BAKGRUND OCH SYFTE.....	3
2. BULLERVÄLLEN – UTFORMNING OCH GEOTEKNIK.....	5
3. ÅTGÄRDER MOT SKRED OCH EROSION.....	10
3.1 Allmänt om ingenjörsmetoder	10
3.2 Växtmaterial, byggmetod och utförande	11
4. UPPFÖLJNING AV ÅTGÄRDER - PROGRAM	14
4.1 Vattenkvot.....	14
4.1.1 Volymetrisk vattenkvot	14
4.1.2 Gravimetrisk vattenkvot.....	17
4.2 Nederbörd	17
4.3 Temperatur.....	17
4.4 Växtlighet	18
5. UPPFÖLJNING AV ÅTGÄRDER - RESULTAT	19
5.1 Nederbörd, temperatur och vattenkvot.....	19
5.1.1 Växtlighet	21
5.1.2 Okulär besiktning 2014-06-19	21
5.1.3 Okulär besiktning 2014-08-01	24
5.1.4 Okulär besiktning 2015-03-10	24
5.1.5 Okulär besiktning 2015-05-26	26
5.1.6 Okulär besiktning 2015-10-14	29
5.1.7 Provdraening av sticklingar 2015-10-14.....	32
5.2 Erosion och jordrörelser.....	35
7. SLUTSATSER	36
8. KOSTNADER FÖR UTFÖRANDET	37
9. SKÖTSELPLAN	37
10. REFERENSER.....	38
BILAGA 1: Volymetrisk vattenkvot och nederbörd 2014-2015	

BILAGA 2: Nederbörd (ackumulerad och maximala dygnsvärden) och temperatur 2014 och 2015

Trafikverket

Postadress: Brigadgatan 12, 587 58 Linköping

E-post: trafikverket@trafikverket.se

Telefon: 0771-921 921

Dokumenttitel: Stabilisering av bullervall med ingenjörbiologiska metoder, Väg 210 Förbifart
Evertsholm

Författare: Karin Lundström, SGI

Dokumentdatum: 2015-12-31

Ärendenummer:

Version: 1.0

Kontaktperson: Agne Gunnarsson, Geotekniker, UHtb

Publikationsnummer: 2016:065

ISBN 978-91-7467-948-9

Förord

I föreliggande rapport beskrivs de skredförebyggande åtgärder som Trafikverket utförde av en bullervall längs väg 210 väster om Söderköping under våren 2014. Rapporten ger också en bakgrund till valet av åtgärd och resultaten av det uppföljningsprogram som utarbetades och genomfördes fram till hösten 2015.

Karin Lundström, Statens geotekniska institut, har medverkat i utförandet av åtgärderna och skrivit rapporten. Ansvarig för utförandet av åtgärderna har varit Agne Gunnarsson, Trafikverket. Mikael Ånäs, Trafikverket, har granskat rapporten.

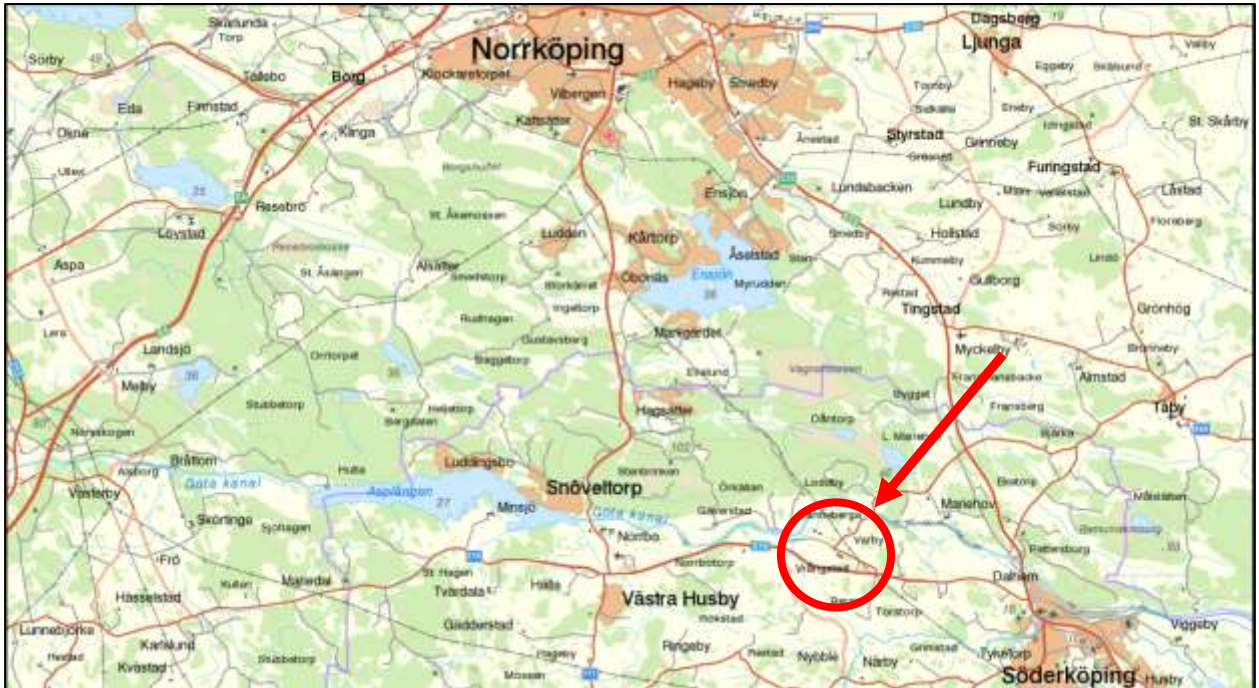
Det är vår förhoppning av rapporten kan ge inspiration och kunskaper inför kommande liknande projekt.

Linköping 2016-03-08

Karin Lundström

1. Bakgrund och syfte

Väg 210 mellan Norsholm och Söderköping (se *Figur 1*) i Östergötlands län fick under 2012 en ny sträckning förbi Evertsholm (vid Varby). Ombyggnaden omfattade en sträcka av cirka 2,2 km (se *Figur 2*). För att minska bullernivån vid en fastighet vid Vrångstad utfördes en mellan 3 och 6 meter hög bullervall längs en sträcka av cirka 100 meter (sektion km 1/715 till 1/824).



Figur 1. Väg 210 mellan Norsholm och Söderköping. © Lantmäteriet, Geodatasamverkan.



Figur 2. Ny sträckning av länsväg 210 förbi Evertsholm. Ombyggnaden omfattade en sträcka av cirka 2,2 km. Läget för bullervallen är markerat. I infälld bild syns bullervallen vid den blåfärgade punkten. © Lantmäteriet, Geodatasamverkan.

På grund av att jorden som utnyttjades för att bygga bullervallen hade dålig inre stabilitet så uppstod problem med att erhålla en stabil slänt mot vägen. Ett flertal mindre skred inträffade i själva bullervallen under uppbyggnadsfasen, men även en tid efter färdigställandet, upptäcktes skred och erosion i slänten, se Figur 3.



Figur 3. Skred i bullervall under byggtiden. Skredet skedde i själva bullervallen som var uppbyggd av omrörda lermassor. Inga rörelser skedde i undergrunden.

Trafikverket bestämde då i samråd med SGI att stabilisera bullervallen med hjälp av ingenjörbiologiska metoder. Orsaken till att ingenjörbiologiska metoder valdes istället för den mer traditionella metoden med täckning av ytan med sprängsten var flera:

- sprängsten tillåter ingen etablering av gräsbeklädnad.
- sprängsten är inte lika estetiskt tilltalande som vegetation.
- sprängsten över ytan förhindrar inte skred (djupare glidytor), vilket dock vegetation med djupa rötter gör (större delen av bullervallen hade behövt utgöras av sprängsten om stabiliteten skulle ökas).
- vegetation hjälper till att dämpa buller.
- att få möjlighet att testa ingenjörbiologiska metoder som förstärkningsmetod mot ytliga rörelser.

Syftet med valet att använda ingenjörbiologiska förstärkningsmetoder för bullervallen var i huvudsak att:

- binda jorden med hjälp av sticklingarnas rotsystem och förhindra ytlig erosion.
- erhålla en ”sammanbindningseffekt” (typ jordspikar) för att hålla ihop jorden, ned till ca 1,5 meters djup.
- på längre sikt se om det erhålls en uttorkande effekt genom att sticklingarna suger vatten. Detta kan medföra en sänkning av jordens vatteninnehåll och därmed en ökning av jordens hållfasthet.

SGI fick i uppdrag av Trafikverket att utforma det ingenjörbiologiska skyddet för bullervallen och att följa upp resultaten. Det ingick i SGI:s arbete att följa upp hur växterna klarade etableringen, hur de tillväxte, om växterna motverkade skred och erosion samt hur växterna påverkade vattenförhållandena i jorden.

Föreliggande rapport kan fungera som inspirationskälla för liknande projekt.

2. Bullervallen – utformning och geoteknik

Bullervallen är uppbyggd av jordmassor från väglinjen i direkt anslutning till bullervallen och inom det aktuella avsnittet. Jorden i vallen utgörs av en blandning av lera och silt med relativt höga vattenkvoter, mellan 40-60 %, se Figur 4. Inom de översta delarna av bullervallen så utnyttjades den över delen av leran (torrskorpan) med väsentligt lägre vattenkvoter ($w_N = 20-35\%$) för att åstadkomma en formbar överyta som kunde beklädas med vegetationsmassor samt besås.

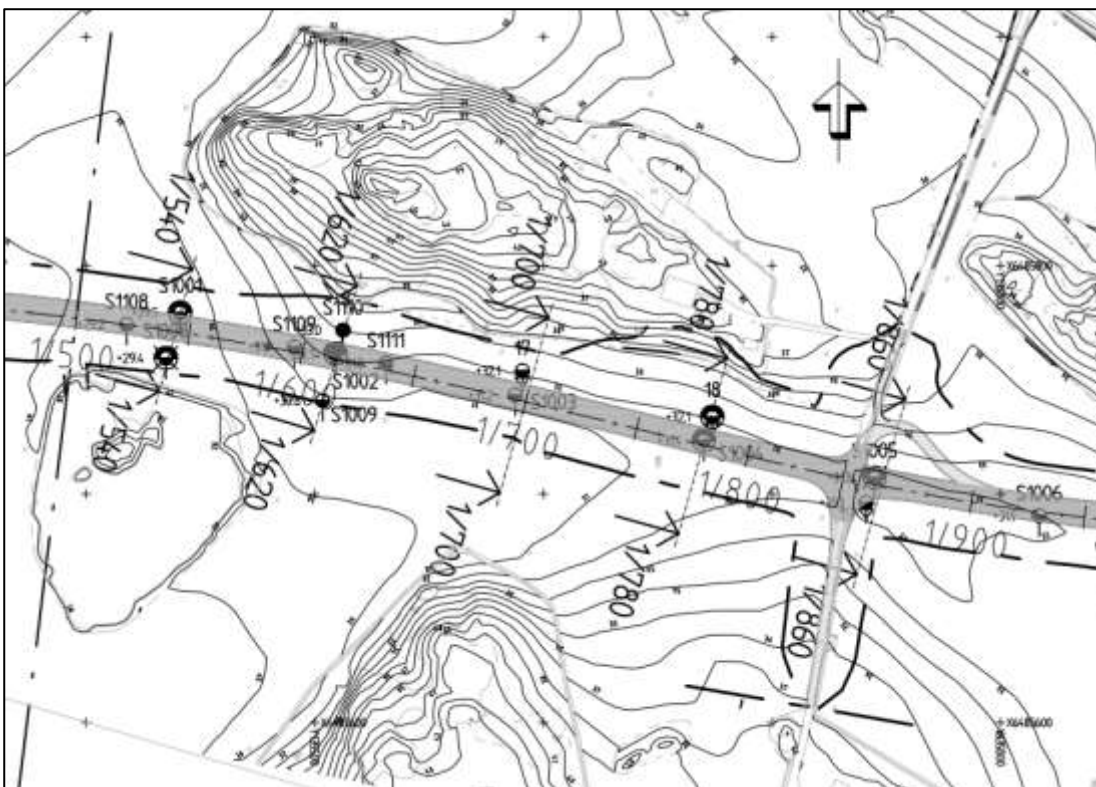


Figur 4. Schakt av terrass. Schaktmassorna utnyttjades till uppbyggnad av bullervallen.

