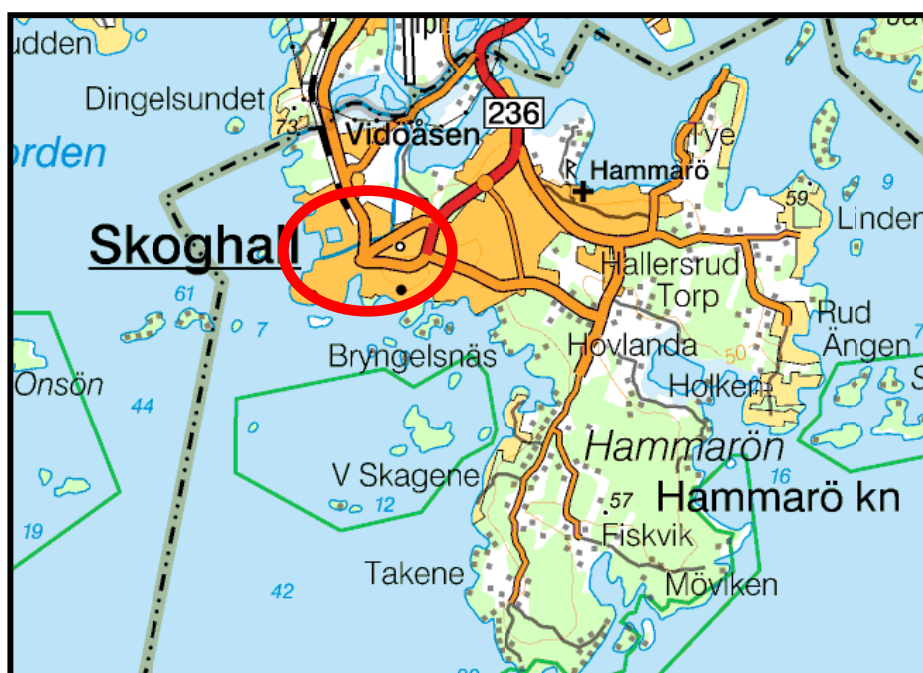


Räddningsverket

Hammarö kommun

Översiktlig stabilitetskartering, Värmlands län

PM Geoteknik



Karlstad 2004-02-28
SWECO VBB
Geoteknik, Karlstad

INNEHÅLL	1	Översiktlig stabilitetskartering	2
	1.1	Bakgrund	2
	1.2	Syfte med översiktlig stabilitetskartering	2
	1.3	Metod för översiktlig stabilitetskartering	3
	1.3.1	Etapp 1 – "Huvudstudie översiktlig stabilitetskartering"	3
	1.3.2	Etapp 2 – "Detaljerad stabilitetsutredning"	4
	1.3.3	Etapp 3 – "Fördjupad stabilitetsutredning, dimensionering och genomförande av förstärkningsåtgärder"	4
	1.4	Kartredovisning	4
	1.4.1	Karta 1A	5
	1.4.2	Karta 1B	5
	1.4.3	Kommentarer till karta 1B	6
	1.5	Övrigt	6
	2	Uppdrag och uppdragsbeskrivning	6
	3	Tidigare undersökningar	8
	4	Övrigt underlagsmaterial och förarbete	8
	5	Utförda undersökningar	9
	5.1	Fältundersökningar	9
	5.2	Laboratorieundersökningar	10
	6	Områdesbeskrivning	10
	6.1	Allmänt	10
	6.2	Delområdesbeskrivning	10
	6.2.1	Del av Skoghall	10
	7	Stabilitetsberäkningar	11
	7.1	Allmänt – beräkningsförutsättningar	11
	7.1.1	Säkerhetskrav	11
	7.1.2	Trafik- och marklaster	12
	7.1.3	Grundvatten, portryck och vattennivå	12
	7.2	Valda beräkningssektioner	12
	7.3	Valda parametrar	13
	7.4	Utförda åtgärder	13
	7.5	Utförda beräkningar	13
	8	Slutsats	14
	8.1	Resultat av utförda stabilitetsberäkningar	14
	8.1.1	Del av Skoghall	14
	8.2	Allmänt	14
	8.3	Förslag till fortsatt arbete	15
	8.4	Grundvattenmätning	16
BILAGOR	1	Räddningsverket – kriterier för indelning i stabilitetszoner	
	2	Beteckningar: Kartor, sektioner etc.	

Hammarö kommun

Översiktlig stabilitetskartering, Värmlands län

PM Geoteknik

1 Översiktlig stabilitetskartering

1.1 Bakgrund

En stor del av bebyggelsen i vårt samhälle har tillkommit innan noggranna överväganden om riskerna för naturolyckor blev vanliga. Efter skredet i Tuve 1977 beslutade regeringen att översiktliga karteringar med avseende på skredrisker i bebyggda områden skulle utföras i de mest utsatta kommunerna. 1987 kom propositionen "Förebyggande åtgärder m.m. mot jordskred och andra naturolyckor". Där beskrevs hur ansvar för frågorna skulle fördelas mellan staten, kommunen och den enskilde fastighetsägaren och att staten skulle fortsätta bekosta översiktliga stabilitetskarteringar. Riskhantering är primärt en kommunal uppgift, men när det gäller risker som översvämningar, ras och skred krävs det specialkompetens som inte alltid finns tillgänglig i kommunerna. Staten, genom Räddningsverket, hjälper därför kommunerna att översiktligt identifiera bebyggda områden där riskerna för översvämning samt ras och skred kan finnas. Detta görs genom översiktliga karteringar.

