

PM/ Geoteknik

DETALJPLAN FÖR DEL AV HACKEFORS  
5:1 M.FL.



Slutrapport

2023-08-25

**Uppdrag:** 334383  
**Titel på rapport:** Detaljplan för del av Hackefors 5:1 m.fl.  
**Status:** Slutrapport  
**Datum:** 2023-08-25

**Medverkande**

**Beställare:** Linköpings kommun  
**Kontaktperson:** Elin Möller  
**Konsult:** Tyréns Sverige AB  
**Uppdragsansvarig:** Andreas Alpkvist  
**Handläggare:** Patrik Emanuelsson  
**Kvalitetsgranskare:** Andreas Alpkvist

**Revideringar**

**Revideringsdatum:**  
**Version:**  
**Initialer**

## Innehållsförteckning

<b>1 Objekt.....</b>	<b>6</b>
<b>2 Ändamål.....</b>	<b>7</b>
<b>3 Underlag för PM Geoteknik.....</b>	<b>7</b>
<b>4 Styrande dokument.....</b>	<b>7</b>
<b>5 Markförhållanden.....</b>	<b>7</b>
5.1 Delområde A (del av Tannefors 1:101 och Tannefors 1:96).....	7
5.1.1 Geotekniska förhållanden.....	8
5.1.2 Hydrogeologiska förhållanden.....	8
5.2 Delområde B (del av Hackefors 5:1, Hackefors 5:27 och Hackefors 5:37).....	8
5.2.1 Geotekniska förhållanden.....	8
5.2.2 Hydrogeologiska förhållanden.....	9
5.2.3 Markradon.....	9
<b>6 Geotekniska beräkningsförutsättningar.....</b>	<b>9</b>
6.1 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass.....	9
6.2 Valda värden.....	9
6.2.1 Delområde A.....	10
6.2.2 Delområde B.....	10
6.2.3 Dimensionerande hydrogeologiska förutsättningar.....	11
6.3 Modellosäkerheter.....	11
6.4 Beräkningar.....	12
6.4.1 Laster.....	12
6.4.2 Brottgräns.....	12
6.4.3 Bruksgräns.....	12
<b>7 Rekommendationer.....</b>	<b>13</b>
7.1 Grundläggning.....	13
7.2 Schaktarbeten.....	13
7.3 Anläggning av hårdgjorda ytor.....	13
7.4 Stabilitet.....	13
7.5 Grundvattensänkning.....	14
7.6 Dagvattenhantering.....	14

<b>8 Kontroller</b> .....	<b>15</b>
8.1 Allmänt.....	15
8.2 Grundläggning .....	15
8.3 Befintliga byggnader, anläggningar och ledningar.....	15
8.4 Omgivningspåverkan .....	15

**Bilagor**

Beteckning  
Bilaga 1 Valda värden

**Tillhörande dokument/hänvisningar**

Beteckning	Datum	Rev. datum
MUR	2023-08-25	

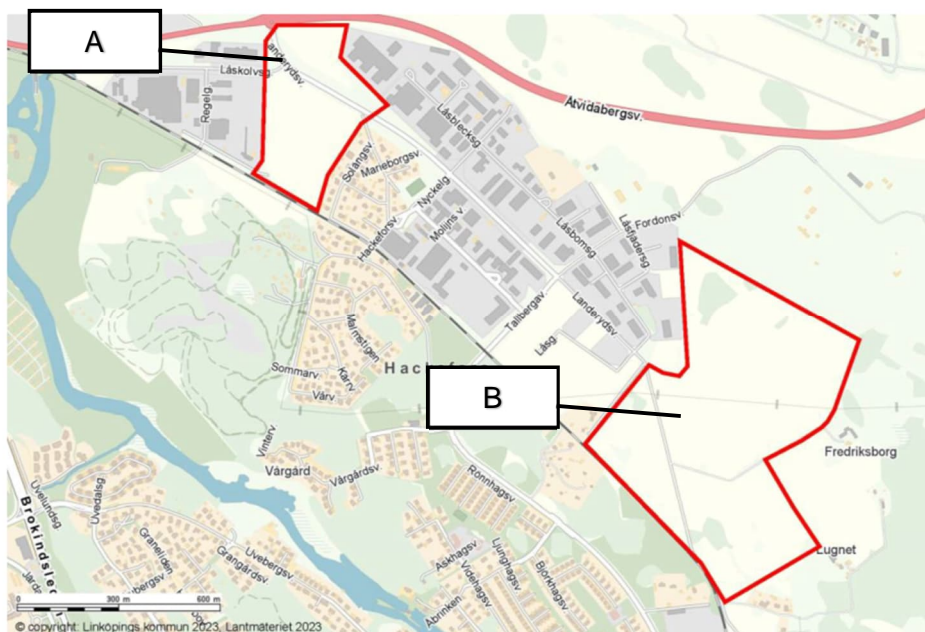
## Inledning

Föreliggande PM Geoteknik klargör förutsättningar avseende geoteknik och grundvatten inför upprättande av detaljplanen. Sammanställning av nu utförda undersökningar redovisas i en separat rapport, Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/Geoteknik).