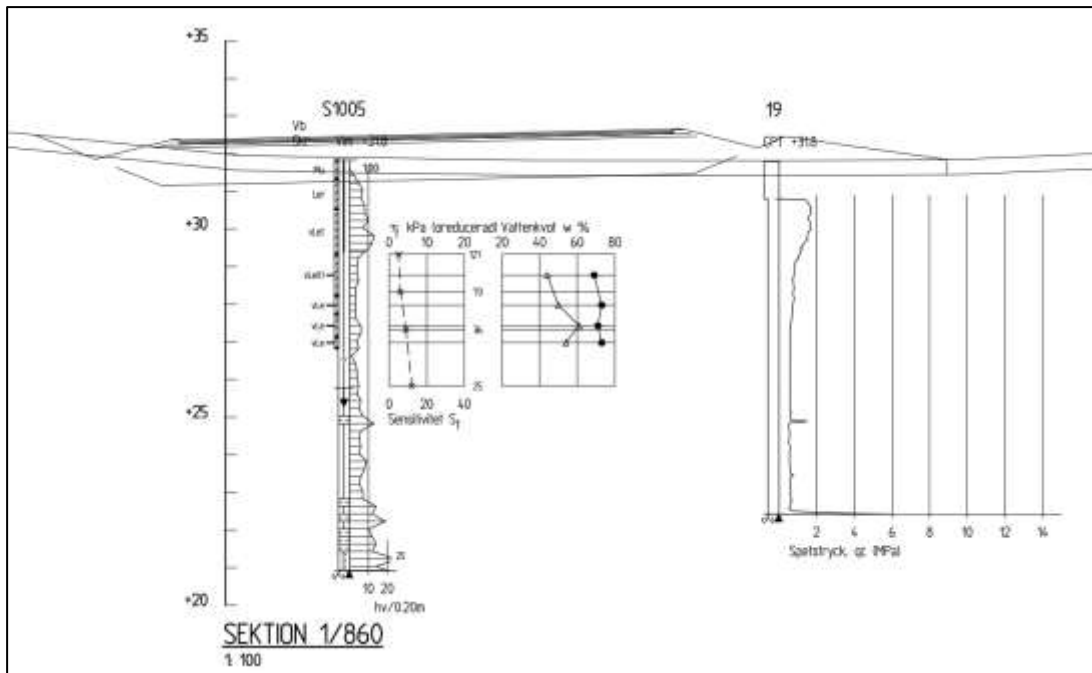
Jordlagren i området kring bullervallen utgörs i huvudsak av lera och siltig lera till 10-12 meters djup, se Figur 5 och Figur 6. I den övre delen är leran relativt fast, torrskorpebildad, men blir mot djupet lösare och varvig, med ökat siltinnehåll. Jorden utgörs därunder av friktionsjord och morän, som överlagrar berg. Vid läget för bullervallen är lerdjupet grundare och avtar succesivt mot en fastmarkskulle som finns mot norr. Lerans odränerade hållfasthet, oreducerad, varierar mellan ca 50 kPa (under torrskorpan) till ca 20 kPa (mot djupet), mätt med vingförsök.

De geotekniska egenskaperna för jordlagren i bullervallen har inte bestämts och därför inte heller vallens stabilitet mot skred. Stabiliteten är starkt beroende av vilken hållfasthet de utlagda massorna har.

Efter uppbyggnad av bullervallen täcktes den med vegetationsjord från vägobjektet och ytan såddes med gräs, se Figur 7. Bullervallens höjd är som mest 5 á 6 m över befintlig vägyta, se Figur 8. Släntlutning mot vägen ligger i 1:2,5.



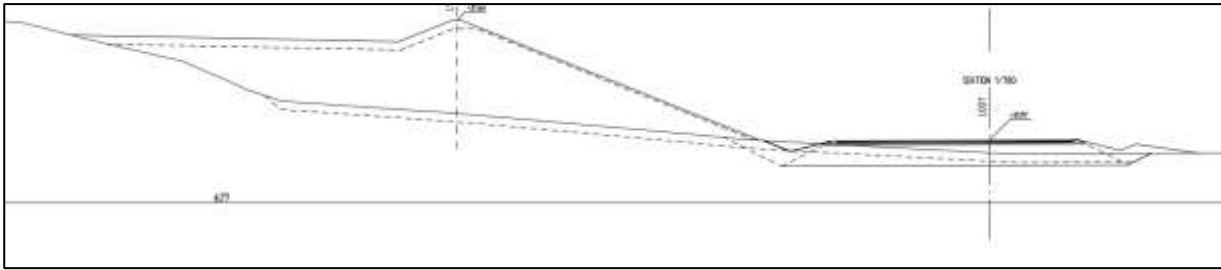
Figur 5. Plan, geotekniska undersökningar.



Figur 6. Sektion, geoteknik.



Figur 7. Bullervall, beklädd med vegetationsjord och grässådd.



Figur 8. Utformning av bullervallen.

Under byggandet av bullervallen uppstod problem vid ett flertal tillfällen, beroende på jordens relativt höga vatten- och siltinnehåll, vilket gav upphov till låg inre stabilitet. Ett flertal mindre skred i bullervallen inträffade under byggtiden av vägen (innan trafikpåsläpp), se Figur 9. Detta berodde troligen på att jordmassorna inte var tillräckligt stabila för att utnyttjas som material till bullervallen med den tänkta släntlutningen och projekterad höjd. För att få bullervallen stabil fick man blanda in lermassor med ett lägre vatteninnehåll.





Figur 9. Flera mindre rörelser efter uppbyggnaden av bullervallen. Överst i september 2011 och nederst efter restaurering i juni 2012.

3. Åtgärder mot skred och erosion

I syfte att motverka nya skred och erosion i bullervallen togs ett åtgärdsförslag fram av SGI och Trafikverket. Det beslutades att använda växter som skydd, så kallade ingenjörbiologisk metod. Tidigare har vegetation använts i samma syfte i Sverige bland annat i Bispgården och Bydalen, Jämtland (se Andersson & Lundström, 2008) samt i Näsåker, Ångermanland (se Lundström & Ruin, rapport klar april 2016).

I detta kapitel beskrivs först allmänt vad ingenjörbiologiska metoder innebär och därefter valt metod, växtmaterial och hur utförandet gick till.

3.1 Allmänt om ingenjörbiologiska metoder

Ingenjörbiologiska metoder innebär att man på olika sätt använder sig av levande växtmaterial eller en kombination av levande och dött växtmaterial som byggmaterial. Vid användning av dessa metoder för släntstabilitet vill man ta upp och avleda krafter i slänten, exempelvis genom att:

- rötter binder ihop jordpartiklar
- rottrådar ökar jordens hållfasthet
- minskning av vatteninnehållet i jorden genom upptagning och transpiration
- minska energin som regndroppar påverkar jorden med
- minskning av avrinningshastigheten
- minskning av antalet gånger som jorden utsätts för frysning och upptining
- förankring genom rotmassor som verkar som pelare och valvbildning
- mellan strävpelare av rotmassor
- vegetation skuggar markytan vilket motverkar torrsprickor som kan möjliggöra djup penetrering av regnvatten

Det finns flera sammanställningar av växter lämpliga i ingenjörbiologiska sammanhang. Det viktigast är att man väljer växter efter förhållanden på platsen. Klimatet (värme och ljus) är viktigast för växternas trivsel och överlevnad är därefter är det marken (växtrötternas miljö) som inverkar starkt på möjligheten till överlevnad och tillväxt. En bra regel är därför att i första hand välja några av de växter som redan naturligt finns i ståndorten eftersom man säkert vet att de trivs på platsen och man bör med fördel välja flera olika arter eftersom detta ökar möjligheten att få en bredare effekt av anläggningen.

Växterna kan etableras på olika sätt och kombineras med annat byggmaterial. Det enklaste sättet att etablera växter är att använda sig av sticklingar och etablera dem en och en jämnt över ytan (sticklingmetoden). Det ger en relativt djupskyddande effekt men dock inte lika djup som exempelvis häck-grenlager metoden. Sticklingarna bör ha en diameter av 6-10 cm och de slås med en slägga och trycks ner i slänten. För ytterligare information om växtmaterial och byggmetoder hänvisas till exempelvis Rankka (2002), Schiechtel och Stern (1996) och Florineth (2004).

3.2 Växtmaterial, byggmetod och utförande

Beslut togs att etablera sticklingar med sticklingmetoden längs en sträcka av cirka 50 m längs bullervallen. Avsikten och ambitionen var att använda tre eller fyra olika arter och att kunna skörda växtmaterial från närliggande platser. Vid en inventering av växter i omgivningen som utfördes under hösten 2013 konstaterades det att det växte gråvide och knäckepil i anslutning till bullervallen. Dock fanns det inte i så stor omfattning så att det skulle räcka till bullervallen.

Istället kontaktade arbetsgruppen energiskogsodling utanför Linköping. Där odlas energiskog av videarten korgvide (*Salix viminalis*). Denna lämpar sig bra i ingenjörsbilologiska sammanhang, är snabbväxande och trivs i soliga lägen och på våta marker.