1.2 Syfte med översiktlig stabilitetskartering

Syftet med denna översiktliga kartering av stabilitetsförhållandena är att översiktligt kartlägga markens stabilitetsförhållanden i bebyggda områden. Karteringen skall utgöra ett stöd för länsstyrelse och kommun om var skredrisker kan föreligga. Karteringen visar var det finns behov av att göra detaljerade stabilitetsutredningar eller där man bör göra en översyn av tidigare utredningar och eventuellt tidigare utförda åtgärder på grund av att de geotekniska utredningarna inte når upp till dagens kvalitetskrav i enlighet med Skredkommissionens Rapport 3:95¹.

Karteringen utförs i två etapper. Etapp 1A omfattar kartering av jordartsförhållanden och topografiska förhållanden. Etapp 1B omfattar bedömning av stabiliteten för rådande förhållanden.

Syftet med etapp 1A är att utifrån jordartsförhållanden och topografiska förhållanden ange:

- vilka områden som har förutsättningar för skred och ras

¹ Skredkommissionens anvisningar är en skrift vilken tagits fram i syftet att höja och säkra kvaliteten i stabilitetsutredningar. Skredkommissionens anvisningar för släntstabilitetsutredningar kan beställas från: IVA Skredkommissionen, c/o Statens geotekniska institut, 581 93 Linköping.

- vilka områden som saknar förutsättningar för skred och ras

Syftet med etapp 1B är att med stöd av utförda undersökningar, överslagsberäkningar och bedömningar inom områden med förutsättningar för skred och ras:

- markera område som översiktligt ej kan klassas som tillfredsställande stabilt eller område som är otillräckligt utrett. Inom dessa områden rekommenderas detaljerad utredning. Angelägenhetsgraden varierar dock till följd av närheten till bl.a. befintliga byggnader som kan vara hotade.
- markera område där detaljerad utredning bedöms som speciellt angeläget.
- markera område som tidigare klassats som tillfredsställande stabilt eller som har förstärkts men nu gällande anvisningar av Skredkommissionen ej följts. Översyn av tidigare utredningar och stabiliserande åtgärder rekommenderas.
- markera område där översyn av tidigare utredningar och stabiliserande åtgärder bedöms som speciellt angeläget.
- översiktligt identifiera områden där stabiliteten är tillfredsställande.

Den översiktliga stabilitetskarteringen har till syfte att översiktligt kartera stabilitetsförhållanden för i en förstudie utvalda områden. Att utreda t.ex. vägars och järnvägars grundläggningssätt och stabilitet eller kajers kondition, status och stabilitetshöjande effekt ingår ej i karteringsuppdraget.

1.3 Metod för översiktlig stabilitetskartering

Enligt Räddningsverkets metod indelas den översiktlig stabilitetskartering i två steg, dels en förstudie och dels en huvudstudie (etapp 1). Förstudien görs mycket översiktligt och i samråd med kommunen. Dess syfte är att avgränsa de områden som sedan skall behandlas vidare i huvudstudien. Huvudstudien innebär att stabilitetsförhållandena för slänter innehållande jordlager bestående av lera, silt och sand i bebyggda områden karteras översiktligt. Om marken inte med säkerhet kan klassas som stabil i etapp 1, bör man gå vidare och utreda stabilitetsförhållanden enligt etapp 2 och etapp 3.

De olika etapperna beskrivs kort nedan. Denna översiktliga stabilitetskartering avser endast etapp 1 (1A+1B).

1.3.1 Etapp 1 – ”Huvudstudie översiktlig stabilitetskartering”

Etapp 1, Huvudstudie översiktlig stabilitetskartering är ett pågående riksomfattande arbete som utförs successivt kommun för kommun. Karteringen sker endast i bebyggda områden. Arbetet utförs av geotekniska konsultfirmor på uppdrag av Räddningsverket.

Etapp 1 är indelad i två deletapper, etapp 1A och etapp 1B. I etapp 1A karteras stabilitetsförhållandena översiktligt med avseende på jordart och topografi.

Besiktningar utförs i fält. I etapp 1B karteras stabilitetsförhållandena översiktligt utifrån fältundersökningar och överslagsberäkningar i särskilt utvalda sektioner. En bedömning och värdering utförs också av tidigare utförda stabilitetsutredningar inom de aktuella områdena.

Etapp1 ger inga exakta svar om skredrisken. Karteringsmetodiken bygger på att med relativt enkla metoder fastställa om förutsättningar för ras och skred är uppfyllda. Utifrån detta utförs kompletterande fältinsatser och beräkningar för att översiktligt klarlägga de rådande stabilitetsförhållandena. Då karteringen är färdig, genomförs presentations- och informationsmöten där karteringsresultatet redovisas för Länsstyrelse och kommun.

