
RAPPORT

KARLSTADS KOMMUN

UPPDRAGSNUMMER 1273132

**KARLSTAD, JAKOBSBERGSOMRÅDET, NYTT BOSTADSOMRÅDE
ÖVERSVÄMNINGSSKYDD MED INVALLNING**

FÖRSTUDIE

2018-06-12

Innehållsförteckning

1	Uppdrag	1
2	Befintliga förhållanden	1
3	Planerad anläggning	1
4	Tidigare utförda geotekniska undersökningar	2
5	Nu utförd undersökning	3
6	Jordlager- och grundvattenförhållanden	3
7	Stabilitet	3
7.1	Allmänt	3
7.2	Ingående jordmaterial	4
7.3	Övrigt	4
7.4	Resultat	4
8	Sättningar	4
9	Förstärkningsåtgärder	5
10	Metodval	5
10.1	Allmänt	5
10.2	Alternativ med tätkärna av finjord i vallen	5
10.3	Alternativ med tätspont i vallen	6
11	Anläggningskostnader	6
11.1	Allmänt	6
11.2	Alternativ med tätkärna av finjord i vallen	6
11.3	Alternativ med tätspont i vallen	7
12	Genomförande	7
13	Bedömning	7

Bilagor

Siktprov, 7 blad
Stabilitetsberäkning, 1 blad

Bilaga 1
Bilaga 2

Ritningar

Plan, 1:4000
Punkt 18SW01- 18SW03, 1:100
Punkt 18SW04- 18SW10, 1:100
Punkt 18SW11- 18SW19, 1:100
Punkt 18SW20- 18SW22, 1:100

12703132-G11
12703132-G12
12703132-G13
12703132-G14
12703132-G15

1 Uppdrag

På uppdrag av Karlstads kommun har Sweco utfört en förstudie avseende översvämningsskydd med invallning av Jakobsbergsområdet.

Förstudien behandlar behov av grundförstärkningar, bedömningar avseende kostnader och genomförandetid samt vilka kostnadsdrivande konsekvenser vald lösning kan ge under bygg- och drifttiden. Vidare har en bedömning om metodens lämplighet som översvämningsskydd för området utförts.

Denna handling är en förstudie som bygger på typsektioner samt bedömningar.

2 Befintliga förhållanden

Jakobsbergsområdet inrymmer tidigare Karlstads flygplats. Området är i den västra och södra delen flackt med marknivåer kring ca +44,5 à +45,5. Inom den nordöstra delen återfinns ett höjdparti med berg i dagen, Jakobsbergsskogen.

Runt området löper idag en vall med krön på nivåer mellan ca +45,7 till +46,8. Vallen ligger lägst i den södra delen av området. Längs med vallen löper en vandrings- och cykelled.

3 Planerad anläggning

Denna förstudie behandlar en vall som i plan följer befintlig vall, se figur 1 (grön linje).



Översvämningsskydd ska utföras till nivå +47,1 inom den västra delen av området respektive +46,8 (RH2000) inom den östra delen. Två alternativ för utförande av vall har studerats.

- Invallning med jordvall med tät kärna av jord med hög finjordshalt. Vatten kommer att kunna strömma in under vallen i de mer permeabla jordlagren samt en mindre transport genom vallen.
- Invallning med jordvall med en tät spont nedförd till 3,0 m under överkant översvämningsskydd eller till underliggande tät lera.

4 Tidigare utförda geotekniska undersökningar

Inom området har tidigare geotekniska undersökningar utförts. Resultat från dessa har i tillämpliga delar inarbetats i nu föreliggande handling. Följande handlingar har studerats:

2(8)

RAPPORT
2018-06-12

FÖRSTUDIE

- Karlstad, Marieberg- Jakobsberg, översiktlig geoteknisk undersökning. VIAK (Sweco) uppdragsnummer 5316.7482, daterad 1980-12-15, reviderad 1982-01-26.
- Karlstad, Jakobsbergsområdet gamla flygplatsområdet, ny detaljplan. Sweco, uppdragsnummer 233.5462 daterad 2012-05-25.
- Sweco, Karlstad Jakobsbergsområdet (nordöstra delen), ny detaljplan geotekniska synpunkter. Uppdragsnummer 233.5947, daterad 2016-10-04.