Sticklingarna sågades ner, kapades i 1,6 m långa bitar (se Figur 11) och transporterades till bullervallen i slutet av april 2014. Bullervallen var då uppbyggd på nytt efter skredet och ytan hade såtts med gräs, se Figur 3. De installerades i 10-12 rader med 1 meters mellanrum mellan raderna och 1 meter mellan sticklingarna. Totalt installerades cirka 470 sticklingar. Installationen utfördes genom att det först "prylades" ett hål med hjälp av ett spett till ca 0,5 m djup och därefter trycktes sticklingen ner med hjälp av en grävmaskinsskopa, se Figur 13. För att sticklingen ska kunna slå rot och växa är det viktigt att sticklingen har kontakt med jorden och att inte det bildas en luftspalt mellan jord och stickling. Därför trampades jorden till runt sticklingen i markytan. Sticklingen trycktes, där så var möjligt, ner så att endast 0,1-0,2 m var kvar ovan marken. Vissa sticklingar gick dock inte att trycka ner så långt och dessa kapades efter installationen så att endast ca 0,2 m stack upp. I den översta delen av bullervallen sattes inga sticklingar på inrådan från Trafikverket. Där var avsikten att någon mer lågväxande art skulle planteras vilket dock aldrig utfördes.



Figur 10. Bullervallen i april 2014. Foto mot öster.



Figur 11. Sticklingar av korgvide.



Figur 12. Grävmaskin som användes för att trycka ner sticklingarna i jorden. Vy mot väster.



Figur 13. Installation av stickling med hjälp av grävmaskinsskopa. Spett för prylning av hål hänger till vänster om personen på bilden.



Figur 14. Installerade sticklingar.

4. Uppföljning av åtgärder - program

I syfte att följa upp den utförda åtgärden utformades ett uppföljningsprogram. Programmet bestod av okulär besiktning några gånger varje år av växter och eventuella jordrörelser samt mätningar av vattenkvot i jorden och insamling av nederbördsdata och temperaturer i närliggande mätstationer. Uppföljningen utfördes med start våren 2014 och avslutades hösten 2015.

I detta kapitel beskrivs hur mätning av vattenkvot och nederbörd utfördes samt hur uppföljning av växtlighet utfördes. Resultatet från mätningarna och analyser av dessa presenteras tillsammans med resultat från nederbördsmätningarna i avsnitt 5.1.

4.1 Vattenkvot

Med vattenkvot avses kvoten mellan den, i en viss materialmängd, ingående mängden vatten och den vattenfria mängden, se Ekvation 1. I vissa sammanhang används beteckningen vattenhalt istället för vattenkvot. Mängden kan uttryckas som massa eller volym. Inom geotekniken används ofta mängden uttryckt i massa och då benämns vattenkvoten som gravimetrisk vattenkvot och betecknas w_g . Då mängden uttrycks som volym kallas vattenkvoten för volymetrisk vattenkvot och betecknas w_v . Volymetrisk och gravimetrisk vattenkvot förhåller sig till varandra enligt Ekvation 2.

$$\text{vattenkvot} = \frac{\text{vatten(mängd)}}{\text{vatten(mängd)} + \text{jord(mängd)}} \quad [\text{Ekvation 1}]$$

$$w_g = \frac{w_v}{\rho - w_v} ; \quad [\text{Ekvation 2}]$$

där w_g = gravimetrisk vattenkvot

w_v = volymetrisk vattenkvot

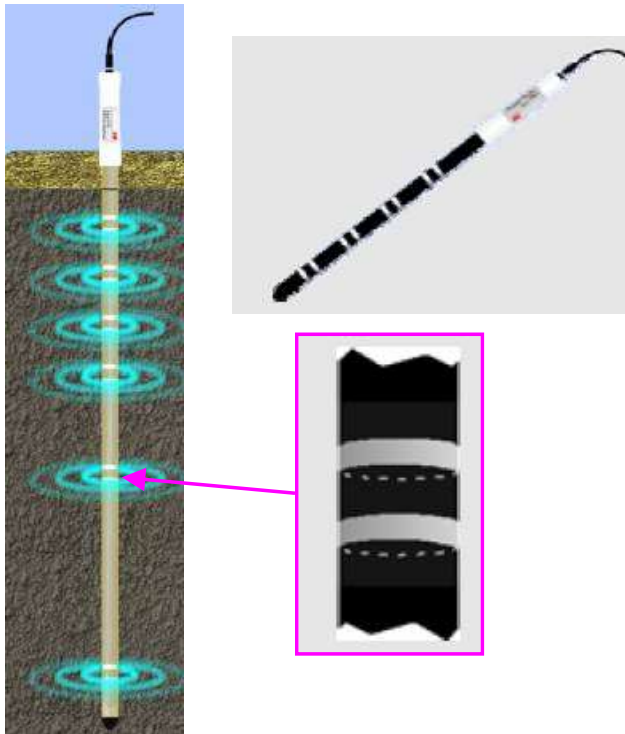
ρ = skydensiteten (kvot massa och volym)

Mätningar av vattenkvoten i jorden utfördes dels för att undersöka vilken mängd vatten som finns tillgänglig för växterna och dels för att eventuellt kunna studera växternas vattensugande förmåga och därmed deras positiva effekt på stabiliteten.

Mätning av vattenkvot har utförts genom upptagning av prover med skruvprovtagare (gravimetrisk vattenkvot) och med två mätprober permanent installerad i jorden. Proberna mäter jordens permitivitet, vilken senare kan räknas om till jordens volymetriska vattenkvot, w_v .

4.1.1 Volymetrisk vattenkvot

Mätproberna av fabrikatet Profile Probe typ PR2 användes. Proben, som är cirka 80 cm lång och har en diameter av 1 tum, installeras i ett tunt armerat glasfiberrör i jorden. På proben finns för varje mätnivå två stålringar och från dessa ringar skickas en elektromagnetisk signal ut med en radie på ca en decimeter, se Figur 15. Med hjälp av denna signal kan jordens permitivitet bestämmas, vilket senare kan räknas om till jordens volymetriska vattenkvot, w_v . För mer information om mätutrustningen se; www.delta-t.co.uk/products.html?product2005092818887 (2007-01-16).



Figur 15. Till vänster principskiss på Profile Probe PR2. Modellen som installerades för mätningar längs väg 201 klarar fyra nivåer samtidigt, modellen till vänster figuren kan registrera sex nivåer samtidigt. Till höger utrustningen som användes i bullervallen.

En mätprob placerades i tredje växtraden från släntkrön i övre delen av yta 2 (högra ytan) och en i tredje växtraden nedifrån den nedre delen av samma yta. De använda proberna mäter på 4 olika djup. Mätarna installerades i september 2014 och mätintervallet sattes till var 3:e timme. De togs upp under vintern och sattes ut igen i mars 2015 och mätningarna fortsatte till mitten av oktober 2015. Logger för avläsning placerades i ett skåp på marken vid mätproberna, Figur 16.

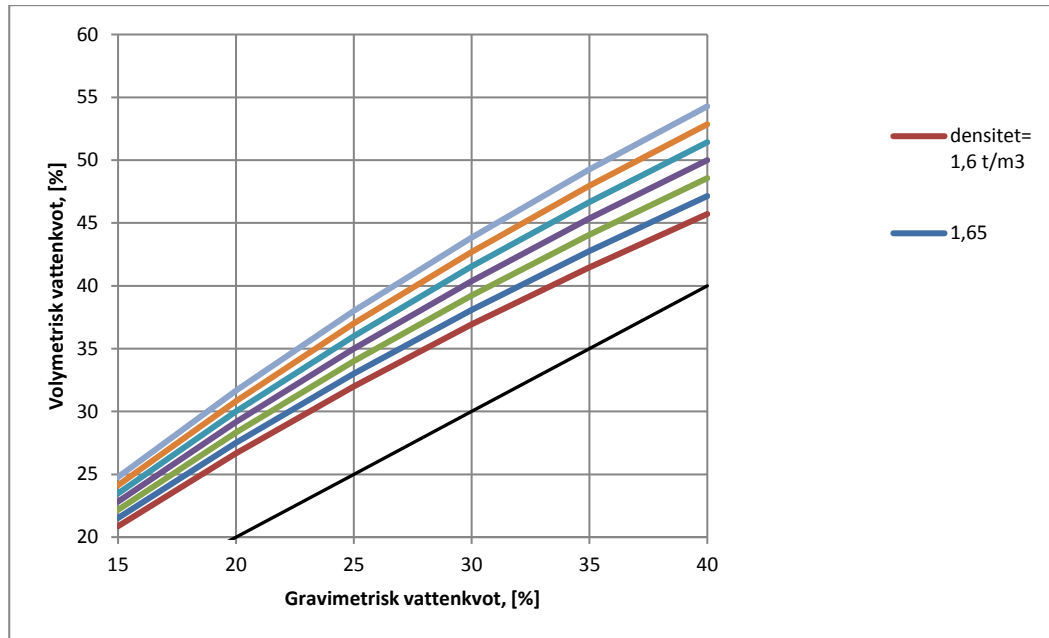


Figur 16. Installerad mätprob i bullervallen, skåp med logger och dator för tömning av mätdata

Då man inom geotekniken oftast använder gravimetrisk vattenkvot men mätningarna med Profile Probe ger volymetrisk vattenkvot fanns önskemål en omräkning enligt Ekvation 3-2. För omräkningen krävs dock kännedom om skrymdensiteten vid aktuell vattenkvot. Då skrymdensiteten inte kan mätas via loggning har mätresultaten valts att presenteras som volymetrisk vattenkvot. Förhållandet mellan de båda vattenkvoterna vid olika skrymdensiteter framgår av Figur 17. Som visas i figuren är den volymetriska

vattenkvoten alltid högre än den gravimetriska (oberoende av skrymdensitet) och skillnaderna mellan kvoterna är större ju högre skrymdensiteten är i jorden.

Skrymdensiteten för jorden i bullervallen har inte bestämts. Jorden består mest av lera och silt varför skrymdensiteten troligen antar värden kring 1,7 t/m³.



Figur 17. Förhållande mellan gravimetrisk och volymetrisk vattenkvot för olika värden på skrymdensiteten. Svart linje visar lika värden på de båda vattenkvoterna.

Det maximala värdet på den volymetriska vattenkvot som inte kan överskridas i jorden, kan uppskattas om antagande görs av skrymdensitet vid vattenmättnad. Med hjälp av Ekvation 3 beräknas den gravimetriska vattenkvoten vid mättnadsgraden, S_r , lika med 100%. För att kunna jämföra detta med uppmätta resultaten räknas den gravimetriska vattenkvoten om till den volymetriska vattenkvoten enligt Ekvation 4.

$$S_r = \frac{w_g \cdot \rho \cdot \rho_s}{\rho_s \cdot (w_g + 1) - \rho} \quad \text{Ekvation 3}$$

där S_r = vattenmättnadsgraden (kvot porvattnets volym och porvolym)

w_g = gravimetrisk vattenkvot

w_v = volymetrisk vattenkvot

ρ = skrymdensiteten (kvot massa och volym)

ρ_s = kompaktdensitet (kvot fasta substansens massa och volym)

$$w_v = \frac{\rho \cdot w_g}{1 + w_g} \quad \text{Ekvation 4}$$

Om skrymdensiteten vid full vattenmättnad antas till värden mellan 1,65 och 1,85 t/m³ och med en antagen kompaktdensitet på 2,65 t/m³ erhålls värden på den maximala vattenkvoten enligt Tabell 1.

Tabell 1. Maximala värden på vattenkvot vid antagande att vattenmättnadsgrad, $S_r = 100\%$, densitet för vatten, $\rho_w = 1,0 \text{ t/m}^3$, kompaktdensitet, $\rho_s = 2,65 \text{ t/m}^3$.