Om det inte är möjligt att klarlägga stabilitetsförhållandena med hjälp av den överslagsberäkning, som utförts i etapp 1B, eller om ett område ej kan klassas som tillfredsställande stabilt, krävs detaljerad stabilitetsundersökning (etapp 2).

1.3.2 Etapp 2 – ”Detaljerad stabilitetsutredning”

Etapp 2 omfattar en detaljerad stabilitetsutredning enligt Skredkommissionens anvisningar för släntstabilitetsutredningar, Rapport 3:95. Etapp 2 utförs inom markområden som har påträffats vid den översiktliga karteringen för områden där stabilitetsförhållandena ej kunnat klarläggas med överslagsberäkning eller ej kunnat klassas som tillfredsställande stabila. Dessa undersökningar finansieras av berörd kommun eller fastighetsägare.

1.3.3 Etapp 3 – ”Fördjupad stabilitetsutredning, dimensionering och genomförande av förstärkningsåtgärder”

Etapp 3 omfattar dimensionering och genomförande av förstärkningsåtgärder för markområden som vid den detaljerade utredningen visat sig ha otillfredsställande stabilitet. För att optimera omfattningen av erforderlig förstärkningsåtgärd, utförs i vissa fall en fördjupad stabilitetsutredning i samband med dimensionering. Kommuner kan få statliga bidrag för vissa delar av de arbeten som utförs i etapp 3. Räddningsverket administrerar detta bidrag². Bidragsberättigade delar är t. ex. entreprenadkostnader för förstärkningsarbete samt fördjupad stabilitetsutredning vars syfte är att optimera omfattningen på de erforderliga förstärkningarna.

1.4 Kartredovisning

En del, av denna översiktliga stabilitetskartering består av kartor, karta 1A och karta 1B. Karta 1A redovisar bl.a. en indelning i stabilitetszoner och karta 1B redovisar bl.a. en översiktlig bedömning av stabilitetsförhållandena inom stabilitetszon I (den minst stabila zonen av tre).

² Kontakta Räddningsverket för mer information: Räddningsverket, 651 80 Karlstad.

1.4.1 Karta 1A

I etapp 1A delas inventeringsområden in i zoner med olika stabilitetsförutsättningar baserade på parametrarna jordart, topografiska förhållanden och närheten till vattendrag. Zonerna redovisas på karta 1A. Indelningen i stabilitetszon I, II och III kan betraktas som "statisk", d.v.s. påverkas inte av förändringar i t ex laster och hållfasthet. Kartan gäller så länge inga större förändringar i topografin görs.

- Inom **zon I** finns förutsättningar för initiala spontana eller provocerade skred och ras.
- Inom **zon II** finns inga förutsättningar för initiala skred eller ras, men zonen kan komma att beröras av skred och ras som initieras inom angränsande zon I.
- Inom **zon III** saknas förutsättningar för skred eller ras eftersom lös jord inte förekommer inom zonen. Emellertid kan aktiviteter inom zonen ha negativ inverkan på stabiliteten i de angränsande zonerna.

Observera att karta 1A **inte** redovisar risken för skred och ras eftersom zonindelningen inte utgör något mått på säkerheten utan **visar endast grundförutsättningarna** för skred och ras.

Kriterier för indelning av karteringsområden i stabilitetszoner och krav på stabilitetsutredningar, se Bilaga 1.

1.4.2 Karta 1B

I etapp 1B bedöms stabilitetsförhållandena genom att överslagsberäkning utförs i representativa sektioner. Karta 1B redovisar en bedömning av nuvarande stabilitetsförhållanden, så långt de är kända.

För att ett område inte ska markeras skall minst erforderlig säkerhetsfaktor enligt tabell 8:1 i Skredkommissionens Rapport 3:95 vara uppfyllda.

Ett gulfärgat område på karta 1B avser områden där stabilitetsförhållandena tidigare har klassats som tillfredsställande och även områden som har förstärkts men där nu gällande anvisningar av Skredkommissionen ej följts fullt ut. I dessa områden rekommenderas en översyn av såväl tidigare utredningar som eventuellt tidigare utförda stabilitetsförbättrande åtgärder.

Ett orangefärgat område avser områden som översiktligt ej kan klassas som tillfredsställande stabilt eller områden som är otillräckligt utredda. I dessa områden rekommenderas att en detaljerad stabilitetsutredning utförs för att fastställa markens stabilitet. Som kriterier för att ett område skall påföras orange färg är antingen att den kombinerade analysen ger ett värde på säkerhetsfaktorn som är lägre än 1,5 (d.v.s. $F_{komb} < 1,5$) eller att den odränerade analysen ger ett värde lägre än 2,0 (d.v.s. $F_c < 2,0$), värden motsvarande rekommendationer för en översiktlig stabilitetsutredning enligt Skredkommissionens Rapport 3:95.

1.4.3 Kommentarer till karta 1B

Behovet av eventuella stabilitetsåtgärder beror på resultatet av en detaljerad stabilitetsutredning. Inom stora delar av de orangefärgade områdena kommer en detaljerad utredning sannolikt visa att förstärkande åtgärder ej är nödvändiga.