Detta PM skall inte användas som underlag till projektering/dimensionering av konstruktioner/anläggningar.

## 1 Objekt

Tyréns Sverige AB har på uppdrag av Linköpings kommun utfört en geoteknisk och hydrogeologisk undersökning i samband med upprättande av en ny detaljplan för del av Hackefors 5:1 m.fl. Undersökningarna utförs på två delområden (A och B). Delområde A utgörs av del av fastigheterna Tannefors 1:101 och Tannefors 1:96. Delområde B utgörs av del av Hackefors 5:1, Hackefors 5:27 och Hackefors 5:37. De aktuella områdena är belägna i stadsdelen Hackefors i den östra delen av Linköping.



Figur 1. Aktuella delområden ses i rött.

## 2 Ändamål

Utförd undersökning syftar till att klargöra de geotekniska och hydrogeologiska förutsättningarna inför upprättande av en ny detaljplan för att möjliggöra nya verksamheter på mark som idag utgörs av åkermark.

## 3 Underlag för PM Geoteknik

1. VIAK (1964), Yttrande över översiktlig grundundersökning inom område vid Sviestad i Linköping, Arb.nr 16.2323, Daterad 1964-04-30.
2. VIAK (1969), PM angående grundförhållandena inom planerat industriområde i Åby, Linköping, Arb.nr 61.6475, Daterad 1969-12-09.

## 4 Styrande dokument

Tabell 1. Styrande dokument.

<b>Dokument</b>
TK Geo 13, R2.0 (om TRVFS)
AMA-Anläggning 23
IEG 2:2008 R3 Tillämpningsdokument Grunder
IEG 4:2008 R1 Tillämpningsdokument Dokumenthantering
IEG 6:2008 R1 Tillämpningsdokument Slänter och bankar

## 5 Markförhållanden

### 5.1 Delområde A (del av Tannefors 1:101 och Tannefors 1:96)

Marken utgörs idag av relativt plan åkermark samt innehåller ett dike som går längs områdets västra del för att därefter korsa det aktuella området i nordvästlig-sydöstlig riktning på den södra halvan och ansluter mot järnvägen.

Inmätta nivåer vid utförda undersökningspunkter varierar mellan +48 och +50. Både högre och lägre punkter kan finnas i det aktuella området.

### 5.1.1 Geotekniska förhållanden

Jordlagerföljden utgörs av 0,5 till 1,5 m fyllning av lera. Under fyllningen följer naturliga lagrad torrskorpelera/fast lera ovanpå lös lera som vilar på friktionsjord. Ställvis kan silt mellanlagra den lösa lera och friktionsjorden.

Ställvis saknas torrskorpeleran. Den är dock ersatt av en fast lera. Underkanten för torrskorpan och den fasta lera påträffas mellan på djup mellan 1 till 3 meter.

Den lösa lera har i tidigare undersökning utvärderats enligt finlekstalet, vilket varierat mellan 38 till 93 % motsvarande en konflytgräns av 38 till 100 %. Nya laboratorieundersökningar visar på en vattenkvot som varierar mellan 52 och 79 % och en konflytgräns mellan 61 och 74 %. Den lösa lerans underkant har i undersökningspunkterna påträffats på mellan 4,5 till 17,5 m under markytan.

### 5.1.2 Hydrogeologiska förhållanden

Grundvattenförhållandena varierar med topografin i området. I tidigare undersökningar har fria vattenytor påträffats 1,2 till 1,6 m under markytan. Omvandlat till RH 2000 motsvarar dessa nivåer mellan +47,1 till +47,9.

### 5.1.3 Delområde B (del av Hackefors 5:1, Hackefors 5:27 och Hackefors 5:37)

Marken utgörs idag av åkermark där topografin är kuperad och utgörs av en böljande karaktär. Berg i dagen eller ytligt berg har påträffats i de partier som är högre belägna. I det aktuella området korsar en asfalterad väg med anslutande grusväg i områdets sydvästra och centrala del. I områdets centrala del korsar även en luftburen elledning.