Skrymdensitet, ρ [t/m ³]	Gravimetrisk vattenkvot, w_g [%]	Volymetrisk vattenkvot, w_v [%]
1,65	58	60
1,70	51	57
1,75	45	54
1,80	40	51
1,85	35	48

4.1.2 Gravimetrisk vattenkvot

Jordprover togs upp vid tre tillfällen med skruvprovtagare och jordens naturliga vattenkvot bestämdes genom torkning i ugn. Den på detta sätt bestämda vattenkvot kallas gravimetrisk, då den avser mängden vatten och jord uttryckt i massa. Proverna togs i närheten av de platser där volymetrisk vattenkvot bestämdes. Genom att anta en skrymdensitet för jorden på $1,7 \text{ t/m}^3$ har de gravimetriska vattenkvoterna räknats om till volymetriska. Resultaten, som framgår av Tabell 2, visar på gravimetriska vattenkvoter mellan 19-30 % (med ett undantag). Mätningarna visar att jorden inte är fullt vattenmättad, jämför Tabell 1.

Tabell 2. Bestämning av gravimetrisk vattenkvot på upptagna prover. Värden inom parentes är volymetrisk vattenkvot beräknad från värden på gravimetrisk vattenkvot och antagande av en skrymdensitet på $1,7 \text{ t/m}^3$.

Datum	Vattenkvot övre del gravimetrisk (volymetrisk)		Vattenkvot nedre del gravimetrisk (volymetrisk)	
	Djup 0,25 m	Djup 0,45 m	Djup 0,25 m	Djup 0,45 m
2014-09-26	47 (54)	19 (24)	26 (35)	25 (34)
2015-07-03	23 (32)	22 (31)	27 (36)	25 (34)
2015-10-13	21 (30)	23 (32)	27 (36)	30 (39)

4.2 Nederbörd

Nederbörds­mätningar utförs av SMHI i Söderköping (station 8629), cirka 4 km öster om Evertsholm. Mätningar utförs där en gång per dygn och mätningarna startade 1961. Nederbörd som uppmätts under 2014 och 2015 finns presenterade i Bilaga 4. Resultaten analyseras tillsammans med resultaten från mätningar av vattenkvoter i avsnitt 5.1.

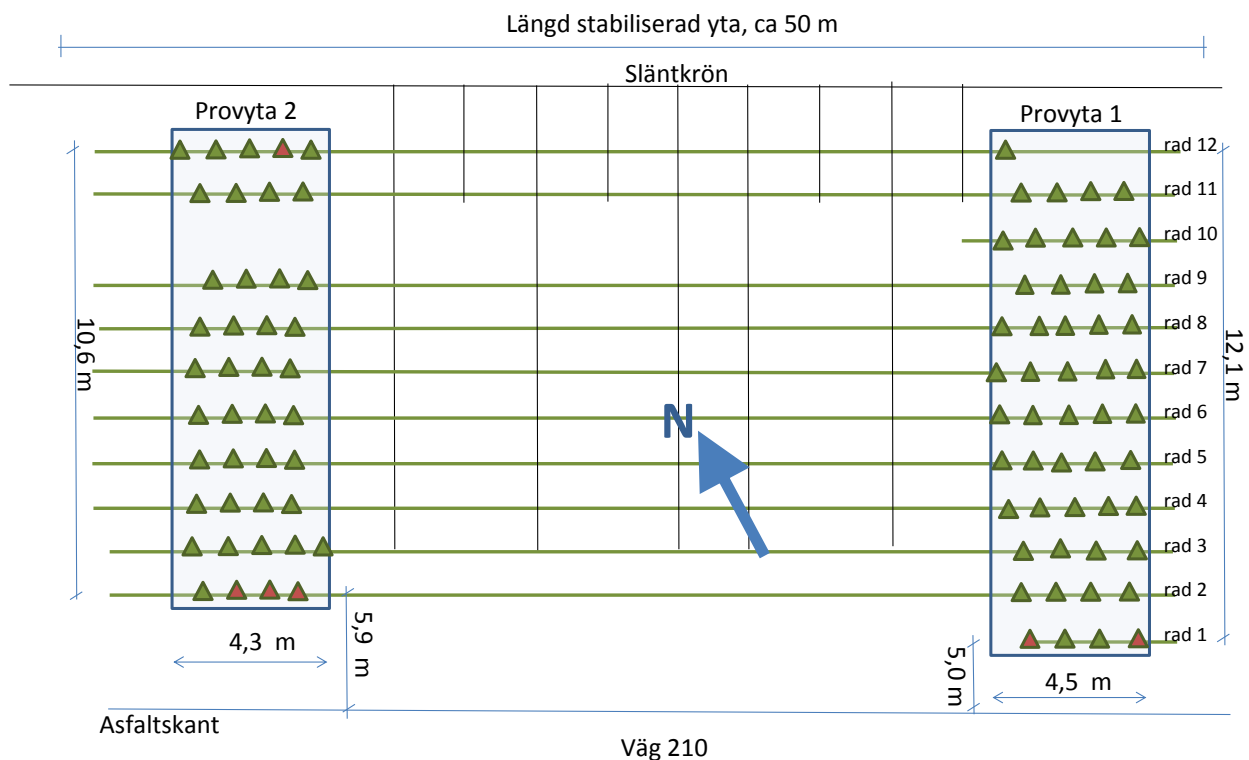
4.3 Temperatur

Temperaturmätningar utförs av SMHI i Norrköping cirka 13 km nordväst om Evertsholm. Maximala temperaturer under 2014 och 2015 finns presenterade i Bilaga 4. Resultaten analyseras tillsammans med resultaten från nederbörds­mätningar och mätningar av vattenkvoter i avsnitt 5.1.

4.4 Växtlighet

Växternas utveckling följdes upp genom att kontrollera hur många som levde, hur många skott de utvecklade och hur skotten växte under åren. Dessutom studerades rottillväxt genom att några sticklingar drogs ut under hösten 2015.

För att underlätta uppföljningen av sticklingarna märktes två provytor ut, yta 1 och yta 2, med en bredd av cirka 4,5 m och en längd av drygt 12 m. Dessa placerades i östra respektive västra delen av bullervallen, se Figur 18. Provytorna omfattade samtliga växtrader (12 stycken) och mellan 4 och 5 sticklingar på varje rad, förutom i övre raden av provyta 1 där endast en stickling etablerats.



Figur 18. Provytorna 1 och 2 inom bullervallen. Triangel avser en stickling; grön stickling har slagits ner till fullt djup medan röd stickling inte kunnat slås ner till fullt djup.

5. Uppföljning av åtgärder - resultat

5.1 Nederbörd, temperatur och vattenkvot

Resultat från mätningar av nederbörd i SMHI:s station i Söderköping finns presenterade i Bilaga 4a (2014) och 4b (2015). I stationen uppmäts nederbörd en gång per dygn, vilket innebär att intensitet per timme inte kan studeras. I Bilagorna redovisas nederbörden som ackumulerad månadsnederbörd. Detta innebär att nederbörd som registrerats under ett dygn markeras i diagrammet för just det dygnet men den framgår som summerad till den nederbörden som fallit tidigare under månaden. Normalvärden¹ för samma station framgår av Tabell 3. Av tabellen framgår att normalnederbörden är som högst i juli med 74,8 mm och som lägst i februari med 31,7 mm. Årsnederbörden för stationen är 594,2 mm.

Tabell 3. Normalnederbörd¹ (medelvärden 1961-1990) och nederbörd under 2014 och 2015 uppmätt i station Söderköping, källa: www.smhi.se

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dec
Normal	44,4	31,7	33,1	37,7	39,6	52,4	74,8	63,1	63,3	49,1	55,6	49,3
2014	67,0	43,3	41,7	26,0	44,7	59,4	11,1	69,7	57,4	67,9	47,4	42,2
2015	57,6	31,3	43,7	12,9	86,7	84,7	111,6	15,9	72,5	1,3	51,7	

Under 2014 var augusti den månad med störst nederbördsmängd; 69,7 mm. I april, maj och juni var nederbördsmängderna kring de normala medan juli var torr och då föll endast 11,1 mm jämfört med normalvärdet 74,8 mm. Under hösten var nederbördsmängderna kring de normala förutom oktober som var nederbördsrik med 67,9 mm jämfört med normalvärdet 49,1 mm. Under 2014 översteg dygnsnederbörden aldrig 20 mm dock var det 6 dagar med nederbördsmängder över 15 mm. Av dessa inträffade 3 på våren under perioden 2014-05-07 till 2014-06-27 och de övriga tre på hösten under perioden 2014-10-07 till 2014-11-05.

2015 avvek nederbörden under många månader de normala och båda större och mindre mängder än normalt uppmättes. Juli den månad med störst nederbördsmängd; 111,6 mm. Även maj, juni och september var nederbördsrika medan däremot april, augusti och oktober var nederbördsfattiga. I augusti kom endast 15,9 mm jämfört med normalvärdet 63,1 och i oktober endast 1,3 mm jämfört med normalvärdet 49,1 mm. Under 2015 översteg dygnsnederbörden 20 mm vid fyra tillfällen och vid ytterligare två tillfällen 15 mm. Alla dessa tillfällen inträffade under perioden 2015-05-01 till 2015-07-30.

I samma diagram (Bilaga 4) presenteras även maximala dygnstemperaturer från SMHI:s station i Norrköping. Det framgår att temperaturen under våren, sommaren och hösten 2014 var förhållandevis höga jämfört med 2015. Undantaget är augusti som var varmare 2015 än 2014. Temperaturer över 25 grader uppmättes under 2014 i maj, juni, juli och augusti medan det under 2015 endast uppmättes vid några enstaka tillfällen i juni och början av juli.

¹ Med normalvärden menas oftast medelvärden för en specifik period. SMHI använder nu perioden 1961-1990 som normalperiod för statistiska analyser av klimatparametrar.

Resultat från mätningar av vattenkvoter under perioderna 2014-09-26 till 2014-12-03 och 2015-03-10 till 2015-10-13 presenteras i Bilaga 5. Resultaten presenteras årsvis och separat för den övre respektive den nedre placerade mätaren. Uppmätta nederbörds mängder presenteras i samma diagram. Eftersom vattenkvoterna inte uppmätts mer än i två månader under 2014 är det inte så lätt att jämföra resultaten mellan åren.

Mätningarna visar att vattenkvoterna generellt är lägre i den övre ytan jämfört med i den nedre. I den övre ytan ligger vattenkvoten i huvudsak mellan 2-10 % på 20-40 cm djup medan vattenkvoten på 10 cm djup varierar mellan 6-35 %. Värdena på 10 cm djup varierar också betydligt mer än för de övriga nivåerna. Detta skulle kunna uppstå om jorden inte sluter tätt kring mätprobens övre del så att regn- och ytvatten rinner ner längs proben men det kunde inte ses i fält. I den nedre ytan varierar vattenkvoterna i huvudsak mellan 10-30 %. Dock har värden mellan 50-60 % uppmätts kortvarigt. Mätningarna visar vidare att vattenkvoterna under 2014 och 2015 är relativt lika, dock har betydligt större variationer uppmätts under 2015 än under 2014. Detta beror på större nederbörds mängder under mätperioderna 2015 jämfört med de under 2014.

