



Statens geotekniska institut

# Geokalkyl 2.0

Metodbeskrivning och implementering

*Slutredovisning av ett regeringsuppdrag*



SGI Publikation 33

Linköping 2016

SGI Publikation 33

Hänvisa till detta dokument på följande sätt:  
SGI (2016) *Geokalkyl 2.0. Metodbeskrivning  
och implementering*. SGI Publikation 33,  
Statens geotekniska institut, Linköping.

Diarienummer: 1.1-1307-0499

Uppdragsnummer: 16025

Beställning:

Statens geotekniska institut  
Informationstjänsten  
581 93 Linköping  
Tel: 013-20 18 04  
E-post: [info@swedgeo.se](mailto:info@swedgeo.se)

Ladda ner publikationen som PDF  
[www.swedgeo.se](http://www.swedgeo.se)

Bilder på omslaget: Setareh Yousefi, SGI (vänster), Jim Hedfors,  
SGI (mitten), Elin Sjöstedt, SGI (höger).



**Statens geotekniska institut**

# Geokalkyl 2.0

Metodbeskrivning och implementering

**SGI Publikation 33**

**Linköping 2016**





## Förord

Genom regeringsbeslut den 13 juni 2013 fick Statens geotekniska institut (SGI) i uppdrag att utveckla ett geokalkylsystem för planering och kostnadsbedömning av markbyggnationer. Slutrapport ”*Geokalkyl för planering av bebyggelse i tidiga skeden*” (SGI Publikation 16, 2015) lämnades till regeringen 2015-05-15.

SGI har därefter fått ett nytt uppdrag att komplettera och implementera systemet Geokalkyl (Regeringsbeslut 2015-10-08, samt Regleringsbrev avseende anslag 1:1 Bostadspolitik inom utgiftsområde 18). Uppdraget ska slutredovisas till Regeringskansliet (Näringsdepartementet) senast den 12 december 2016. En delredovisning ingavs till Näringsdepartementet den 9 juni 2016.

Arbetet har genomförts av en arbetsgrupp på SGI bestående av, Bo Lind (uppdragsledare), Stefan Turesson, Maria Arm, Mats Öberg, Jim Hedfors och Maria Kristensson i samverkan med Ingegerd Ask och Karin Westström, på Nyköpings kommun samt Fredrik Sandberg Svärd, Sara Sardari Sayyar och Klas Friberg vid Jönköpings kommun. Övrig medarbetare har varit Elias Jörholt från SWECO. Rapporten har sakgranskats av Karin Odén (SGI).

Uppdraget har utförts i samverkan med Trafikverket, Lantmäteriet, Sveriges geologiska undersökning och andra berörda parter där följande personer medverkat i seminarium: Lovisa Moritz (Trafikverket), Ingegerd Ask (Nyköpings kommun), Lars Rodhe och Björn Wiberg (Sveriges geologiska undersökning), Stigbjörn Olovsson (Lantmäteriet), Fredrik Sandberg Svärd (Jönköpings kommun), Mats Öberg (SGI), Stefan Turesson (SGI), Jim Hedfors (SGI), Maria Arm (SGI), Ola Wik, (SGI), Elias Jörholt (SWECO) och Gunnel Helgesson (Jönköpings kommun).

I enlighet med regeringens beslut överlämnar SGI härmed föreliggande slutrapport för uppdraget ”Komplettera och implementera systemet Geokalkyl” (N2015/04735/PUB). Till redovisningen hör också undervisningspaket i form av instruktionsfilmer som är tillgängliga på SGI:s webbplats: [www.swedgeo.se/geokalkyl](http://www.swedgeo.se/geokalkyl)

Linköping 2016-12-07

Åsa-Britt Karlsson  
Generaldirektör



# Innehållsförteckning

<b>1. Uppdrag och bakgrund</b> .....	<b>8</b>
1.1 Uppdraget .....	8
1.2 Bakgrund.....	8
<b>2. Nytt och användning av systemet</b> .....	<b>9</b>
2.1 Kompetens .....	9
2.2 Alla kostnader är schabloner .....	9
<b>3. Arbetsprocessen</b> .....	<b>11</b>
<b>4. Metodbeskrivning – mappstruktur</b> .....	<b>12</b>
4.1 Allmänna riktlinjer.....	12
<b>5. Metodbeskrivning – utförande</b> .....	<b>15</b>
5.1 Arbetsblock 1 – Förarbete och import av data till Geokalkyl .....	16
5.2 Metod A – befintliga data från fastighetskartan .....	20
5.3 Metod B – eget planeringsunderlag .....	27
5.4 Arbetsblock 2 – Beräkningar.....	34
5.5 Redovisning .....	42
5.6 Plattform för information och tillgång till Geokalkyl .....	50
<b>6. Tolka och utvärdera resultatet</b> .....	<b>51</b>
<b>7. Faktorer som påverkar geokalkylen</b> .....	<b>51</b>
7.1 Geotekniska faktorer.....	51
7.2 Miljöföroreningar .....	52
7.3 Klimatanpassningsåtgärder .....	52
7.4 Andra faktorer som påverkar kalkylen .....	53
<b>8. Exempel och implementering</b> .....	<b>54</b>
8.1 Nyköping .....	54
8.2 Jönköping.....	65

Bilaga 1. Ingående poster för kostnadsberäkning

Bilaga 2. Omvandlingstabell, jordarter respektive geotekniska terrängklasser

# 1. Uppdrag och bakgrund

## 1.1 Uppdraget

SGI har på uppdrag av regeringen utvecklat ett verktyg, Geokalkyl, för att översiktligt bedöma kostnaden för olika grundläggningsåtgärder i områden med olika geotekniska förutsättningar.