Marknivån inom det aktuella området är relativt plan och inmätta nivåer vid utförda undersökningspunkter varierar mellan +57 och +63. Både högre och lägre punkter finns i det aktuella området.

### 5.1.4 Geotekniska förhållanden

Jordlagerföljden utgörs av huvudsakligen 1 till 3 m naturliga lagrad torrskorpelera på fast lera. Den fasta lera vilar på silt som följs av friktionsjord. Ställvis förekommer det lös lera i den sydöstliga delen av det aktuella området.

Lokalt förekommer höjdparter som består av friktionsjord. Berg i dagen har observerats på flertalet av höjdparterna. Enligt tidigare undersökningar är



jordmäktigheterna troligtvis begränsade. Friktionsjorden har ej undersökts närmre avseende dess egenskaper.

Den fast lera har i tidigare undersöknings utvärderats enligt finlekstalet. Som varierat mellan 52 till 70%, motsvarande en konflytgräns av 54 till 74%. Ny labbundersökningar visar på vattenkvot som varierar mellan 50 till 52% och en konflytgräns mellan 60 till 68%. Den lösa lerans underkant har i undersökningspunkterna påträffats på mellan 6 till 7 m djup.

### 5.1.5 Hydrogeologiska förhållanden

Grundvattenförhållandena varierar i området med topografin. Nivåer mellan +55,8 till +61,4 har uppmätts, motsvarande 0,3 till 1,5 m under markytan.

### 5.1.6 Markradon

Markradon har mätts i två undersökningspunkter. Mätresultaten varierar mellan 18-44 kBq/m<sup>3</sup>. Båda punkterna visar således på normalradonmark.

## 6 Geotekniska beräkningsförutsättningar

### 6.1 Geoteknisk kategori och säkerhetsklass

Geoteknisk kategori 2 och säkerhetsklass 2 har bedömts gälla för undersökningar. Vid detaljprojektering skall en ny bedömning utföras av Geoteknisk kategori och säkerhetsklass för varje enskilt objekt.

### 6.2 Valda värden

Beräkningar i brott- och bruksgränstillstånd utförs med nedanstående parametrar och partialkoefficienter. Dessa är utvärderade ur undersökningsresultaten med stöd av IEG:s tillämpningsdokument Grunder (Rapport 2:2008).

Utgångspunkt är härledda värden som är uppmätta vid fält- eller laboratorieundersökning.

Utifrån härledda värden bedöms ett valt värde  $x_{valt}$  vilket är utvärderat från sammanställning av härledda värden för respektive parameter, där felaktiga mätvärden exkluderats. Hänsyn tas till empiri och olika undersökningsmetoders relevans för aktuell brottmekanism.”

Karakteristiska värden  $x_k$  erhålls genom att reducera eller öka det valda värdet  $x_{valt}$  med en omräkningsfaktor  $\eta$  enligt ekvation (1).

Omräkningsfaktorn beaktar bland annat tillförlitligheten i undersökningen samt osäkerheter relaterade till jordens egenskaper och aktuell konstruktion.

$$X_k = \eta \cdot X_{valt} \quad (1)$$

$\eta$  Omräkningsfaktor som tar hänsyn till osäkerheter relaterade till jordens egenskaper och aktuell geokonstruktion enligt.

$X_{valt}$  Det valda värdet (bör beräknas eller uppskattas som medelvärde av härledda värden).

Dimensionerande värdet  $X_d$  erhålls genom att applicera den geotekniska parametern  $\gamma_M$  till det karakteristiska värdet enligt ekvation (2) och används då ett lågt värde är dimensionerande.

$$X_d = \frac{1}{\gamma_M} \cdot X_k \quad (2)$$

Ekvation (3) nyttjas när ett högt värde är dimensionerande.

$$X_d = \gamma_M \cdot X_k \quad (3)$$

Där  $\gamma_M$  är en fast partialkoefficient.

### 6.2.1 Delområde A

Utifrån härledda värden föreslås valda värden vara aktuella för delområde A. Partialkoefficienter och "äta"-faktorer skall senare väljas efter jordart samt konstruktionstyp. Valda värden redovisas grafiskt i bilaga 1.

Tabell 2. Valda värden för parametrar i jordmodellen.