Även områden där det tidigare utförts en stabilitetsutredning och/eller en stabiliserande åtgärd, kan vara gulmarkerade. Inom vissa av dessa områden rekommenderas att översyn av tidigare utredning eller åtgärd utförs. För många av dessa områden behövs sannolikt inte så omfattande utredningsarbete genomföras för att få en bild av områdets stabilitet.

Ju mer noggrann undersökning desto lägre säkerhetsfaktor kan accepteras, se Skredkommissionens Rapport 3:95, tabell 8:1. Detta innebär att i områden som är i behov av förstärkande åtgärder lönar det sig oftast att utreda mer.

I tabell på karta 1B samt "Förteckning över utförda stabilitetsberäkningar" (pärmflik 7) och "Tabell över tidigare utförda utredningar" (pärmflik 6) framgår vilken utredningsnivå undersökningarna har och i vilka områden som de lägsta säkerhetsfaktorerna mot brott finns.

1.5 Övrigt

Förändrade förutsättningar som bortschaktning av massor, tippning av överskottsmassor, exploatering, tillbyggnad, släntjusteringar, erosion o.s.v. samt nya undersökningar och ny kunskap i övrigt kan leda till att förhållanden som redovisas på såväl karta 1A som 1B måste uppdateras för att inte bli inaktuella.

Översiktlig stabilitetskartering utförs endast i områden som är avgränsade i förstudien. Detta innebär att områden utanför avgränsningen kan ha otillfredsställande stabilitetsförhållanden utan att det färgats på karta 1B.

Enligt skredkommissionens Rapport 3:95 (Tabell 8:1) skall för all nyexploatering minst detaljerad utredning utföras d.v.s. för nybyggnation men också vid upprättande av ny detaljplan eller vid ändring av detaljplan. Detta gäller såväl utanför som innanför denna karterings utredningsområde, oavsett markering på karta 1B. Därför skall denna utredning aldrig användas som underlag för någon form av nybyggnation.

2 Uppdrag och uppdragsbeskrivning

På uppdrag av Statens Räddningsverk (SRV) har SWECO VBB i Karlstad utfört en översiktlig kartering av stabilitetsförhållandena i fem kommuner i Värmlands län. De kommuner som ingår i utredningen är Arvika, Eda, Grums, Hammarö och Storfors.

Karteringsarbetet har utförts parallellt mellan de fem kommunerna. I denna rapport redovisas stabilitetskarteringen för Hammarö kommun. Utredningsområdet är del av Skoghalls samhälle.

Utredningsområdet för stabilitetskarteringen har i det närmaste begränsats till det område som fastställts i samband med en förstudie till uppdraget. Förstudien³ har utförts av Statens geotekniska institut (SGI) och är daterad 1995-06-02 (kompl 2002-02-15) med diariernr. 2-0111-0674. En detaljerad gräns på utredningsområdets redovisas med en tjock streckad begränsningslinje på kartorna 1A och 1B.

Syftet med denna utredning är att utföra en översiktlig kartering av stabilitetsförhållandena i kommunen. Karteringen skall utgöra ett stöd för kommunerna om var i kommunen det kan förekomma stabilitetsproblem. Som stöd för karteringen har det inom uppdraget utförts ett antal stabilitetsberäkningar. Det skall noteras att detta är en översiktlig utredning och att beräkningssektionerna kan ha ett stort inbördes avstånd. De riktlinjer som använts för val av gränser på tillåtna säkerhetsfaktorer följer de riktlinjer som ges i Skredkommissionens rapport 3:95. För att ett område skall klassas som stabilt i en översiktlig utredning krävs relativt hög säkerhetsfaktor, vilket leder till att det för stora områden rekommenderas att en detaljerad stabilitetsutredning utförs för att närmar klarlägga stabilitetsförhållandena.

Uppdraget har utförts enligt Räddningsverkets PM "Anbudsunderlag" daterat 2002-06-28 samt Skredkommissionens anvisningar för släntstabilitetsutredningar rapport 3:95. Inom ramen för detta projekt har geotekniska fältarbeten utförts vilket normalt inte krävs i en översiktlig utredning enligt Skredkommissionens rapport 3:95.

Uppdraget har utförts i två delar kallade 1A respektive 1B. Etapp 1A syftar främst till att utgöra underlag för val av kontrollsektioner (beräkningssektioner) i etapp 1B. Etapp 1B och Karta 1B visar var de eventuella områdena med sämre stabilitet (d.v.s. låg säkerhetsfaktor mot brott) förekommer, se även kap. 1.

Etapp 1A har i huvudsak innefattat:

- Fältbesiktning och kartering. Undersökningssektioner och övriga relevanta platser inom respektive område har dokumenterats med foto och besiktningsprotokoll, pärmflik 5
- Analys av jordlagerföljd och topografi utifrån kartmaterial samt jordartskartor.
- Kartering av synliga skredärr, erosion, erosionsskydd etc.
- Indelning av områden i stabilitetszoner (se Bilaga 1) med utgångspunkt från ovanstående.
- Redovisning av stabilitetszoner på karta 1A.