5 Nu utförd undersökning

Geoteknisk undersökning har utförts under perioden januari-februari 2018 med borrhandsvagn Geotech 604. Undersökningen har omfattat följande:

- Trycksondering med stänger \varnothing 25 mm har utförts i 22 punkter.
- Störd jordprovtagning med skruvborr \varnothing 60 mm har utförts i samtliga sonderingspunkter. Upptagna jordprov har klassificerats okulärt med avseende på benämning (jordart) dels direkt i fält och dels på Sweco Geolab.
- Siktanalys har utförts på utvalda jordprov från sex provtagningspunkter, totalt 25 jordprov. Sedimentering har utförts på totalt nio prov.
- Grundvattenrör med filterspets har installerats i fem punkter enligt anvisningar från Tyréns AB.

Resultat från nu utförd undersökning redovisas på till handling hörande bilagor och ritningar.

6 Jordlager- och grundvattenförhållanden

I läget för befintlig vall utgörs naturligt jord av sediment ovan fast friktionsjord på berg.

De naturligt lagrade sedimenten utgörs av siltig sand och sandig silt i växelvislagring med en mäktighet som varierar mellan ca 5 m upp till ca 12 m. Härunder återfinns lera med en mäktighet som varierar mellan ca 3 m upp till ca 20 m. Leran överlagrar fast friktionsjord på berg.

7 Stabilitet

7.1 Allmänt

Stabilitetsberäkningar har utförts för planerad vall med beräkningsprogrammet GS Stability (BEAST 2003) för cirkulär cylindriska glidytor i odränerad analys. Beräkningar har utförts med totalsäkerhetsanalys. Beräkningar har utförts för typsektion där de mest ogynnsamma stabilitetsförhållanden bedömts råda.

Säkerhetsklass har valts till säkerhetsklass 2 (SK2). Krav på totalsäkerhet i odränerad analys är då $F_c > 1,5$.

Markgeometrier etc. redovisas i bilaga 1.

7.2 Ingående jordmaterial

Följande beräkningsparametrar har ansatts på ingående jordmaterial.

Jordart	Tunghet över/un- der gvy g/g [kN/m ³]	Inre Frikt- ionsvinkel f [°]	Odränerad skjuvhållfast- het c _{uk} [kPa]
Fyllning	18/11	38	-
Sand	18/11	33	-
Lera	17/7		24+(z-38)x1
Friktionsjord	19/12	38	-

7.3 Övrigt

Vid beräkningar har krön på vall antagits till nivå +47,6 med en bredd på 3,0 m. Vallens släntlutningar har antagits till 1:2. Nivå på botten i Klarälven utmed aktuellt avsnitt har satts till +40,0 enligt tidigare ekolodningar utförda i samband med projekt muddring i Klarälven.

Trafiklast på vall har satts till 6 kPa.

Vattenstånd i Klarälven vid aktuellt avsnitt har satts till +44,30 (MLW i Vätern +44,33).

7.4 Resultat

Utförda stabilitetsberäkningar visar att totalsäkerheten för vall är tillfredställande under förutsättning att en bankett med bredden minst 1,8 m på nivå +46,00 utförs mellan släntfot vall och Klarälven. Vidare erfordras att släntlutning från släntkrön bankett ned till botten i Klarälven ställs i lutning 1:3 eller flackare.

8 Sättningar

Underliggande lera har antagits vara konsoliderad för befintliga förhållanden.