Jordart	Djup	M/T*	$\gamma_{valt}/\gamma'_{valt}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\phi_{valt}/C_{u,valt}$ [°/kPa]	$E_{valt}$ [MPa]
Torrskorpelera	0-2 (Varierar)	4B/3	17/7	$\phi = 30$ $C_u = 35$	$E = 8,75$
Lera 1	2-4 (Varierar)	4B/3	17/7	$\phi = 30$ $C_u = 17$	$E = 4,25$
Lera 2	4-17 (Varierar)	4B/3	17/7	$\phi = 30$ $C_u = 17+1,3/m$	$E = 4,25+0,3/m$

\*Materialtyp/Tjälfarlighetsklass enligt AMA 20

### 6.2.2 Delområde B

Utifrån härledda värden föreslås valda värden vara aktuella för delområde B. Partialkoefficienter och "äta"-faktorer skall senare väljas efter jordart samt konstruktionstyp. Valda värden redovisas grafiskt i bilaga 1.

Tabell 3. Valda värden för parametrar i jordmodellen.

<i>Jordart</i>	<i>Djup</i>	<i>M/T*</i>	$\gamma_{valt}/\gamma'_{valt}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\varphi_{valt}/c_{u,valt}$ [°/kPa]	$E_{valt}$ [MPa]
Torrskorpelera	0-2 (Varierar)	4B/3	17/7	$\varphi = 30$ $c_u = 40$	$E = 10$
Lera	2-11 (Varierar)	4B/3	17/7	$\varphi = 30$ $c_u = 20+1,1/m$	$E = 5+0,3$
Silt	6-8 (Varierar)	5A/4	17/9	$\varphi = 30$ $c_u = 60$	$E = 8$

\*Materialtyp/Tjälfarlighetsklass enligt AMA 20

### 6.2.3 Dimensionerande hydrogeologiska förutsättningar

Dimensionerande grundvattennivå ansätts till torrskorpelaras underkant, motsvarande cirka 1 till 2 meter under markytan. Lokalt kan dock grundvatten påträffas på både större och mindre djup.

## 6.3 Modellosäkerheter

Vid bruksgränsdimensionering skall hänsyn tas till pålastning pga. uppfyllnad av marknivå och avlastning pga. urschaktning. Partialkoefficienter för beräkningar i brukgräns- och brottgränstillstånd redovisas nedan.

 Tabell 4. Partialkoefficienter för osäkerhet i beräkningsmodell  $\gamma_{Rd}$ 

<b>Beräkningsmodell</b>	$\gamma_{Rd}$
Bärighetsberäkning enligt allmänna bärighetsekvationen	1,0
Beräkningar i bruksgränstillstånd avseende sättningar**	1,3

\*\*I den svenska tillämpningsbilagan rekommenderas att en modellfaktor,  $\gamma_{Rd}$ , införs vid beräkning av dimensionerande sättningar och sättningsdifferens för att med rimlig säkerhet kunna verifiera att man uppfyller kraven på total- och differenssättningar. Modellfaktorn sätts till  $\gamma_{Rd} = 1,3$  i bruksgränstillstånd enligt den svenska tillämpningsbilagan.

## 6.4 Beräkningar

### 6.4.1 Laster

Laster har schablonmässigt ansatts till följande:

10 kN/m<sup>2</sup> för byggnader

20 kN/m<sup>2</sup> per meter uppfylld mark.

Lastspridning har ej beaktats.

### 6.4.2 Brottgräns

Överslagsberäkningar har utförts för okorrigerade värden, och således enligt totalsäkerhetsanalys. Säkerhetsfaktor av 1,7 har ansattas och överslagsberäkning har utförts enligt Bilaga A i IEG Rapport 6:2008.

Överslagsberäkning visar att stabilitetsproblem bedöms kunna uppstå vid belastningar om cirka 50 kPa i totalsäkerhetsanalys, vilket motsvarar en uppfyllnad på ca 2,5 m.

### 6.4.3 Bruksgräns

Beräkningar har överslagsmässigt utförts enligt Hooks lag och bedöms gälla för belastningar upp till 80% av förkonsolideringstrycket. Vilket för delområde A motsvarar cirka 20 kPa och för delområde B cirka 50 kPa.

Beräkningar för båda delområde har dock utförts med en last av 20 kPa.

Angivna värden för sättningar i tabellen nedan redovisas ett spann som är beroende av lerdjupet. Där större sättningar erhålls med ett ökat lerdjup. Krypsättningar har ej beaktats.