Regeringen beslutade i oktober 2015 att ge Statens geotekniska institut i uppdrag att komplettera och implementera verktyget Geokalkyl. SGI ska inom ramen för uppdraget komplettera systemet med grunddata så att användare får direkt tillgång till ett kalkylsystem som redan från början är förberett för grunddata, vilket underlättar översiktliga kalkyler. SGI ska också öka användningen av systemet genom implementering och via utbildningsinsatser och därför ta fram ett utbildningspaket. Utbildningspaketet ska även vara tillgängligt on-line på SGI:s webbplats.

Uppdraget har utföras i samverkan med Trafikverket (Lovisa Moritz), Lantmäteriet (Stigbjörn Olofsson), Sveriges geologiska undersökning (Lars Rodhe, Björn Wiberg) och andra berörda parter där följande personer medverkat i seminarium: Lovisa Moritz (Trafikverket), Ingegerd Ask (Nyköpings kommun), Lars Rodhe (Sveriges geologiska undersökning), Björn Wiberg (Sveriges geologiska undersökning), Stigbjörn Olovsson (Lantmäteriet), Fredrik Sandberg Svärd (Jönköpings kommun), Mats Öberg (SGI), Stefan Turesson (SGI), Jim Hedfors (SGI), Maria Arm (SGI), Ola Wik, (SGI), Elias Jörholt (SWECO), Gunnel Helgesson (Jönköpings kommun).

## 1.2 Bakgrund

Verktyget Geokalkyl finns tidigare beskrivet i Rogbeck et al. (2015)<sup>1</sup>. Föreliggande rapportering innehåller pilotstudier med implementeringar i Nyköping och Jönköping samt instruktionsfilmer med steg för steg beskrivning av hur verktyget laddas med data och hur kalkylerna genomförs. För fullständighetens skull presenteras här, i bilagor, geotekniska faktorer, miljöföreningar och klimatpåverkan – beskrivningar som även ingår i den tidigare rapporten (Rogbeck et al. 2015).

Markens uppbyggnad och geotekniska egenskaper påverkar i hög grad dess byggbarhet och kostnaderna för geotekniska förstärkningsåtgärder samt grundläggning av byggnader och anläggningar. Kostnaderna för grundläggning är normalt betydligt högre inom ett lerområde jämfört med ett område med fast jord eller berg. Mark- och grundläggningskostnaden har bedömts uppgå till omkring 20 % av den totala bygg- och anläggningskostnaden<sup>2</sup> vilket innebär att markens byggbarhet kan ha stor inverkan på byggprojektets totala kostnad. Genom att kartlägga och beskriva markegenskaperna kan kostnaden för grundläggning översiktligt beräknas och jämföras mellan olika områden.

Detta Geokalkylsystem är en vidareutveckling av tidigare metodik och tar nu också hänsyn till eventuella markföreningar samt ändrade framtida förhållanden på grund av klimatförändringen. Systemet har utvecklats parallellt med Trafikverkets system som gäller geoeconomiska kalkyler för

<sup>1</sup> Rogbeck, Y, Bertilsson, R, Hedfors, J, Hågeryd, AC, Helgesson, H, Kiilsgaard, R & Lind, B (2015) *Geokalkyl för planering av bebyggelse i tidiga skeden. Metodbeskrivning*. SGI Publikation 16, Statens geotekniska institut, Linköping.

<sup>2</sup> SGI (1996) *Geotekniska skadestnader och behov av ökad geoteknisk kunskap, Regeringsuppdrag, 1995-06-01*. Statens geotekniska institut, Linköping.



vägar och järnvägar och de båda systemen har harmoniserats så att kalkylerna görs på liknande sätt. Arbetsprocessen har harmoniserats med Trafikverkets system, Geokalkyl väg, 2016-02-01<sup>3</sup>. Denna metodbeskrivning avser Geokalkyl som fokuserar på planering och utformning av bebyggelse, medan Trafikverket ansvarar för systemet för kalkylering av väg- och järnvägsprojekt.

Syftet med Geokalkylsystemet är att i tidiga skeden till exempel vid kommunernas tidiga planeringsskeden få en uppfattning om de geotekniskt relaterade kostnaderna. Systemet utgår från de geotekniska egenskaperna och redovisar kostnaden för geotekniska förstärkningsåtgärder, schakt och fyllning, konstbyggnader och eventuella klimatanpassningsåtgärder eller eventuell behandling av förorenad mark.

## 2. Nyttan och användning av systemet

### 2.1 Kompetens

Geokalkyl är ett expertsystem som kräver kompetens vid användningen och tolkning av resultaten. Följande kompetenser bör ingå vid genomförande av geokalkylerna:

- Geotekniker för tolkning av markförhållanden och kalkylresultat.
- Person med erfarenhet av ArcGIS Desktop för hantering och bearbetning av informationen i GIS-miljö.

Nyttjande av verktyget Geokalkyl innebär att användaren, som licenstagare, accepterar att följa villkoren i en öppen licens som är tillgänglig på SGI:s webbplats [www.swedgeo.se/geokalkyl](http://www.swedgeo.se/geokalkyl).

### 2.2 Alla kostnader är schabloner

Geokalkyl ger en grov uppfattning om de geotekniska kostnaderna för markbyggnad och dess styrka är att möjliggöra jämförelser mellan olika bebyggelseområden. Geokalkyl ska inte användas för kostnadsberäkning av enskilda byggnader. Systemet genererar kartor och 3D visualiseringar av bebyggelseområden där kostnaden för markförstärkning och masshantering för byggnader, vägar och andra hårdgjorda ytor framgår. Kostnaderna är beräknade som schablonkostnader utifrån en förvald standardmetod för pålning, schaktning, markuppfyllnad och andra markåtgärder (Bilaga 1). Till dessa förvalda grundläggingskostnader kommer ”övriga” kostnader som läggs in till exempel vid förekomst av markföroreningar eller vid särskilda byggnationer som till exempel vallar som översvämningsskydd för klimatanpassning.