Sättningsberäkningar har utförts för typsektion för uppfyllnad med 1,3 m respektive 2,6 m över nuvarande marknivå för lermäktighet 8 m respektive 16 m. Vallens krönbredd har antagits till 3,0 m och dess släntlutningar till 1:2. Vidare har det övre silt- och sandlagret satts till 5 m mäktighet.

4(8)

RAPPORT
2018-06-12

FÖRSTUDIE

Vid beräkningar har lerans deformationsmodul strax över förkonsolideringstrycket, M_L , satts till 1000 kPa enligt CRS-försök utförda i tidigare undersökningar inom området.

Krypsättningar har inte beaktats. Sättningar i det övre sand- och siltskiktet bedöms i huvudsak vara elastiska och utvecklas i stort under byggnadstiden.

Lastspridning under vall enligt Boussinesq har antagits. Vid beräkningar har antagits att inga ytterligare uppfyllnader närmare än 10 m från vällen utförs.

I nedanstående tabell redovisas beräkningsmässiga konsolideringssättningar för 1,3 m och 2,6 m uppfyllnad med 8 m respektive 16 m lermäktighet. Vidare redovisas uppskattad tid för 50 % respektive 90 % konsolidering.

Lermäktighet	Sättning vid uppfyllnad 1,3 m	Sättning vid uppfyllnad 2,6 m	Tid $t_{50\%}$	Tid $t_{90\%}$
8 m	5 à 10 cm	15 à 25 cm	3 à 4 år	13 à 16 år
16 m	10 à 15 cm	25 à 35 cm	13 à 16 år	55 à 60 år

9 Förstärkningsåtgärder

Sweco bedömer att inga förstärkningsåtgärder erfordras under förutsättning att mindre sättningar accepteras. Förslagsvis utförs vällen med överhöjning för att kompensera för dessa sättningar. Detta gäller särskilt om alternativet med en tätspont i vällen väljs.

Kompletterande geotekniska undersökningar erfordras i detaljprojekteringskedet för optimering av åtgärder.

10 Metodval

10.1 Allmänt

Ett översvämningsskydd med hjälp av invallning i läget för befintlig vall innebär att översvämningsskyddet inte kan byggas ut i etapper allteftersom området bebyggs. Hela översvämningsskyddet måste vara utfört i sin helhet för att området ska kunna bebyggas.

Inom delar av området utförs idag pumpning för att hålla vattennivåerna under markytan. Pumpning inom området kommer fortsättningsvis att utföras. Inom delar av området erfordras justering av marknivåer för att erhålla tillfredsställande vattenavrinning vid kraftig nederbörd.

10.2 Alternativ med tätkärna av finjord i vällen

Detta alternativ innebär att en vattentransport kommer att ske under vällen i det över sand- och siltlagret. Även en mindre vattentransport kommer att ske genom vällen.

Metoden är enkel att utföra och relativt billig. Dränledningar och brunnar för pumpning av vatten vid höga vattenstånd måste anordnas på insidan av vallen. Erosionsskydd erfordras utmed del av vall som gränsar mot Klarälvens västra gren ca 1450 m.

Behovet av fördröjningsmagasin och pumpstationer för pumpning av dagvatten inom området måste utredas. Risk för översvämning inom invallat område vid ihållande nederbörd vid normalt vattenstånd i Vänern bedöms i stort vara likvärdig med nuvarande förhållanden.

10.3 Alternativ med tätspont i vallen

Vid alternativet att spont slås ned till 3,0 m under nivå för översvämningsskydd kommer vattentransport att ske under sponten i sand- och siltlagret. Risk för översvämning inom invallat område vid ihållande nederbörd vid normalt vattenstånd i Vänern bedöms i stort vara likvärdig med nuvarande förhållanden.

Vid alternativet att spont slås ned till underliggande lera kommer endast mycket ringa vattentransport att ske genom och under vallen. Detta innebär att kapacitet att omhänderta dagvatten inom området måste utredas utförligt. Möjlighet att vid ihållande nederbörd kunna pumpa bort vatten från område måste anordnas.