Tabell 5. Resultat av sättningsberäkningar

<b>Beräkning</b>	<b>Sättning, <i>s</i></b>
Delområde A (lerdjup 5 till 17 m)	Ca 25-80 mm
Delområde B (lerdjup 4 till 11 m)	Ca 20-50 mm

## 7 Rekommendationer

### 7.1 Grundläggning

Grundläggning av byggnader är beroende av storlek, laster och placering. Innan en detaljerad undersökning har utförts skall det förutsättas att grundläggning utförs med pålar och/eller plintar. Risk finns annars att ojämna sättningar uppstår med skador på byggnader som följd.

Längd på pålar/plintar undersöks i projekteringsskedet.

Grundläggning rekommenderas ske radonskyddat då området klassas som normalradonmark.

### 7.2 Schaktarbeten

Schakter skall utföras enligt Anläggnings-AMA samt handboken "Schakta säkert – säkerhet vid schaktning i jord" från Arbetsmiljöverket.

Schaktens släntlutning är beroende av jordens egenskaper, schaktdjup, väderlek, tid som schaktet står öppet, belastning vid släntrön samt grundvattenförhållanden. Schakt skall således anpassas mot förhållandena som gäller vid schakten.

### 7.3 Anläggning av hårdgjorda ytor

Hårdgjorda ytor skall utföras enligt Anläggnings AMA. Uppfyllnad i området bedöms kunna utföras upp till 0,7 meter (15 kPa) utan att förstärkning erfordras för båda delområdena.

Vid större belastningar bör åtgärder utföras för att minska sättningarna. Val av åtgärd och omfattningen bestäms vid detaljprojektering.

### 7.4 Stabilitet

Byggnation inom de aktuella områdena bedöms ej påverka någon storskalig stabilitet. Byggnationer nära befintliga diken utgör en potentiell risk där stabiliteten kan bli undermålig. Diken skall således beaktas så att byggnader och körbanor placeras så att stabiliteten ej äventyras.

Avsaknad av block i markytan samt relativt platt terräng gör att rasrisk för block saknas.

## 7.5 Grundvattensänkning

Tillfällig avsänkning av grundvattennivån får endast utföras om det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas genom erforderlig pumpning. I annat fall krävs tillstånd enligt miljöbalken.

## 7.6 Dagvattenhantering

I Linköpings kommuns dagvattenpolicy finns följande prioriteringsordning angående dagvattenhantering. En lösning skall utformas med hänsyn till prioriteringsordningen.

- 1: Lokalt omhändertagande av vatten. Infiltration eller lokal fördröjning inom fastigheten.
- 2: Fördröjning nära källan & trög avledning. Exempelvis fördröjning i öppen dagvattenlösning som dagvattendiken och skelettjordar utanför fastigheten.
- 3: Samlad fördröjning. Exempel en damm som samlar dagvatten från ett större område/flera fastigheter.
- 4: Ledningsnät. Om förutsättningarna inte tillåter något av ovanstående alternativ kan avledning ske via ledningsnätet för dagvatten.

Aktuella områden består till största delen av lera vilken inte är lämplig för infiltrering av dagvatten. Därför rekommenderas i första hand alternativ 2 med fördröjning nära källan och trög avledning.

## 8 Kontroller

### 8.1 Allmänt

Kontroll ska utföras enligt rapport BFS 2011:10 EKS8§13-16 samt enligt Eurocode 7-2 kap 2.5 Kontroll.

### 8.2 Grundläggning

När dimensionerande laster och utformning av grundläggning bestämts skall kontroller mot bärighetsbrott och eventuella sättningar kontrolleras.

### 8.3 Befintliga byggnader, anläggningar och ledningar

De båda delområde omges helt eller delvis av befintliga byggnader, anläggningar och ledningar. En riskanalys skall upprättas för att bedöma hur dessa påverkas av vibrationsalstrande arbeten.

### 8.4 Omgivningspåverkan

Vid pålning, spontdrivning, schaktning och packning uppkommer vibrationer som kan påverka omgivningen negativt. Vibrationer sprider sig i marken och kan ge upphov till skador på omkringliggande byggnader och anläggningar. Innan vibrationsalstrande arbeten påbörjas inom undersökningsområdet ska en riskanalys upprättas. I denna ska minst anges omfattning av omkringliggande byggnader och anläggningar som ska avsynas, riktvärden för vibrationer samt behov av vibrationsövervakning.

Influensområde vid pålningsarbeten för massundanträngning, sättningkoner alternativt markhävningar uppskattas från 1:1 till 2:1 från pålspets till markytan.

Pålning kan ge upphov till förhöjt portryck i lera/silt. Pålning bör generellt ske i riktning ifrån närliggande konstruktioner, anläggningar och slänter för att minska omgivningspåverkan vid installationsarbetet.