³ Förstudien betecknas: "Arvika, Eda, Grums, Hammarö och Storfors kommuner, Värmlands län. Förstudie för översiktlig kartering av stabilitetsförhållandena i bebyggda områden, samt dokumentation av befintliga geotekniska undersökningar". Daterad 1995-06-02 (kompl. 2002-02-15), diariernr. 2-0111-0674.

Etapp 1B har i huvudsak innefattat:

- Genomgång av tidigare geotekniska undersökningar. Dels arkiverade hos kommunen och dels arkiverade på SWECO VBBs Karlstadskontors arkiv. Dessa har studerats och bidragit till att bestämma geotekniska parametrar som använts i stabilitetsberäkningar av kontrollsektioner.
- Genomgång av tidigare utförda stabilitetsundersökningar i kommunen vilka sedan har utgjort ett delunderlag för kartframställningen i del 1B.
- Fältundersökningar och provtagningar med borrhandsvagn i ett antal kontrollsektioner
- Avvägning av sektioner där befintligt kartmaterial ej givit tillräcklig noggrannhet
- Lodning av bottennivåer med dels båt i större vattendrag och dels för hand vid mindre vattendrag.
- Beräkning av stabilitetsförhållandena. Beräkningarna har utförts i kombinerad och odränerad analys.
- Redovisning av fältkontrollerade sektioner på ritning.
- Redovisning av beräknade säkerhetsfaktorer på karta 1B och sektionsritning.
- Områden där detaljerade stabilitetsutredningar rekommenderas eller en översyn av tidigare utförda stabilitetsberäkningar eller förstärkningsåtgärder bör utföras redovisas med färgade fält på karta 1B. Områden där ovanstående bedöms som särskilt angeläget skrafferas på karta 1B. Orsaken till att ett område skrafferats kan vara att beräkningar visat på en låg säkerhet mot brott (enligt kriterier uppställda för en översiktlig utredning) men det kan även bero på otillräckligt underlag för att göra en bedömning av stabiliteten.

3 Tidigare undersökningar

Ett flertal geotekniska undersökningar och utredningar har tidigare utförts i kommunen. Huvuddelen av dessa har funnits att tillgå i samband med denna stabilitetskartering. De undersökningar som varit av särskilt intresse för denna handling redovisas i tabellform under pärmflik 6 och på karta 1b.

4 Övrigt underlagsmaterial och förarbete

Som underlag för stabilitetskarteringen har följande underlagsmaterial funnits att tillgå hos kommunen:

- Digitalt kartmaterial i form av primärkartan. Ekvidistans på kartmaterialet är 1 m.

Följande material, vilket delvis erhållits från Räddningsverket, har dessutom använts i samband med karteringen:

- Ekonomiska kartan.

- Topografiska kartan (gröna).
- Jordartskartan från SGU.
- Tidigare utförda geotekniska utredningar/undersökningar.

5 Utförda undersökningar

5.1 Fältundersökningar

SWECO VBB har i samband med denna utredning utfört geotekniska fältarbeten i en sektion inom inventeringsområdet. Huvudsyftet med de geotekniska fältarbetena har varit att komplettera tidigare utförda geotekniska undersökningar, inom utredningsområdet, och därmed ligga till grund för de översiktliga stabilitetsberäkningarna.

I Hammarö kommun har kompletterande geotekniska undersökningar utförts i totalt 1 st sektioner. Undersökningarna utfördes under oktober 2003.

I varje undersökt sektion har generellt utförts:

- Sonderingar (tryck- eller CPT-sondering) i 2 st punkter för bestämning av jordens mäktighet och relativa fasthet.
- Skruvprovtagning i 1 punkt för klassificering av de ytliga jordlagren.
- Analys på utvalda lerprover på SWECO Geolab i avseende på vattenkvot och konflytgräns.
- Vingförsök (vid förekomst av lera) i 1 st punkt för bestämning av den odränerade skjuvhållfastheten. Där analys av konflytgräns utförts har den odränerade skjuvhållfastheten korrigerats enligt SGI Info nr 3. På nivåer där ej någon bestämning av konflytgräns utförts har korrigerings utförts utifrån erfarenhetsvärden.

Utförda fältundersökningar redovisas i sektion på ritning "Hmö-K1.S1" (pärmflik 9). Läget i plan redovisas på kartorna "Hmö-P1b" till "Hmö-P2b" (pärmflik 4).

Utvärdering av utförda CPT-sonderingar i avseende på bl.a. odränerad skjuvhållfasthet och friktionsvinkel har skett med datorprogrammet Conrad ver 2.15.

Avvägning har utförts i sektioner där höjdkurvornas ekvidistans var större än 1 m.

Lodning av bottennivåer i vattendrag (sjö, älv, å eller bäck) har generellt utförts i alla sektioner med antingen båt och eller vid mindre vattendjup, handlodning.

I sektionen har inga grundvattenrör installerats.

I beräkningarna har antagits att grundvattenytan ligger på en nivå som med största sannolikhet är mer ogynnsam än de verkliga förhållandena. Detta ger en beräkning på säkra sidan. Där det finns lera har portrycket antagits vara hydrostatiskt, vilket kan vara ett antagande på både säkra och osäkra sidan.