För att kunna driva spont ned till minst 3,0 m under nivå för översvämningsskydd bedöms att stålspont erfordras. Stålsporten kommer att ha en begränsad livslängd. Normalt dimensioneras stålspont för en livslängd om 80 år. Vid val av längre livslängd ökar anläggningskostnaden.

11 Anläggningskostnader

11.1 Allmänt

I beräknade kostnader har endast kostnad för att utföra vallen medräknats. Kostnader för dagvattensystem med fördröjningsmagasin, pumpstationer etc. är ej medräknade. Vidare har inte kostnader för eventuella bundna lager medräknats samt att driftskostnader inte har beräknats.

Totallängd på vall har vid både alternativen satts till 4650 m.

Angivna å-priser avser färdigt arbete exklusive mervärdesskatt med prisnivå maj 2018.

11.2 Alternativ med tätkärna av finjord i vallen

Hantering massor befintlig vall 35:-/m³

Tillförda massor 200:-/m³

Tätkärna 8,4 m²/lpm => 4650 x 8,4 x (200 +35)= 9,2 MSEK

Erosionsskydd generellt 5 m³/lpm => 4650 x 5 x 200= 4,7 MSEK

Erosionsskydd mot Klarälven 1400 x 11x 1,2 x 200= 3,7 MSEK

Totalt: 17,6 MSEK

6(8)

RAPPORT
2018-06-12

FÖRSTUDIE

11.3 Alternativ med tätspont i vallen

Kostnad för tätspont 2.000:-/m²

I medeltal bedöms att spont måste slås ned till +39 alternativt till +44,1 à +43,8.

Hantering massor befintlig vall 35:-/m³

Tillförda massor 200:-/m³

Spont 4650x 8,5 x 2000= 79,0 MSEK alternativt 4650x 3x 2000=27,9 MSEK

Erosionsskydd generellt 5 m³/lpm => 4650x 5 x 200= 4,7 MSEK

Hantering massor i befintlig vall 4 m²/lpm => 4650 x 4 x 35=0,6 MSEK

Totalt 84,4 MSEK alternativt 33,3 MSEK.

12 Genomförande

Båda metoderna är konventionella metoder som kan upphandlas i konkurrens. Då sträckan är ca 4,6 km kan arbetena utföras på flera fronter.

Driftkapacitet vid installation av spont är ca 100 m² per 8 h och maskin. Detta innebär ca 380 arbetsdagar alternativt 140 dagar.

Driftkapacitet vid schakt med grävmaskin för tätkärna är ca 60 m³/h under förutsättning att transportfordon kan stå intill. Detta innebär ca 80 arbetsdagar.

Driftkapacitet vid fyllning med tätkärna bedöms till 30 m³/h. Detta innebär ca 160 arbetsdagar.

Driftkapacitet vid utläggning av erosionsskydd mot Klarälven bedöms till 50 m²/h vilket innebär ca 40 arbetsdagar

Utförande av generellt erosionsskydd bedöms till ca 60 arbetsdagar.

13 Bedömning

Sweco bedömer att en vall med tätkärna av jord med hög finjordshalt är det mest lämpliga alternativet av ovanstående. Detta grundar sig dels på att alternativet är det minst kostnadskrävande, men även på ett enklare underhåll och/eller möjlighet till ombyggnation av vallen.

Alternativet med tätkärna av jord med hög finjordshalt har dock en längre byggtid, men detta kan kompenseras med möjlighet att arbeta på fler fronter än vid ett alternativ med spont. Även vid installation av spont kan arbete drivas på flera fronter, men etableringskostnad per front är högre vid spontalternativet.

Karlstad 2018-06-12
Sweco Civil AB
Karlstadskontoret, geoteknik

Gunnar Larsson
Uppdragsledare

Tomas Nordlander
Granskning

8(8)

RAPPORT
2018-06-12

FÖRSTUDIE