Varje markbyggnadsprojekt är mer eller mindre unikt med vitt skilda metoder för konstruktion och utförande av grundläggning. Därmed kan också kostnaderna skilja sig inom vida gränser. Denna metodik baseras på schablonkostnader valda i 2014 till 2016 års kostnadsnivå för vissa vanligt förekommande metoder. Det handlar om val av pålar och pållängd, kostnad för sprängning och schaktning etcetera. Metoden ger på så sätt en grov uppfattning om kostnaden – men inte ett exakt

---

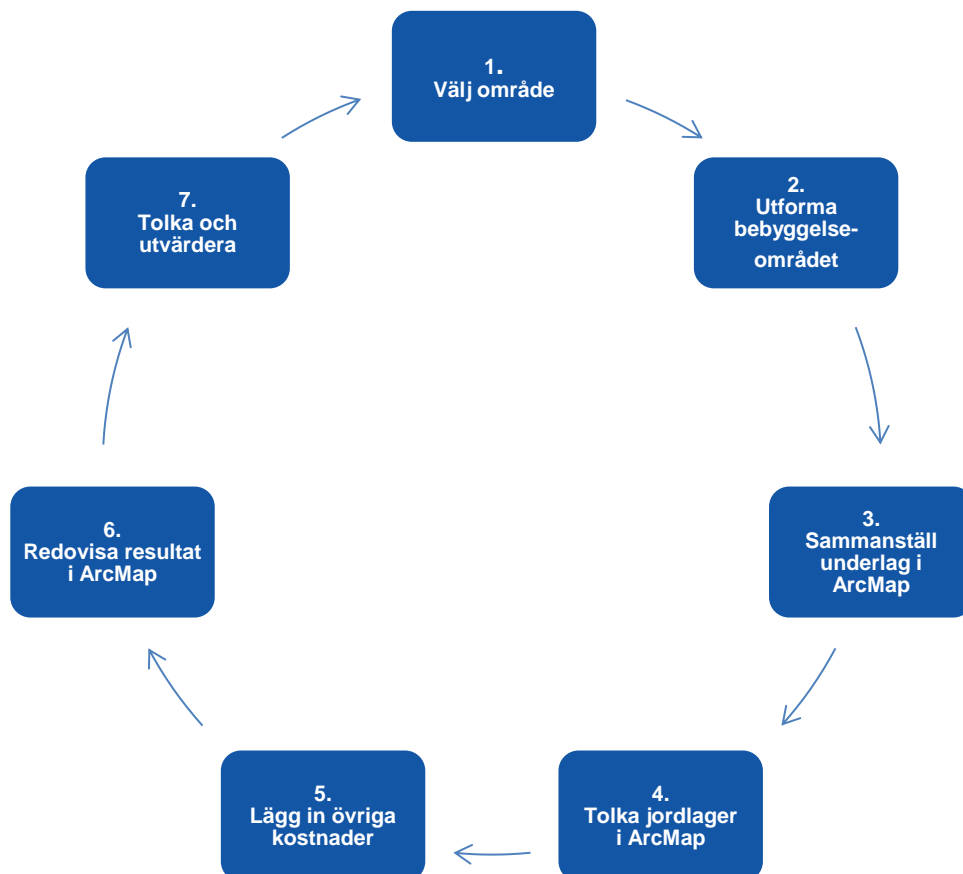
<sup>3</sup> Trafikverket 2016-02-01, Metodbeskrivning Geokalkyl väg – tidiga skeden, Version 2

värde. För kostnads kalkyl som underlag för finansiering krävs detaljerad projektering av byggnader och vägar samt projektering av grundläggningsmetod och byggmetod.

De förvalda kostnaderna i systemet baseras på en medelnivå för byggkostnader i svenska städer. Kostnaden för att bygga kan variera mellan olika orter i landet och beror i huvudsak på skillnader i transportkostnader och arbetskostnader samt på kostnader beroende av klimattyper. I Geokalkyl finns därför möjlighet att justera kostnadsmatrisen för olika tillämpningar.

### 3. Arbetsprocessen

Geokalkyl innefattar dels värdering av markens byggbarhet genom indelning av området i *geotekniska terrängklasser* (GTK-klasser), dels beräkning av kostnader för geotekniska markförstärkningsarbeten samt schakt och fyllning för olika typer av byggnader och hårdgjorda ytor. Följande steg behandlas i arbetsprocessen:



1. Det område som ska studeras väljs ut och markeras med en obruten avgränsningslinje på karta.
2. Byggnader, hårdgjorda ytor och grönområden placeras ut.
3. Underlaget från punkt 1 och 2 sammanställs på karta i ArcMap.
4. GTK-klasser anges med utgångspunkt från geologiska kartan och övrig geologisk och geoteknisk information.
5. Här finns möjlighet att lägga in övriga kostnader för förorenad mark, åtgärder för klimatanpassning samt andra specifika kostnader.
6. Geokalkyl genomför beräkningarna och redovisar resultatet i form av 3D visualisering av området. Redovisningen sker med färger i elva klasser med grundläggningkostnaden angiven i kr/m<sup>2</sup>. Utskrift kan göras med varierande antal GIS-lager representerade.
7. Resultatet från Geokalkyl måste tolkas och värderas.