Under oktober 2014 kom totalt 68 mm och under november 47 mm. Under tre dygn kom mer än 15 mm. Vattenkvoterna i den nedre ytan ökar vid varje större nederbörds mängd men återgår ganska snabbt igen till värden liknande de före nederbörden. I den övre ytan syns liknande förändringar dock betydligt mindre. Undantaget är vattenkvoten på 10 cm djup i övre ytan som ökar mest under perioden med en ökning från knappt 10 % till drygt 30 %. Man skulle kanske kunnat tro att mätaren på 10 cm djup inte fungerade men den visade samma tendenser med stora variationer under 2015, se nedan.

I samband med stora dygnsnederbörder under våren 2015 ökar vattenkvoterna i den nedre ytan markant för att direkt minska igen. I slutet av mars ökar vattenkvoterna på samtliga nivåer i den nedre ytan med mer än 100 % (från mellan 18-22 % till 40-56%). De återgår till nästan samma värden efter mellan någon timme till två dygn. Samma mönster syns för två nivåer (10 och 40 cm) i den nedre ytan under samma period. Inledning av april är nederbördsfattig och samtliga mätare i nedre ytan sjunker (värden för övre ytan saknas under denna period). Första maj kommer 20,5 mm regn men endast mätaren på 10 cm svarar direkt med en stor förändring. Övriga svarar endast med små förändringar medan de reagerar med större förändringar efter ytterligare ett regn 6 maj. Detta kan tänkas bero på att jorden i markytan (och på djupet 10 cm) var uttorkad och att det därför krävdes mer regn för att mätta jorden innan vattenkvoterna på lägre liggande nivåer påverkades. Därefter kommer ytterligare 40 mm regn utspritt under månaden men mätarna visar endast små förändringar vid dess tillfällen och totalt sett sjunker de fram till början av juni. Under juni och juli kommer stora mängder nederbörd och mätarna svänger fram och tillbaka i takt med nederbördens variationer både i över och nedre ytan. I slutet av juli är vattenkvoterna mellan 2-8 % högre än i början av maj. I augusti kommer endast 16 mm nederbörd och samtliga mätare i nedre ytan sjunker med mellan 6-13%. Noterbart är att sänkning av vattenkvoterna i augusti är större än sänkningen i maj trots att det kom ungefär lika lite regn i dessa månader. Anledningen till detta är troligen att temperaturen är högre i augusti än i maj och därmed även avdunstningen. Temperaturen i maj 2015 var generellt lägre än normalt medan augusti inleddes med temperaturer över normala och avslutades något lägre än normala (källa www.smhi.se). I början av september faller det 19,4 mm nederbörd och vattenkvoterna återgår till värden mellan 18-28 %. Mätarna på samtliga djup i båda ytorna visar värden under september liknande de som mätts under hösten 2014.

Under våren 2015 och augusti 2015 saknas värden vid många tillfällen för mätarna i den övre ytan. En förklaring är troligen att vattenkvoterna har varit mycket låga men det kan även finnas andra, av oss inte fastställda, anledningar.

Närmaste nederbördsstation där värden lagras varje timme är belägen i Norrköping, cirka 13 km nordväst om bullervallen. I stationen i Norrköping uppmättes timvärden på över 5 mm/h vid 9 tillfällen under 2014 och vid totalt 4 tillfällen under 2015. Högsta uppmätta timvärde under 2014 och 2015 var 10,8 mm/h den 27 juni 2014. SMHIs definition av skyfall är minst 50 mm på en timme eller minst 1 mm på en minut, vilket alltså innebär att inga skyfall uppmättes under 2014 och 2015 i Norrköping.

5.1.1 Växtlighet

Uppföljning av växtligheten gjordes vid två tillfällen både under 2014 och 2015. Sticklingarna hade installerats i totalt 12 rader parallellt med vägen, se Figur 18. Raderna numrerades så att raden närmast vägen fick nummer 1.

I raderna 2-9, 11 och 12 hade mellan 42 och 48 sticklingar etablerats i varje rad. I rad 1 hade endast 6 sticklingar etablerats i den östra delen eftersom jorden i området var här för hård för att kunna trycka ner sticklingarna. I rad 10 hade endast 9 sticklingar etablerats i den östra delen och troligen var de några extra sticklingar som installerats där.

Nedan följer beskrivning av det som noterades vid okulärbesiktning vid två tillfällen 2014 och vid tre tillfällen 2015.

5.1.2 Okulär besiktning 2014-06-19

Följande kunde noteras vid inspektionen av sticklingarna i juni 2015, ungefär två månader efter etableringen:

- Alla sticklingarna hade skjutit skott som grönskat, se Figur 19. De flesta skotten var mellan 3 och 5 dm långa. Det fanns dock några med skott kortare än 1 dm, se Figur 20.
- Störst tillväxt hade skotten i den nedre delen av slänten (raderna 1-7).
- Några sticklingar i raderna 1 och 2 hade inte slagits ner till fullt djup och stod upp flera decimeter över marken, se Figur 21. Dessa hade grönskat i huvudsak längs övre delen av sticklingen. Dessa sågades av till 1 dm höjd, se Figur 22. Tre stycken lämnades dock kvar i sin fylla längd i syfte att studera hur dessa kommer att växa vidare.
- I den övre delen av slänten (raderna 11 och 12) var marken torr och torrsprickor hade uppstått, även kring sticklingarna vilka därför inte hade full anliggnings mot jorden vid markytan, se Figur 23. I detta område hade ny jord lagts ut i samband med restaureringen varför ännu inget gräs eller örter hade hunnit etablerats, se Figur 24, vilket bidrog till att markytan kunnat torka upp.
- I den nedre delen av slänten hade gräsväxten god täckning, se Figur 25.



Figur 19. Stickling som grönskat fint.



Figur 20. Stickling med dålig tillväxt (övre, västra delen av bullervallen).



Figur 21. Stickling i rad 1 inom provyta 2. Den har inte kunnat slås ner mer än någon decimeter.



Figur 22. Stickling som sågades av vid inspektionen inom provyta 1 (rad 2).



Figur 23. Torrsprickor kring stickling i den övre, västra delen av slänten (rad 11 och 12). Torkan har gett dålig anliggning mellan jord och sticklingen.



Figur 24. Bullervallens övre del där inget gräs har såtts. Vy mot väster.



Figur 25. Bullervallens västra del sedd nerifrån vägen. Stakkäppar markerar provyta 2. Observera skillnaden mellan övre och nedre delen av vallen avseende grästäckning.

5.1.3 Okulär besiktning 2014-08-01

Vid uppföljningen i augusti 2014 hade sticklingarnas skott vuxit och många var nu kring 1 m långa, se Figur 26. Samtliga sticklingar levde fortfarande, trots små nederbörds mängder i augusti, endast 11 mm. Ingen tendens till erosion eller glidning syntes i vallen.



Figur 26. Bullervallen i augusti 2014. Skottens längd var för många sticklingar ca 1 m.

5.1.4 Okulär besiktning 2015-03-10

Vid inspektionen den 10 mars 2015 noterades följande:

- De flesta sticklingarna hade överlevt vintern och blommade med fina hängen. Korgvide blommar på bar kvist, alltså före bladsprickningen.
- I nedre delen av slänten kring provyta 2 hade cirka 10 sticklingar dött eller aldrig grönskat.
- På varje stickling hade det under året innan (2014) på varje stickling slagit mellan 3 och 10 skott med längder mellan 2 dm till 2 m, se Figur 27 och Figur 28.
- På flera av de långa sticklingar som inte sågats ner året före fanns flera levande skott.
- Samtliga skott klipptes ner till mellan 3 och 5 dm i syfte att få dem att slå fler skott och därmed erhålla en buskvegetation, se Figur 29.
- Ingen erosion eller rörelse syntes i slänten.
- En hel del höga ogräs som vissnat fanns i övre högra delen av området. Det bedömdes dock inte som om dessa kunde kväva sticklingarna även om sticklingarna klipptes ner.
- Vattenkvoten, var enligt mätarna, mellan 5 och 30 %.



Figur 27. Bullervallen i mars 2015 före det att korgvidena klipptes ner.



Figur 28. Nästan två meter långa sticklingar i mars 2015.



Figur 29. Totalt 6 stycken skott på stickling. Skotten klipptes ner i början av mars 2015 till cirka 3 dm längder.

5.1.5 Okulär besiktning 2015-05-26

I slutet av maj 2015, då korgviden hade grönskat, gjordes en noggrann inventering i området. Överlag såg det mycket bra ut med en fin grässvål och god tillväxt på sticklingarna, se Figur 30 och Figur 31. Följande konstaterades:

- Av total 468 etablerade sticklingar levde 442 stycken, det vill säga knappt 6% hade dött, vilket måste betecknas som en mycket god överlevnadsgrad.
- I provyta 1 var det 3 av totalt 52 sticklingar som hade dött.
- I provyta 2 var det 10 av totalt 42 sticklingar som hade dött.
- Under april kom endast 13 mm regn (jämfört med normalnederbörden 38 mm) och trots det hade endast några korgviden dött.
- Sticklingarnas skott hade i mars 2015 klippts ner till längder varierade mellan 3 och 5 dm. På varje klippt del hade det vuxit ut 2-4 nya skott, se Figur 32. De nya skotten varierade i längd och de var som längst drygt 8 dm. I västra delen, kring provyta 2, fanns dock sticklingar med skott som var endast 2 dm.
- De flest av de sticklingar som inte kunnat slås ner till fullt djup var döda. Det gällde även de flesta av dem som senare sågades av. I Figur 33 syns dock en stickling som levde trots att den inte hade slagits ner till fullt djup och inte heller sågats av.
- I övre östra halvan av slänten var det en hög och kraftig gräsväxt. Gräset var lika högt som sticklingarna, se Figur 31.
- I övre delen av bullervallen såg det torrt ut och gräsväxten var sämre, se Figur 34, trots att det hade regnat 70 mm i maj fram till den 21:e. Dock kom inget regn mellan den 21 och 26 maj.
- Väster om provyta 2 var grästillväxten dålig, sticklingarna såg torra och lite magra ut och en del sticklingar var döda, se Figur 35, trots att de regnat mycket.



Figur 30. Bullervallen i slutet av maj 2015. God tillväxt av korgvide och gräs.



Figur 31. Cirka 8 dm höga korgviden och gräs i vallens östra del.



Figur 32. Flera nya skott på stickling som klipptes 2 månader tidigare.



Figur 33. Grönskade skott på stickling som inte kapats av.



Figur 34. Bullervallens krön. Torrt men en del gräs har ändå självtablerats.



Figur 35. Bullervallens västra del. Betydligt torrare och sämre tillväxt på både gräs och korgviden.