Planläget för samtliga undersökningspunkter har tolkats (i XY-led) utifrån befintliga terrängföremål och med hjälp av erhållet kartmaterial. Koordinatsystemet på den erhållna digitala primärkartan är i plan: RT R05 5 gon V

Avvägning av borrhöjningar och sektioner har utförts utifrån ett i varje sektion lokalt upprättat höjdsystem. Det bör observeras att höjder angivna på sektionsritningar är i ett lokalt höjdsystem.

5.2 Laboratorieundersökningar

Upptagna störda jordprover har analyserats direkt i fält i avseende på jordart, benämning. På utvalda jordprover av lera har rutinundersökning utförts avseende vattenkvot och konflytgräns.

6 Områdesbeskrivning

6.1 Allmänt

Det område som ingår i denna stabilitetskartering är del av Skoghalls samhälle.

Hammarö kommun ligger på en halvö söder om Karlstad i Vänern. Områdena kring Skoghallsådran och Dingelsundsådran samt norr om Hammarö, Hammarösjön, ligger inom Klarälvsdeltat och Klarälvens västra älvgrän. Områdena är mycket flacka med ställvis uppstickande fastmarkspartier och berg i dagen.

Inventeringsområdet sträcker sig från Skoghallsådrans utlopp i Vänern till c:a 2 km uppströms älven. Områdets utsträckning i sidled omfattar hela eller delar av industriområdena Skoghallsverken och Akzo kemiska industri.

6.2 Delområdesbeskrivning

6.2.1 Del av Skoghall

Längs Skoghallsådran är slänthöjderna c:a 1 à 3 m. Erosionsskydd förekommer i relativt omfattande mängd i form av sprängstensfyllning och träpalisader. Stränderna är till största delen vassbevuxna utom inom industriområdet.

Jorden utgörs generellt i området av överst 1 à 4 m sand, silt och torrskorpelera i växellagring. Ställvis återfinns ytligt fyllning av varierande mäktighet, innehåll och fasthet. Framförallt inom industriområdet förekommer ytligt fyllning. Inom industriområdet har enligt uppgift flera större utfyllnader i vatten utförts.

Under detta återfinns lös till mycket lös lera med en mäktighet som varierar mellan c:a 2 m å mer än 20 m. Uppmätt korrigerad odränerad skjuvhållfasthet på leran nu och i tidigare utredningar varierar mellan c:a 5 och 35 kPa.

Leran underlagras av morän. Ett flertal mindre fastmarkspartier återfinns inom inventeringsområdet.

Närmast ådran finns ingen bostadsbebyggelse. Närmaste bostadshus ligger c:a 100 m från älven. Inom industriområdet återfinns byggnader, vägar och järnvägar nära älven och Väneren.

Vid fältbesiktningen noterades ringa erosionsaktivitet längs med Skoghalssådran där inget erosionskydd av sprängsten återfinns. Befintlig träpalisad är delvis i dåligt skick.

7 Stabilitetsberäkningar

7.1 Allmänt – beräkningsförutsättningar

Stabilitetsberäkningar har utförts med datorprogrammet PostoGraf ver. 3.0 och 3.1 (BEAST 2003). Analyserna har utförts i kombinerad och odränerad analys (i de fall där lera förekommer). Beräkning har skett för cirkulärcylindriska glidytor.

Slänternas geometri har tolkats utifrån kommunens digitala primärkarta med ekvidistansen 1 m. I de områden där höjdkurvornas ekvidistans varit större än 1 m har sektionernas geometri avvägts i fält.

Bottenprofilerna i vattendrag (åar, bäckar, sjöar etc.) har i flertalet sektioner lodats. I de fall som lodning eventuellt ej utförts har bottenprofilen antagits på sånt sätt som är ogynnsamt för beräkningarna.

7.1.1 Säkerhetskrav

Stabilitetsutredningen har utförts enligt Skredkommissionens anvisningar 3:95 där erforderlig säkerhetsfaktor gäller för *Översiktlig stabilitetsutredning* för markområden med "Befintlig bebyggelse och anläggning".

Enligt ovanstående gäller vid detta projekt följande riktvärden på säkerhetsfaktorn utifrån rådande förutsättningar:

Tabell 1 Säkerhetskrav enligt Skredkommissionens anvisningar 3:95 (Tabell 8:1).

F_c	> 2,0
F_{komb}	> 1,5
$F_{c\phi}$	> 1,5

7.1.2 Trafik- och marklaster

Trafik- och marklaster har ansatts i de fall där de befunnits i aktivzonen av glidytor (d.v.s. den pådrivande delen av glidytor).

Trafiklasten på gator och vägar har i stabilitetsberäkningarna satts till 10 kPa över hela gatans/vägens bredd, enligt ATB VÄG 2003, Kap C2.1.4.2.2 och Skredkommissionens anvisningar 3:95. På GC-vägar har en trafiklast på 5 kPa ansatts.

Trafiklasten på järnvägar har, enligt Banverkets föreskrifter, satts till 52 kPa över en bredd på 2,5 m.