## 4. Metodbeskrivning – mappstruktur

### 4.1 Allmänna riktlinjer

En steg för steg-demonstration av Geokalkyl finns tillgänglig på SGI:s webbplats:

[www.swedgeo.se/geokalkyl](http://www.swedgeo.se/geokalkyl)

För att utföra beräkningen och för att kunna följa instruktionen förutsätts att kriterierna för *kompetens*, *mjukvaror* och *kartunderlag* är uppfyllda samt att själva *verktyget*, *mappstrukturen* och *data* finns på plats hos användaren. Instruktionen använder exempeldata som finns tillgängligt för nedladdning via SGI:s webbplats [www.swedgeo.se/geokalkyl](http://www.swedgeo.se/geokalkyl).

#### 4.1.1 Kompetens

För att använda verktyget krävs att två kompetenser är representerade i den grupp som arbetar fram underlaget. De kompetenser som behövs är:

- En geotekniker för tolkning av markförhållanden och kalkylresultat.
- En person med erfarenhet av ESRI:s program ArcGIS Desktop för hantering och bearbetning av informationen i GIS-miljö.

#### 4.1.2 Mjukvaror

Följande programvaror behövs för att kunna genomföra beräkningen:

Program	Version
ArcGIS Desktop	10.2
ArcGIS tillägg 3D-analyst	10.2
Microsoft Excel	2010

#### 4.1.3 Kartunderlag

För att kalkylen ska kunna genomföras krävs minst följande underlag:

Underlag	Format	Leverantör
GSD-Höjddata, grid 2+	ESRI Grid	Lantmäteriet
Jordartskartan	Shp	SGU
Analysområde	Shp	"egen data"
Byggnader	Shp	"egen data"
Hårdgjorda ytor	Shp	"egen data"
Grönytor	Shp	"egen data"
Klimatdata, översvämningskartering	Shp	"egen data" och/eller SMHI, MSB
Förorenade områden	Shp	"egen data" och/eller länsstyrelse
Fastighetskartan (Ej obligatorisk)	Shp	Lantmäteriet

Ju mer geotekniskt underlag som finns tillgängligt desto bättre blir tolkningen av jordlagerföljderna. Om det finns geotekniska undersökningar tillgängliga så bör även dessa laddas in som underlag i kartmiljön. Det gäller även kompletterande data som till exempel jorddjup (SGU), information om risker/förutsättning för skred/ras och erosion (SGI/SGU), översvämningsdata (MSB) och förorenade områden (Länsstyrelse).

#### **4.1.4 Mappstruktur**

Mappstrukturen som krävs för genomförande av kalkylen består av sex stycken huvudmappar vars innehåll och användning beskrivs i Tabell 4.1.

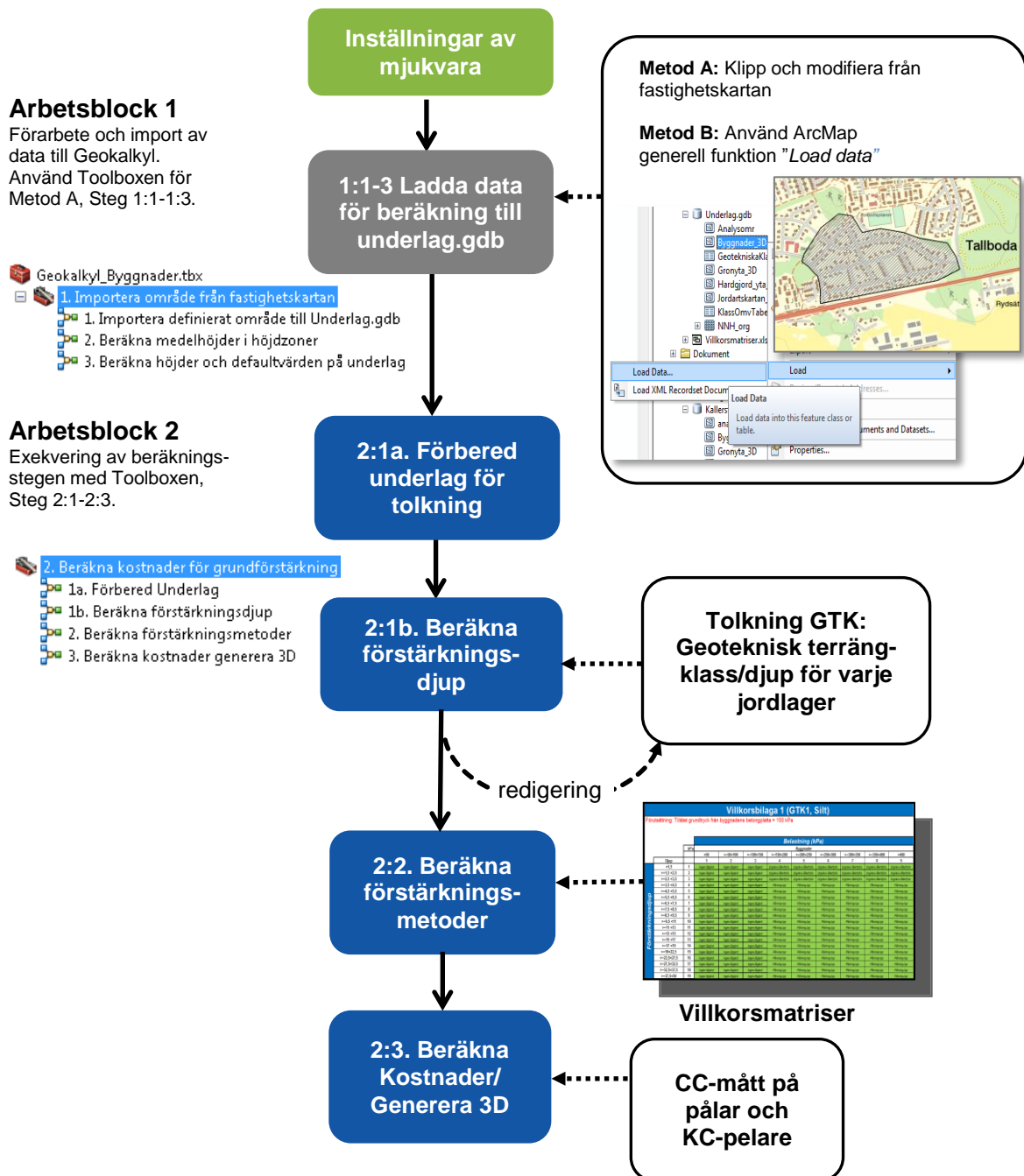
**Tabell 4.1** Mapstruktur för GIS-verktyget Geokalkyl. Denna "mall" är förberedd och tillhandahålls i nedladdningsbart paket.