5.1.6 Okulär besiktning 2015-10-14

I mitten av oktober 2015 gjordes en inventering av bullervallen. Dessutom utfördes utdragning av ett antal sticklingar för att studera rottillväxt, se avsnitt 5.1.7. Vid inspektionen konstaterades att korgviden hade i vissa delar av vallen vuxit mycket under säsongen, upp till 3-4 meter, och det en där som en snårskog. Dessutom konstaterades följande:

- Både gräs, örter och korgviden hade vuxit mycket under året, framförallt i den östra delen av vallen, se Figur 36. Vallens östra del sedd från diket i oktober 2015 (vy mot väster).
- Störst längd (3,5-4 meter) hade korgviden i den övre, östra delen av vallen, se Figur 37. Kortast längd (1,5-2 meter) hade de i den nedre västra delen, se Figur 39.
- Några av de sticklingar som inte kunnat slås ner och sedan inte sågats av levde fortfarande och hade skott med upp till 1 meters längd, se Figur 38.
- I vallens övre del där inget gräs hade såtts, hade mycket ogräs vuxit upp, se Figur 40.
- Det gräs som tidigare såtts hade vuxit ytterligare och utgjorde nu en tät grässvål, se Figur 41.



Figur 36. Vallens östra del sedd från diket i oktober 2015 (vy mot väster).



Figur 37. Korgviden i vallens övre, östra del med längder upp till 3,5 meter.



Figur 38. Stickling av korgvide som inte sågats av. Skotten har en längd av cirka 0,5 meter.



Figur 39. Vallens östra del. Korgviden med längder närmast kamera på 1,5 till 2 m. Vy mot öster.



Figur 40. Vallens krön i dess östra del. Korgviden med längder mellan 2 och 3,5 meter. Tät vegetation av gräs och örter. Vy mot öster.



Figur 41. Vallens centrala del i oktober 2015. Tät gräsvegetation. Vy mot väster.

5.1.7 Provdragning av sticklingar 2015-10-14

I oktober 2015 utfördes provdragning av 7 sticklingar i syfte att studera rottillväxt sedan installationen i april 2014 (två växtsäsonger). Tanken var även att mäta utdragskraften men det krävdes större kraft att dra ut dem än vad mätutrustningen klarade (> 2kN).

Sticklingarna drogs ut genom att ett kraftigt band snörades åt runt sticklingen och detta fästes i en grävmaskin, se Figur 43. Samtliga sticklingar som drogs ut växte i den översta växtraden, se Figur 18. På de utdragna sticklingarna mättes sticklingens längd över och under mark, sticklingens tjocklek i övre och nedre ändan, antal skott, längd på kortaste och längsta skott och antal rötter. Resultaten återfinns i Tabell 4 och i Figur 42 visas alla utdragna sticklingar. Sticklingarna var mellan 1 och 1,85 m långa och deras tjocklek varierade i den grövre ändan mellan 35 och 52 mm. De hade i genomsnitt slagit 5 skott som var mellan 55 och 354 cm långa. Alla sticklingarna hade slagit rötter längs hela sin längd, se Figur 44, och i mellan 20 och 40 rötter på meter stickling. De flesta rötter var tunna, några mm, men det fanns även tjockare (kring en cm) på tre sticklingar se Figur 45. De kraftiga rötterna var utbildade längs den översta metern. På ställen där barken hade skadats vid installationen fanns inga rötter, se Figur 46.

Tabell 4. Utdragna sticklingars längd och rötter.

Stickling Nr enligt figur nedan	Total längd (cm)	Stickling, längd över mark (cm)	Skotten s längd (cm)	Antal skott	Stickling, tjocklek (mm) botten- topp	Rötter, Antal och (antal/m)
1 (vänster om provyta 1)	185	15	50-120	3	35-40	50 (29)
2 (vänster om provyta 1)	164	24	37-137	7	37-48	44 (31)
3 (i provyta 2)	172	18	50-310	6	40	42 (27))
4 (i provyta 2)	112	11	130-320	4	40	21 (21)
5 (vänster om provyta 2)	119	15	118-354	5	40	48 (46)
6 (vänster om provyta 2)	101	16	70-336	5	35-43	35 (41)
7 (höger om provyta 2)	175	114	91-205	4	40-52	98 (161)



Figur 42. Utdragna sticklingar (numrering samma som i Tabell 4).



Figur 43. Utdragning av stickling.



Figur 44. Tunna rötter längs stickling (observera att de har slitits av under utdragningen).



Figur 45. Kraftiga rötter på stickling nummer 6.



Figur 46. Avsaknad av rötter längs del där barken skadats under installationen (till vänster)

5.2 Erosion och jordrörelser

Syftet med utfört åtgärdsprogram var att förhindra nya skred och ny erosion i bullervallen. Under de två år som denna studie utförts har det inte skett vare sig något skred eller någon erosion.

I vissa områden i bullervallen är det torrt och på en del ställen har torrsprickor uppstått i marken. Det gäller framförallt kring växtraderna 1 och 2 (se Figur 18), i vallens västra del och längs dess krön. Korgviden och gräs har inom dessa delar inte vuxit lika mycket som i andra delar av vallen och några sticklingar dog under första året. Trots lite sämre tillväxt och att en del växter dött så finns inga stora kala ytor två växtsäsonger efter vallen reparerades.

Under 2014 regnade det mindre än normalt under april, juni, juli, november och december. Vid sex tillfällen kom det dygnsnederbörder större än 15 mm men dessa ledde inte till någon erosion eller utglidning i bullervallen. Under 2015 regnade det mer än normalt i maj, juni och juli och under dessa månader var det sex tillfällen med dygnsnederbörder större än 15 mm och vid fyra av dessa var mängderna över 20 mm. Inte heller dessa nederbördsmängder utlöste några rörelser i bullervallen. Uppgifter om nederbörden är hämtade från SMHI:s nederbördsstation i Söderköping som endast avläses en gång per dygn varför inga uppgifter om intensiva, kortvarig nederbördstillfällen kan studeras. Närmaste station där avläsning görs en gång i timme är belägen i Norrköping. Mätningar utförda där under 2014 och 2015 visar att högsta timvärdet var 10,8 mm/h och att därför inga skyfall inträffade under perioden.

7. Slutsatser

Installationen av sticklingar i bullervallen fungerade i det stora hela mycket bra. De allra flesta gick att med grävmaskin trycka ner i marken. Endast i nedre delen av vallen, där det var torrt och hårt i ytan, fungerade det inte att trycka ner dem. Överlevnadsgraden för sticklingarna var 100 % under första året och efter andra året levde 94%. Väderförhållandena under sticklingarnas etablering och första år var problematiska med små nederbördsmängder under våren och försommaren och relativt höga temperaturer under våren, sommar och hösten 2014. Trots detta överlevde samtliga sticklingarna det första året.

Korgvide används inom energiskogsproduktion bland annat eftersom de tillväxer snabbt med årsskott som kan bli 1 till 2 meter långa. Även i bullervallen var tillväxten kraftig. Ett busklikat utseende eftersträvades och därför klipptes samtliga plantor ner på våren året efter etableringen. De flesta plantor sköt då flera nya skott men de flesta av dessa sköt i höjden rejält och den eftersträvade buskvegetationen uteblev. Istället blev det långa, smala och upp till 3 meter höga skott. Troligen kommer det att krävas att planteringen klipps ner årligen för att förhindra att sticklingarna blir alltför höga. Torrsprickor uppstod i marken på flera ställen under det första året. Tillväxten och bildandet av nya skott på sticklingarna var i dess områden sämre jämfört med i de andra delarna. Gräs själveterades dock även i dessa områden under 2015 då nederbörden var högre.

Syftet med etableringen av korgviden var att förhindra skred och erosion i bullervallen. Avsikten var att vegetationen skulle skydda marken mot erosion från regndroppar och ytavrinning, med sina rötter binda ihop jordlagren och därmed skydda mot erosion och skred men även att den skulle sänka vattenkvoten och grundvattenstrycken i jorden. Under de två år som vallen studerats har ingen erosion skett. Någon djupare utglidning har inte heller kunnat konstateras, dock har ingen inmätning av vallen utförts. Vegetationen har med sina rötter och biomassa skyddat markytan och de ytliga jordlagren från rörelser.

Vid sex tillfällen under 2014 kom det dygnsnederbörder större än 15 mm men dessa ledde inte till någon erosion eller utglidning i bullervallen. Under 2015 regnade det mer än normalt i maj, juni och juli och under dessa månader var det sex tillfällen med dygnsnederbörder större än 15 mm och vid fyra av dessa var mängderna över 20 mm. Inte heller dessa nederbördsmängder utlöste några rörelser i bullervallen. Dock kom inga skyfall under de studerade åren.

Samtliga utdragna sticklingar hade slagit rötter längs de delar av sticklingen vars bark inte hade skadats under neddrivningen. I genomsnitt hade 20–40 rötter bildats per meter stickling. Det hade bildats både tunna och kraftiga rötter. De kraftiga rötterna fanns längs sticklingens översta del. Rötternas längd har inte kunnat fastställas eftersom de slets av vid utdragningen.

Förändringar på jordens vattenkvot på grund av växterna är svårt att bedöma eftersom mätningar av vattenkvot endast har gjorts under två säsonger. Under 2015 kom betydligt mer nederbörd än under 2014 varför vattenkvoterna borde vara högre 2015 men ungefär samma värden uppmättes under hösten 2014 som under 2015. Om detta berodde på att växterna har sugit upp överskottet från nederbörden eller om det finns någon annan förklaring kan inte säkert sägas.

Bullervallen byggdes upp av lermassor med olika vattenkvoter. De blötaste massorna placerades underst medan de torrare massorna i huvudsak placerades närmast markytan och i vallens övre delar. Vattenkvotmätningarna, som utfördes ner till som djupast 40 cm djup visade i den nedre ytan högre vattenkvot för den djupaste givaren jämfört med de ytligare givarna medan de högsta vattenkvoterna i den övre ytan uppmättes för den ytligaste mätaren. Mätproberna registrera bara effekter ner till ca 0,5 meters djup så det är vanskligt att uttala sig vad som hänt i jorden ned till sticklingarnas nedre ände när

det gäller eventuell förändring av jordens vatteninnehåll. Angående vattenkvoterna kan sammanfattningsvis sägas att:

- vattenkvoterna var högre i den nedre delen av vallen än i den övre vilket skulle kunna förklaras av att mätarna här sitter närmare den naturliga jorden och därmed grundvattenytan. Dessutom användes vid uppbyggnaden av vallen torrare massor på toppen.
- vattenkvoterna reagerade mer på nederbörd i nedre ytan än i den övre ytan vilket skulle kunna förklaras av att den övre ytan oftare torkar ut och vid sådana tillfällen tar det tid innan jorden kan suga upp vatten från nederbörd.
- för det ytligaste djupet i den övre ytan varierar vattenkvoterna mer på nederbörd än de övriga nivåerna i denna yta vilket skulle kunna förklaras av att de ytligaste djupen ofta torkar ut och vid sådana tillfällen tar det tid före jorden på djupare nivåer kan suga upp vatten.
- är för samtliga djup under hösten 2015 ungefär på samma nivåer som de uppmätta under hösten 2014.