Då grundläggningssättet generellt inte varit känt för byggnaderna inom området har en marklast på 10 kPa ansatts för samtliga byggnader.

7.1.3 Grundvatten, portryck och vattennivå

Val av grundvattennivå har gjorts utifrån erfarenhetsmässig bedömning med en antagen nivå på säkra sidan.

Val av nivå i vattendrag har antagits på en rimligt låg nivå samt observationer utifrån gjorda fältbesiktningar.

7.2 Valda beräkningssektioner

Det studerade områdena är till ytan relativt stora. Beräkningssektionerna har fördelats för att täcka in så stora delar av utredningsområdet som möjligt eller där det bedömts som mest angeläget att bestämma jordförhållandena. Sektionsvalet baseras till största delen på resultatet av karteringen av stabilitetszoner i del 1A.

Beräkningssektionerna har delats upp i två typer kallade **K** respektive **Ö**. Sektioner som benämnts med "**K**" är att betrakta som huvudsektioner ("Kontrollsektioner") i vilka studier av de geotekniska parametrarna har genomförts i form av fältundersökningar. Det är i dessa sektioner de geotekniska fältundersökningarna utförts. I sektioner som är benämnda med "**Ö**", ("Översiktlig sektion") har generellt samma beräkningsförutsättningar använts som i tillhörande kontrollsektion dock med denna "**Ö**-sektions" geometri och bottenprofil. I vissa "**K**-sektioner" med tillhörande "**Ö**-sektioner" har de geotekniska förhållandena baserats på tidigare utförda närliggande undersökningar. Geometrierna i dessa beräkningssektioner har dock i de flesta fall bestämts på samma sätt som för övriga "**K**-" och "**Ö**-sektioner".

I tabell "Förteckning över utförda stabilitetsberäkningar" (pärmflik 7) redovisas förutsättningarna, och på vilken grund, parametervärdet utförts för samtliga beräknade sektioner, "**K**" och "**Ö**".

Beräkningssektionernas läge i plan redovisas på karta B.

7.3 Valda parametrar

Parametervälet i stabilitetsberäkningarna har baserats på dels i detta projekt utförda geotekniska fältundersökningar och dels tidigare utförda geotekniska undersökningar. Parametervälet är utfört för att representera ett relativt stort område. Det kan därmed ej uteslutas att det finns områden mellan sektionerna med lokalt lägre hållfastheter och andra djup m.m. än vad som använts i beräkningarna.

Valda parametrar för respektive beräknad sektion redovisas på respektive stabilitetsberäkning (pärmflik 8).

Torrskorpelera har generellt antagits ha en odränerad skjuvhållfasthet av 40 kPa.

Lerans dränerade parametrar har generellt antagits till $\phi' = 30^\circ$ samt $c' = 0,1 \cdot \tau_{fu}$ om ej annat framkommit i resultaten av utförda sonderingar eller i tidigare utredningar.

Hållfasthetsärdet på sand och silt har valts dels utifrån utförda CPT-sonderingar och dels eventuellt närliggande äldre undersökningsmaterial.

Morän som underlagrar sedimentjorden har generellt antagits ha en friktionsvinkel på 40° till 45° .

7.4 Utförda åtgärder

I kommunen finns inga kända utförda större geotekniska släntförstärkningsarbeten. På ett flertal ställen återfinns utlagt erosionsskydd och äldre pålpalisader.

7.5 Utförda beräkningar

Resultaten av lägsta säkerhetsfaktorn mot brott som bestämts vid de utförda stabilitetsberäkningarna redovisas på karta 1B.

Samtliga beräknade sektioner redovisas dessutom i sin helhet under pärmflik 8. Beräkningarna är sorterade i nummerordning för de sektioner som kallas K1, K2, K3 osv. Tillhörande översiktliga sektioner är sorterade direkt efter respektive kontrollsektion och benämns Ö1.1, Ö1.2, Ö2.1 osv.

8 Slutsats

8.1 Resultat av utförda stabilitetsberäkningar

8.1.1 Del av Skoghall

Stabilitetsförhållandena i beräkningssektionerna är sådana att de ej uppfyller stabilitetsrekommendationerna för en översiktlig stabilitetsutredning, enligt Skredkommissionens Rapport 3:95. Beräknad säkerhetsfaktor mot brott ligger i intervallet $F_{\text{komb}} = 1,21 - 2,14$ och $F_c = 1,26 - 2,66$. Utbredning av glidytor med lägst beräknad säkerhetsfaktor berör området närmast älven och slår upp som mest c:a 10 à 20 m bakom släntröner.

Inom industriområdet föreligger osäkra jordförhållanden till följd av många områden med fyllning. Otillräckligt underlag föreligger avseende fyllningars mäktighet och om lera underlagrar fyllningen. Det bedöms att flertalet partier av slänterna inom industriområde ej uppfyller stabilitetsrekommendationerna enligt Skredkommissionens Rapport 3:95..

Inom industriområdet har markerats orange färg inom de områden där ej fast mark förekommer, karta Hmö-P1b och Hmö-P2b. Övrig del av utredningsområdet öster om industriområdet har markerats med orange färg på karta Hmö-P1b och Hmö-P2b. I en beräknad sektion, Hmö-ö2.1, är stabiliteten tillfredsställande. Detta område har därvidlag ej markerats på karta Hmö-P2b.