<b>Data</b>	Här lagras Villkorsmatris, underlag, triangelmodeller och resultat.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Folder: Data <ul style="list-style-type: none"> <li>+ Folder: TIN</li> <li>+ File: <b>Resultat.gdb</b> (Exekveringsbara data)</li> <li>+ File: Temp.gdb</li> <li>+ File: Underlag.gdb</li> <li>+ File: Villkorsmatriser.xlsx</li> </ul> </li> <li>Folder: Dokument</li> <li>Folder: Lyrfiler <ul style="list-style-type: none"> <li>File: Indata.lyr</li> <li>File: Indata 3D.lyr</li> <li>File: Steg 1 - Jordartskartan.lyr</li> <li>File: Steg 2 - Förstärkningsmetod.lyr</li> <li>File: Steg 3 - 2D Kostnad Sek_m2.lyr</li> <li>File: Steg 3 - 3D Byggnader.lyr</li> <li>File: Steg 3 - 3D Grönytor.lyr</li> <li>File: Steg 3 - 3D Hårdgjorda ytor.lyr</li> <li>File: Steg 3 - 3D Kostnad Sek_m2.lyr</li> <li>File: Steg 3 - 3D Triangelmodeller.lyr</li> </ul> </li> <li>Folder: Resultat <ul style="list-style-type: none"> <li>+ File: Byggnader.xls</li> <li>+ File: Gronytor.xls</li> <li>+ File: Hardgjorda_ytor.xls</li> </ul> </li> <li>Folder: Toolbox <ul style="list-style-type: none"> <li>- File: Geokalkyl_Byggnader.tbx <ul style="list-style-type: none"> <li>- File: 1. Importera område från fastighetskartan <ul style="list-style-type: none"> <li>File: 1. Importera definierat område till Underlag.gdb</li> <li>File: 2. Beräkna medelhöjder i höjdzoner</li> <li>File: 3. Beräkna höjder och defaultvärden på underlag</li> </ul> </li> <li>- File: 2. Beräkna kostnader för grundförstärkning <ul style="list-style-type: none"> <li>File: 1a. Förbered Underlag</li> <li>File: 1b. Beräkna förstärkningsdjup</li> <li>File: 2. Beräkna förstärkningsmetoder</li> <li>File: 3. Beräkna kostnader generera 3D</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul> </li> <li>Folder: Underlag (Utgångsdata och övrigt underlag) <ul style="list-style-type: none"> <li>File: Geokalkyl_2D.mxd</li> <li>File: Geokalkyl_3D.sxd</li> </ul> </li> </ul>
<b>Dokument</b>	Här lagras tillhörande dokument, som t.ex. denna manual.	
<b>Lyrfiler</b>	Här lagras lyrfiler för arbetet i ArcGIS.	
<b>Resultat</b>	Här kommer xls-filer med resultat av beräkningar att lagras.	
<b>Toolbox</b>	Här ligger verktygslådan som används för import i Block 1 (Metod A) och analyserna i de olika beräkningsstegen, Block 2.	
<b>Underlag</b>	Här lagras ursprungligt underlag i valfritt format.	
<b>mxd/sxd</b>	Projektfiler för 2D- resp. 3D-arbetet i ArcGIS.	

Mappen "Data" ska betraktas som *skarp* och märkt endast för data som ska exekveras i geokalkylen (Exekveringsbara data). Dess innehåll (i geodatabasen "Underlag.gdb") måste vara helt förberett för geokalkylens utförande. Att särskilja mappen "Data" från mappen "Underlag" (Utgångsdata och övrigt underlag) gör att "Underlag" kan fungera som samlingsmapp för utgångsmaterial där all preparering sker, t.ex. justering av jordartskartan, utsnitt av fastighetskartan (by\_xx och vl\_xx) visualisering av borrhålsinformation, kända förorenade områden, risker för skred och ras, översvämning och erosionsproblem etcetera.

## 5. Metodbeskrivning – utförande

Genomförandet består av två delar, eller arbetsblock: 1) Förarbete och import av data och 2) Beräkning. Import av data och beräkning i modellen föregås av mindre, men viktiga, inställningar av mjukvara. Ett generellt flödesschema över arbetsgången presenteras nedan i Figur 5.1.



**Figur 5.1** Konceptuellt flödesschema för exekveringen av Geokalkyl. Körningen föregås av inställningar av mjukvaran (grön box) och ett förberedande arbete för import av data (grå box). Därefter körs verktygen i "Toolboxen" steg för steg med de redigeringar som behöver göras däremellan (blå boxar).