8. Kostnader för utförandet

Arbetet utfördes under april 2014 och omfattade både förstärkning av bullervallen med sticklingar samt återställande av bullervallens geometri efter inträffade skred. Totalt uppgick kostnaden (exklusive moms) till 83 406 kr inkl TMA-skydd på vägen vid utförandet. Detta medför att förstärkningen kostade cirka 140 kr/m² (ytan var ca 50x12 m²) eller 177 kr/stickling (ca 470 stycken).

Av den totala kostnaden uppgick etableringen av sticklingar (cirka 470 stycken) till cirka 28 000 kr och kostnaden för inköp av sticklingarna uppgick till 2 kr/st. Arbetet tog cirka 3 dagar att utföra. Resterande kostnader utgjordes av inköp, transport och mottagning av jordmassor samt återställning av vallen till ursprunglig geometri.

9. Skötselplan

För att sticklingarna ska fortsätta att skydda bullervallen mot erosion och skred krävs att de hålls i buskform. Den art av vide som använts i bullervallen, korgvide, växer naturlig upp till ett rikt förgrenade, litet träd (upp till 5 m högt). De tillväxer snabbt och årsskotten kan bli 1 till 2 meter långa. Därför behöver de klippas ner med cirka 2-3 års mellanrum. De klipps lämpligen ner cirka 2-3 dm över markytan för att gynna tillväxten av nya skott.

Trafikverket kommer upprätta en skötselplan som inarbetas i ordinarie driftverksamhet.

10. Referenser

- Andersson, M och Lundström, K (2008). Växter som skydd mot erosion och ytliga ras i branta jordslänter. Demonstrationsförsök i Bispgården och Bydalen. Varia 593. Statens geotekniska institut. Linköping.
- Lundström, K och Ruin, M (2016). Erfarenhetsrapport förstärkningsåtgärder, väg 975 Näsåker. Trafikverket.
- Schiechl, HM, Stern, R (1996). Ground bioengineering techniques for slope protection and erosion control. Blackwell Science, London.
- Rankka, K (2002). Slå rot - och väx upp eller vegetation som förstärkningsmetod. Litteraturstudie. Räddningsverket FoU-rapport. Karlstad.
- Florineth, F (2004). Pflanzen statt Beton. Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik. Patzer Verlag, Berlin.