8.2 Allmänt

Syftet med denna utredning har främst varit att översiktligt kartlägga stabilitetsförhållandena i kommunen. Kartläggningen kan sedan användas av kommunen för att se var behov av detaljerade eller kompletterande stabilitetsutredningar kan behövas. Huvuddelen av de resultat som framkommit i denna rapport redovisas på karta 1B.

På karta 1B redovisas färgade områden med följande syften:

- Gult – Område som tidigare klassats som tillfredsställande stabilt eller förstärkts, men nu gällande anvisningar av Skredkommissionen ej följts. Översyn av tidigare utredningar och stabiliserande åtgärder rekommenderas.
- Gult med linjerat raster – Område där översyn av tidigare utredningar och stabiliserande åtgärder bedöms som speciellt angeläget.
- Orange – Område som översiktligt ej kan klassas som tillfredsställande stabilt eller otillräckligt utrett. Detaljerad stabilitetsutredning (enligt Skredkommissionens anvisningar) rekommenderas.
- Orange med linjerat raster – Område där detaljerad stabilitetsutredning bedöms som speciellt angelägen.

Kriteriet för att ett område skall påföras ett färgat fält (gult eller orange) är att antingen den kombinerade analysen ger ett värde på säkerhetsfaktorn som är lägre än 1,5 eller att den odränerade analysen ger ett lägre värde än 2,0 (värden enligt Skredkommissionens Rapport 3:95 för en översiktlig stabilitetsutredning). Områden där säkerheterna är väldigt låga och byggnader / anläggningar bedöms ligga ogynnsamt har även påförts ett linjerat raster. Av de färgade områdena är det mer nödvändigt med fortsatt utredning inom vissa områden än i andra. I tabell "Förteckning över utförda stabilitetsberäkningar" (pärmflik 7) framgår något om i vilka områden som de lägsta säkerhetsfaktorerna mot brott föreligger.

Det är dock först efter en detaljerad utredningen som eventuellt förstärkningsbehov kan fastställas. Inom vissa delar av de färgade områdena behövs sannolikt inte utföras några åtgärder. Det skall åter noteras att även områden där tidigare åtgärder är genomförda kan vara markerade med färg / raster. Sannolikt behövs för många av dessa områden inte så omfattande utredningar genomföras för att området skall kunna klassas som tillfredsställande stabilt. Om den utförda utredningen som föranlett förstärkningen är att betrakta som en detaljerad utredning sänks kravet på säkerhetsfaktorns storlek och därmed har dessa områden ej markerats med någon färg.

Översiktlig stabilitetskartering utförs endast i områden som är avgränsade i förstudien. Detta innebär att områden utanför avgränsningen kan ha otillfredsställande stabilitetsförhållanden utan att det färgats på karta 1B.

Enligt skredkommissionens Rapport 3:95 (Tabell 8:1) skall för all nyexploatering minst detaljerad utredning utföras d.v.s. för nybyggnation men också vid upprättande av ny detaljplan eller vid ändring av detaljplan. Detta gäller såväl utanför som innanför denna karterings utredningsområde, oavsett markering på karta 1B. Därför skall denna utredning aldrig användas som underlag för någon form av nybyggnation.

De säkerhetsfaktorer som har beräknats i samband med denna utredning redovisas på karta B. På karta B redovisas dessutom alla de beräknade säkerhetsfaktorerna som utförts vid tidigare stabilitetsutredningar (förutom i de fall där endast en säkerhetsfaktor innan eventuell åtgärd är redovisad i utredningen, denna redovisas i stället i tabell under pärmflik 6).

8.3 Förslag till fortsatt arbete

Detaljerade utredningar bör på sikt utföras för de områden som har försetts med färg och/eller raster på karta B. Som tidigare nämnts är angelägenhetsgraden och behovet större i vissa områden än i andra. Det är därför lämpligt att kommunen tillsammans med geoteknisk sakkunnig upprättar en prioriteringslista som visar i vilken turordning som områdena bör behandlas.

SWECOs förslag är att karta B kontinuerligt uppdateras med nya och pågående uppdrag som medför att klassificeringen förändras. Kartan bör även uppdateras med uppdrag som är utförda och ej kommit till vår kännedom inom denna utredning.

8.4 Grundvattenmätning

I samband med detta projekt har det installerats flertalet grundvattenrör inom kommunen. Dessa föreslås även fortsättningsvis kontinuerligt avläsas för att därmed erhålla en långtidsobservation. Detta är särskilt motiverat i de områden där extremvärden på portrycken kan påverka säkerheterna. Grundvattenytans nivå varierar under året och det är därför viktigt att bestämma med ett flertal mätningar under ett år vilka extremvärden och fluktuationer som kan föreligga.

Karlstad 2004-02-28
SWECO VBB, Geoteknik

Tomas Nordlander

Kent Henriksson

*

* Kartor används enligt tillstånd av Lantmäteriet: © Lantmäteriet 2002. Dnr: L2002/1047