För import av data finns två alternativa metoder i arbetsblock 1, Metod A (Befintliga data från fastighetskartan) respektive Metod B (Eget planeringsunderlag), som båda fungerar väl utifrån varierande förutsättningar. Streckade pilar anger indata från användaren/systemet. Toolboxarna är desamma för metod A och metod B, men innehållet skiljer.

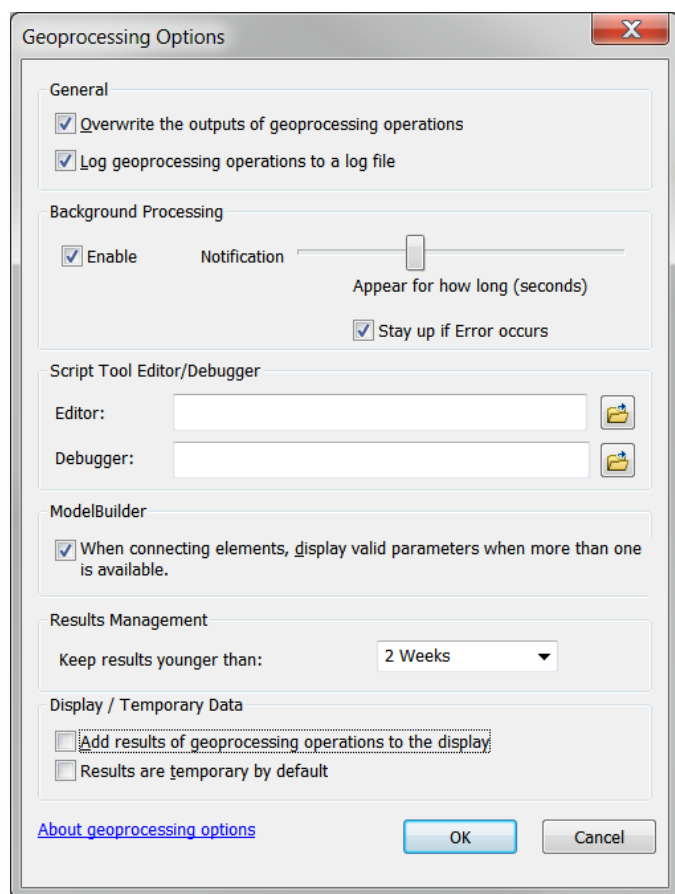
Beräkningsproceduren delas upp i tre primära steg, 2:1(a-b), 2:2 och 2:3. Modellen tillåter tolkning och justering av värden mellan exekveringsstegen. På så sätt blir modellen flexibel och ger svängrum för användaren att redigera vidare indata till nästa steg. Delstegen kan köras om tills tillfredställande resultat uppnåtts (Figur 5.1).

## 5.1 Arbetsblock 1 – Förarbete och import av data till Geokalkyl

Förarbeten innefattar att importera data och förbereda kalkylen som sedan utförs enligt metod A eller metod B som beskrivs i kapitel 5.2 respektive 5.3.

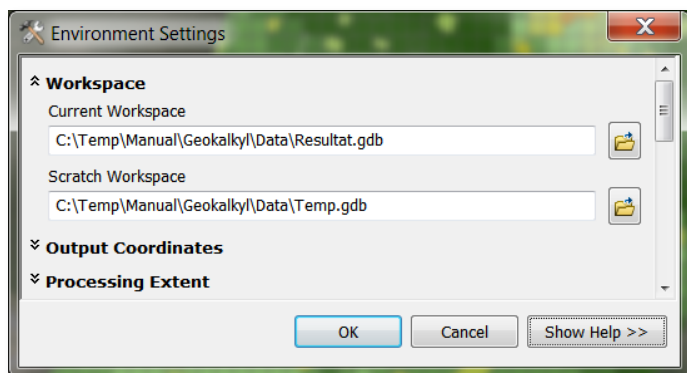
### 5.1.1 Inställningar av mjukvaran

För att metoden ska fungera behöver en del inställningar göras i ArcMap. Öppna mxd:n *Geokalkyl\_2D.mxd* och öppna *Geoprocessing Options* under menyn *Geoprocessing*. Se till att allt är ifyllt enligt bilden nedan och klicka på OK.

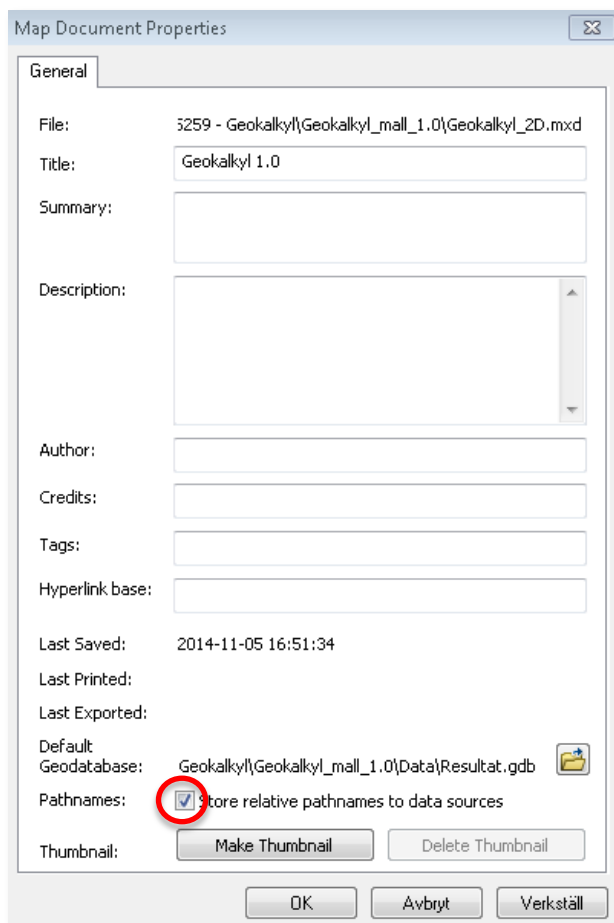




Öppna sedan *Environments* under samma meny. Se till att *Current Workspace* pekar på *Resultat.gdb* i katalogen *Data* och att *Scratch Workspace* pekar på *Temp.gdb* i samma katalog. Klicka på OK.