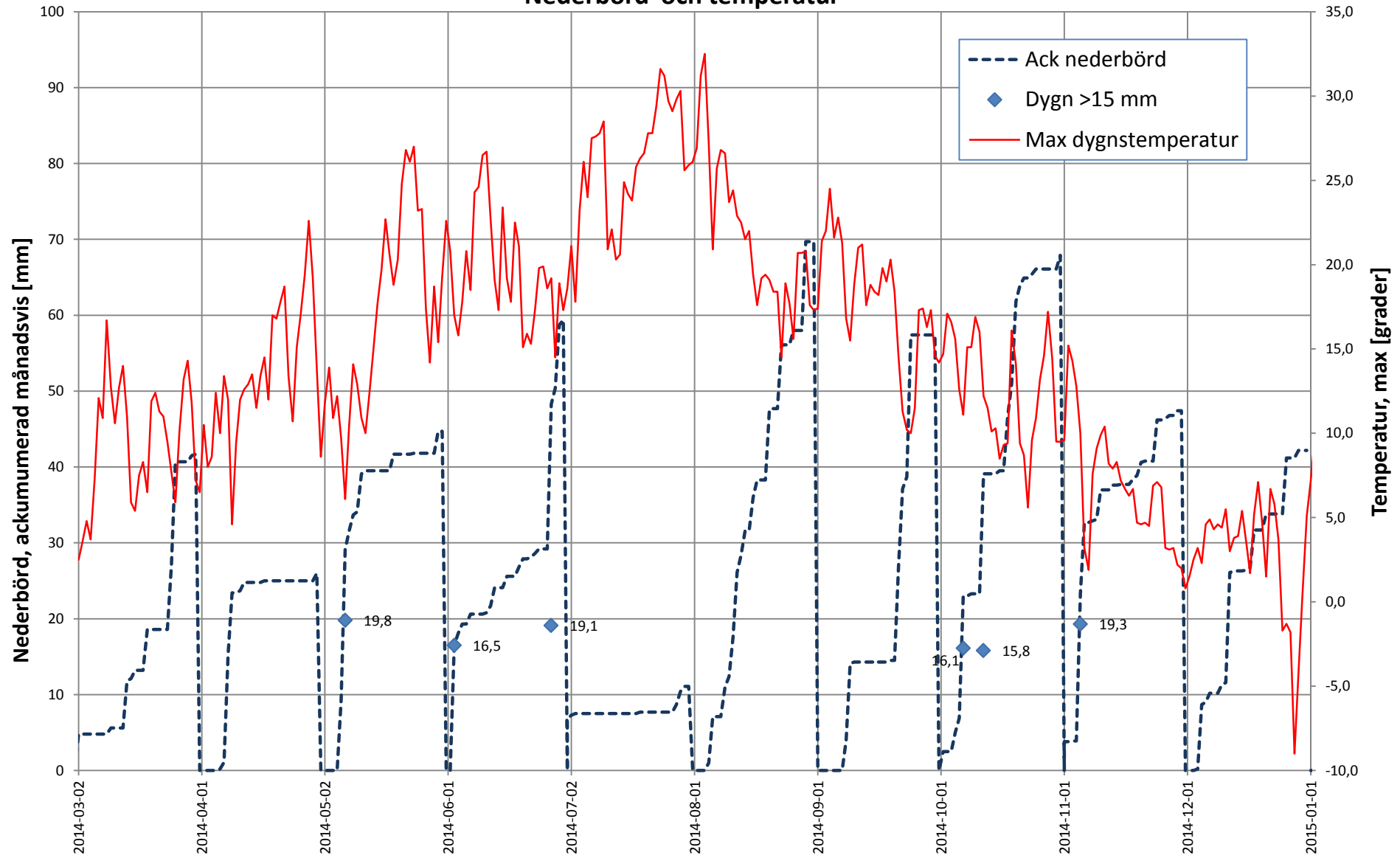


Trafikverket, Brigadgatan 12, 587 58 Linköping

Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 0243- 750 90

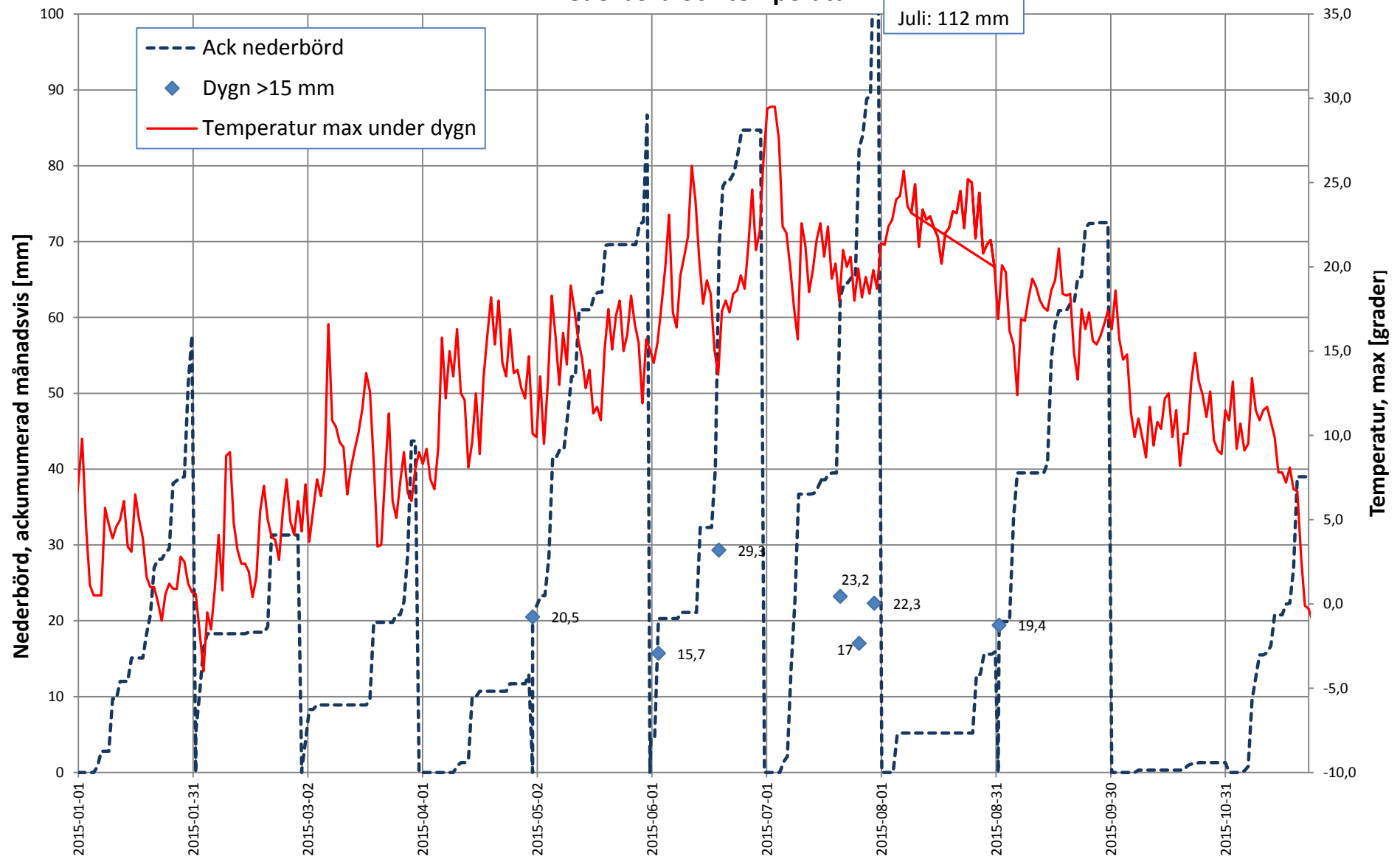
SMHI station Söderköping 2014

Nederbörd och temperatur

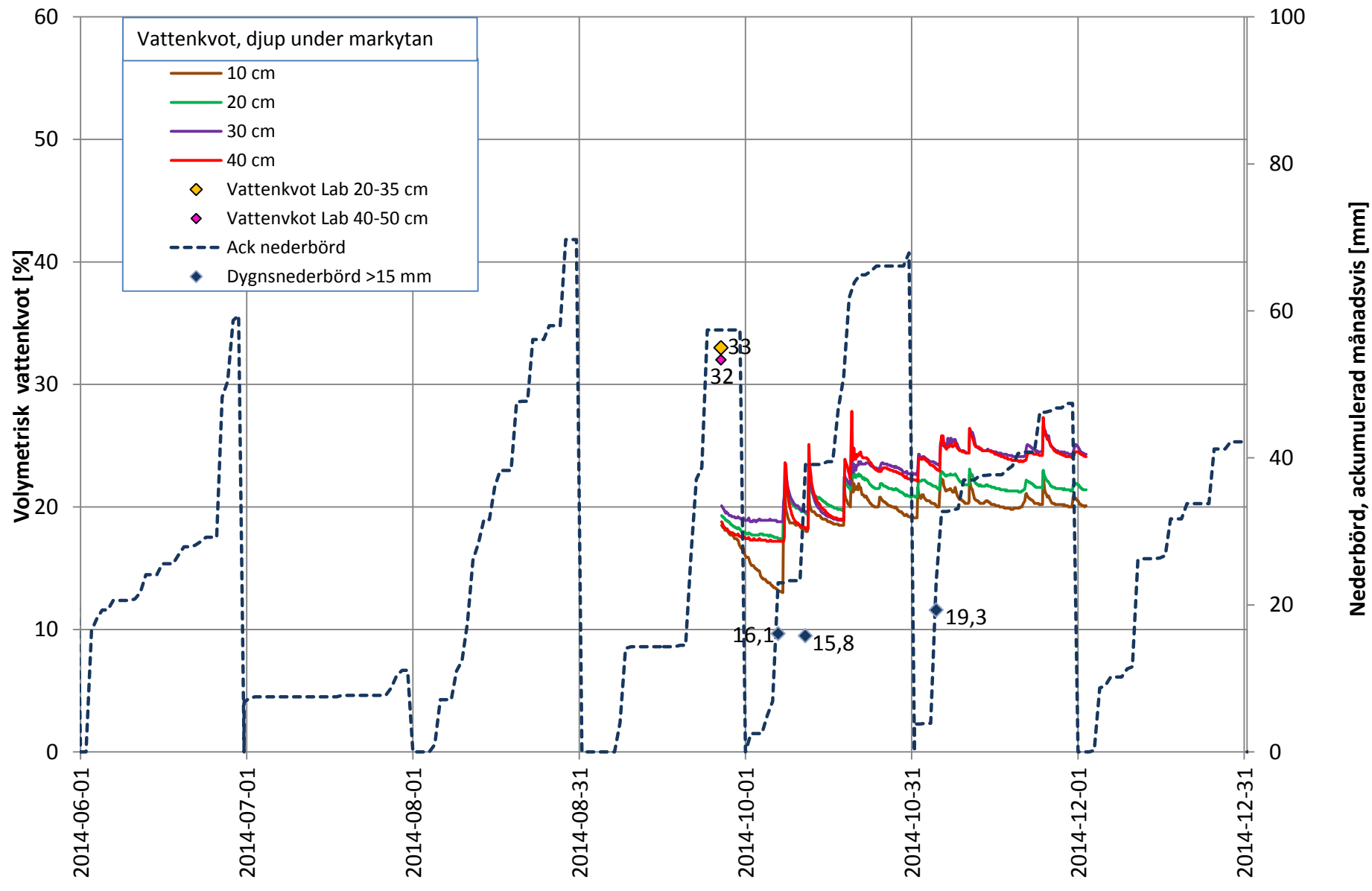


SMHI station Söderköping 2015

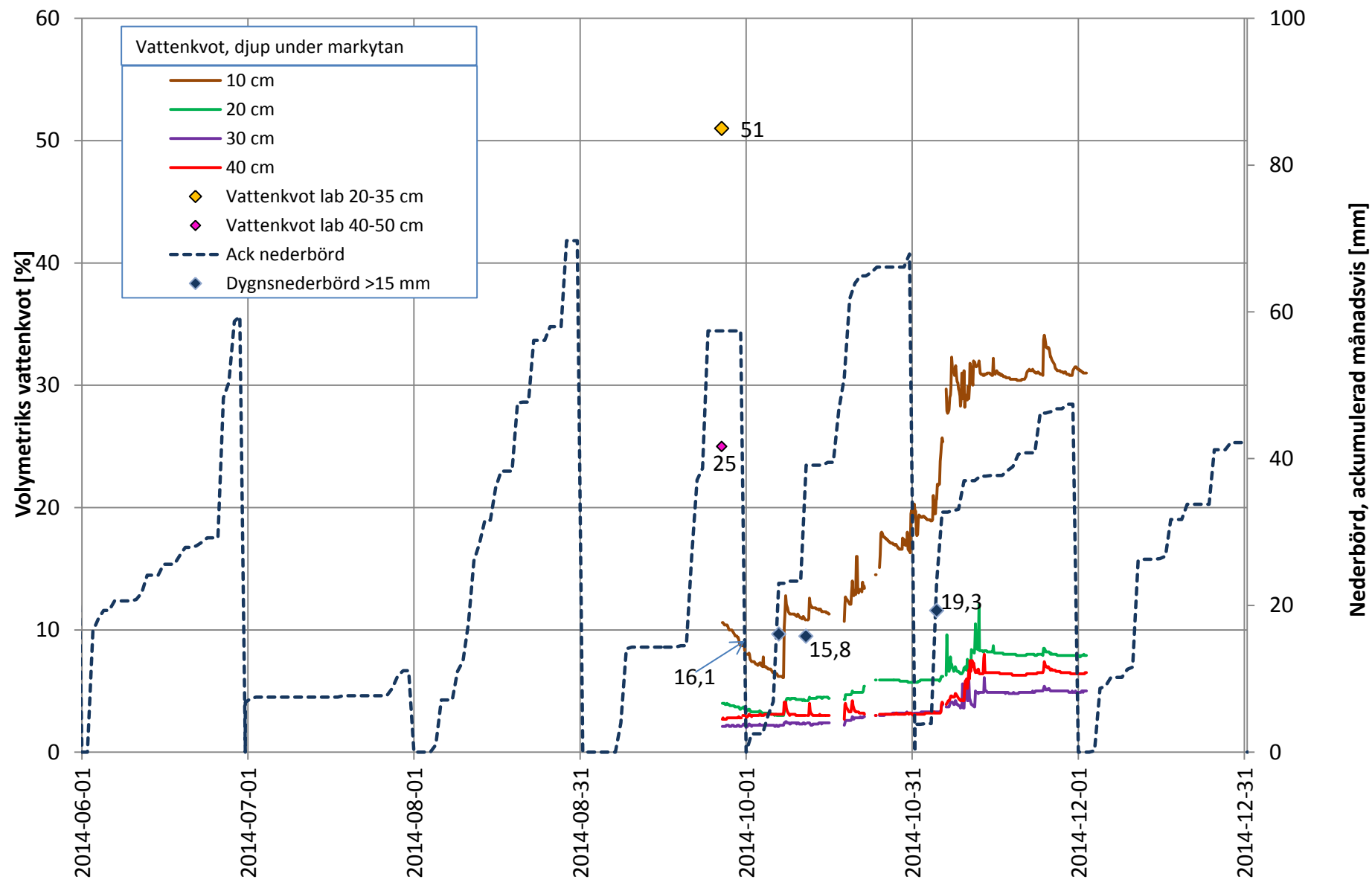
Nederbörd och temperatur



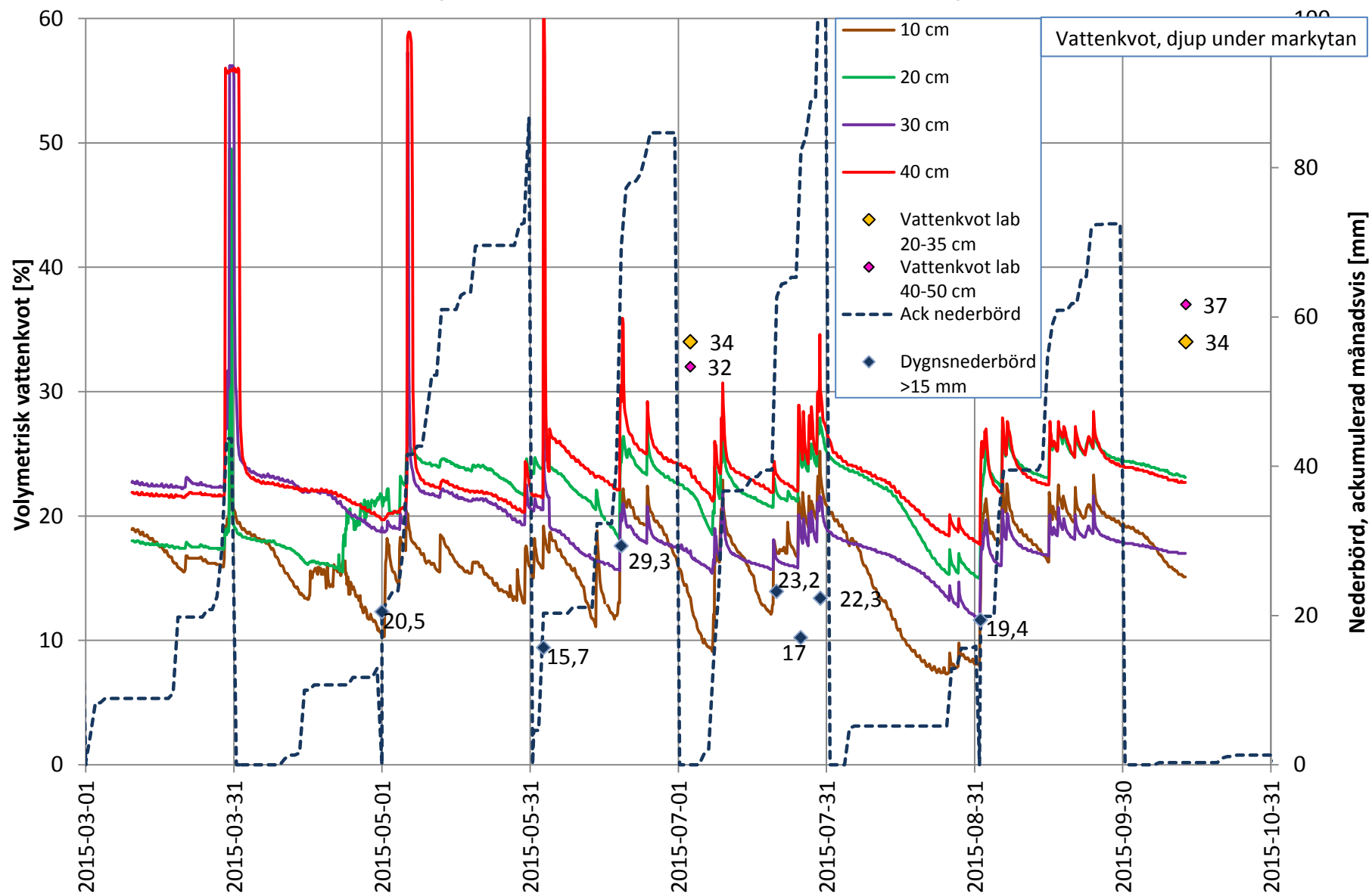
Volymetrisk vattenkvot och nederbörd, nedre ytan 2014



Volymetrisk vattenkvot och nederbörd, övre ytan 2014



Volymetrisk vattenkvot och nederbörd, nedre ytan 2015



Volymetrisk vattenkvot och nederbörd, övre ytan 2015