Kontrollera även i Map Document Properties att *Resultat.gdb* står som default geodatabase.



### 5.1.2 Import av data till geokalkyl

I databasen *Underlag.gdb* i katalogen *Data* finns tomma mallfiler som det är tänkt att man ska fylla på med egna data. Modellen räknar ut kostnader för följande tre markanvändningstyper:

- Grönytor
- Hårdgjorda ytor
- Byggnader

För grönyta beräknas endast mängd och kostnad för schakt och fyllning, medan det för byggnader och hårdgjorda ytor även beräknas kostnad för en eventuell grundförstärkning. För samtliga ytor beräknas också hur stor kostnad som kommer från klimatanpassningsåtgärder respektive sanering av förorenade områden.

För att det ska gå att räkna ut massvolym och förstärkningsmetoder krävs det att indata är höjdsatt. Om det bara finns en skiss på området som ska beräknas kan man räkna ut en medelhöjd för hela området med hjälp av höjddata från Lantmäteriet. För byggnader utan källare kan man dra av 0,5 m i höjd för bottenplattan och för byggnader med källare 3 m för varje källarplan som byggnaderna har. Men om det redan finns höjder på bottenplattorna så anges de. I enklaste formen antar modellen att varje yta inom grönyterna och de hårdgjorda ytorna är plana och har en och samma höjd för varje yta. Modellen kan dock dela in området i olika höjdzoner – för kuperade områden – som anger olika medelhöjder för respektive yta utifrån Lantmäteriets höjddata. Skillnaden i tillvägagångssätt finns beskrivet som Metod A och Metod B.

Filerna som ska fyllas på är tomma och inställda på koordinatsystem SWEREF99 TM. Om man avser att jobba i ett annat koordinatsystem så är det bra att börja med att ställa in korrekt koordinatsystem på *Analysomr*, *Förorenade områden*, *Klimatanpassning*, *Byggnader\_3D*, *Grönyta\_3D*, och *Hardgjorda\_yta\_3D*. Men eftersom höjddata och jordartskartan oftast levereras i Sweref99 TM så föreslås att detta koordinatsystem används för analysen.

#### Skapa projekteringsområde

Arbetsgången kan skilja sig åt beroende på tillgång och format på underlag. Hur man lägger upp förarbetet med import av underlag är därför i viss mån individuellt. Man kan således gå tillväga på flera olika sätt för att skapa tänkt bebyggelse, tänkta vägar (hårdgjorda ytor) och grönytor (områden mellan bebyggelse och vägar). Oavsett tillvägagångssätt, är gemensamt för projekteringsdatan, att det ska finnas en shape-fil med tillhörande definierade attribut för respektive kategori:

- Analysområde
- Bebyggelse
- Hårdgjorda ytor (vägar och parkeringar)
- Grönytor (områden mellan bebyggelse och hårdgjorda ytor)
- Klimatanpassning – kostnad för åtgärder
- Förorenade områden – kostnad för sanering

### Hämtning av SGU jordartskarta och Lantmäteriets nationella höjddata

Geokalkyl bygger på att en jordartskarta och höjddata finns tillgängligt. Det är lämpligt att använda SGU:s jordartskarta<sup>4</sup> (grundlagret, skala 1:25.000-100.000 som shp) respektive Lantmäteriets NH-data (1 eller 2 m pixelraster). Om man inte redan har dessa data över det aktuella området så finns en webbsida som beskriver hur dessa hämtas: <http://gis.swedgeo.se/geokalkyl/grunddata/>

- Höjddata måste läggas in i Underlag.gdb och döpas till NNH\_org (gamla namnet på NH).
- Jordartskartan måste läggas in i Underlag.gdb och döpas till Jordartskartan\_org.
- Både NH och Jordartskartan måste geografiskt täcka in minst hela analysområdet.

Geokalkyl-verktyget är försett med exempeldata från SGU och Lantmäteriet över ett område i Linköpingstrakten, dels för att man ska kunna öva, dels för att man ska kunna se hur dessa data är namnade och strukturerade.

Det går att köra Geokalkyl baserat på en jordartskarta (vilken visar jordarter cirka 0,5 m ner i marken). Geokalkyl omvandlar då jordartsinformationen till GTK-klasser med default-värden/antagna värden för lagerföljder<sup>5</sup> – **men det rekommenderas starkt att man (med geoteknikers hjälp) modifierar dessa GTK Geotekniska Terrängklasser och lagerföljder**. Denna omtolkning görs efter att ”Steg 2:1 – förbered underlag” har körts.

### Två alternativa metoder för dataimport

Kommande avsnitt redovisar två alternativa metoder (Metod A och B).

Metod A är generellt enklare och snabbare att använda och passar för till exempel övning och test där man kan laborera med befintliga geometrier ur Lantmäteriets fastighetskarta.

Metod B är mer ’verklighetsnära’ och passar bättre där användaren redan har (eller tänker skapa) egen information som innehåller fördelningen av byggnader, hårdgjorda ytor samt grönytor, till exempel i ett tilltänkt planområde.

---

<sup>4</sup> GIS-not: Det skulle i princip gå att använda en annan ’egen’ jordartskarta, men som Geokalkyl är byggt så nyttjas fältnamn och koder från SGU:s jordartskarta. ’Egen’ jordartskarta rekommenderas alltså inte. Däremot rekommenderas att man modifierar GTK-klasser och jordlagerföljder efter att ha kört Steg 2:1.

<sup>5</sup> GIS-not: Detta sker i en ArcGIS Model-process som använder ”KlassOmvTabell” som ligger i Underlag.gdb

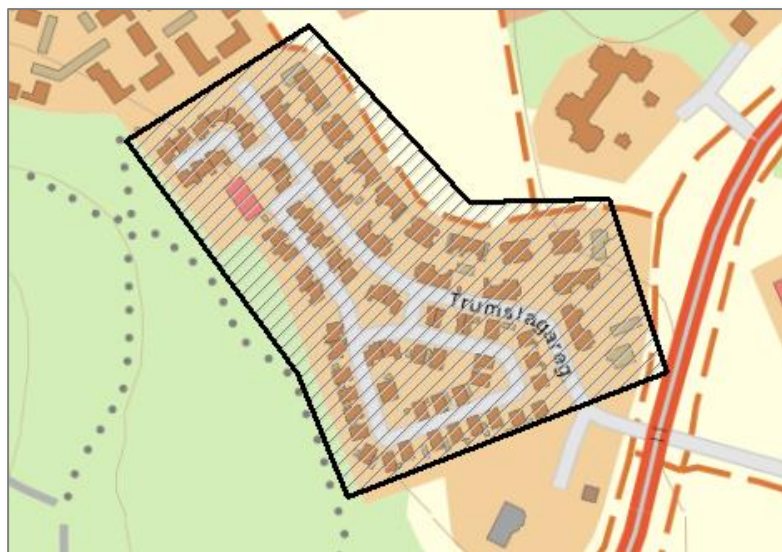
## 5.2 Metod A – befintliga data från fastighetskartan

Om man har tillgång till fastighetskartan i vektorform kan man till exempel importera ett redan befintligt villaområde eller industriområde till *Underlag.gdb* och sedan flytta det till den plats man vill beräkna grundförstärkningskostnaden för. Denna metod är att föredra om man inte har någon planskiss för beräkningen utan behöver färdiga ”klossar” att experimentera med.

### 5.2.1 Förberedelse

För att kunna göra importen behöver man ha lagret för hus/byggnader (by) och vägar (vl) från fastighetskartan. Det måste vara en version av fastighetskartan där ändamål finns angivet för byggnader. Denna uppgift har tillkommit någon gång de senaste åren. Det kan man se genom att öppna attributtabeln och se om fältet *ANDAMAL\_IT* finns med i by-lagret. Det attributet innehåller information om vilken typ av byggnad det är, till exempel bostad eller industri. Eftersom antalet möjliga typer av byggnader är ganska stort så finns en tabell i *Villkormatriser.xlsx* som generaliserar antalet möjliga byggnadstyper till ett mindre antal för användande i Geokalkyl.







Nästa steg är att öppna *Geokalkyl\_2D.mxd* och börja redigera lagret *Importområde fastighetskartan* och skapa en polygon som täcker det området man vill importera. Se exempel i Figur 5.2 nedan (exempel från Linköping).

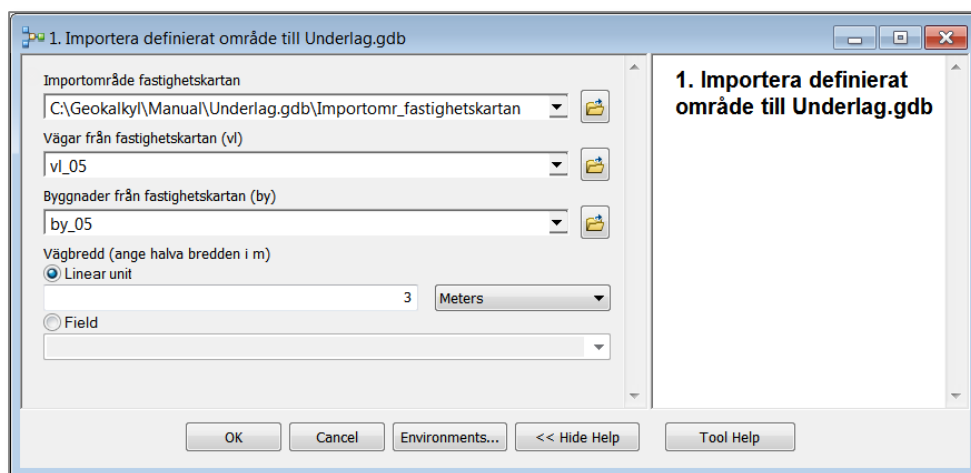


Figur 5.2 Exempel på område som önskas importeras till Underlag.gdb.

## Steg 1:1 – Importera definierat område till Underlag.gdb

När området som ska importeras är definierat startar man verktyget nedan:

- ☐  Geokalkyl\_Byggnader.tbx
  - ☐  1. Importera område från fastighetskartan
    - ☐  1. Importera definierat område till Underlag.gdb
    - ☐  2. Beräkna medelhöjder i höjdzoner
    - ☐  3. Beräkna höjder och defaultvärden på underlag
  - ☐  2. Beräkna kostnader för grundförstärkning



Om vägar och byggnaderna från fastighetskartan finns inlagda i mxd:n så väljs de i rullisterna, annars får man bläddra fram till dem. Klicka sen på OK. När verktyget körts klart kan man testa att panorera eller zooma lite i kartan. Då kommer man att se att dessa lager har blivit fyllda med features (objekt) (Figur 5.3).

- ☐  Analysomr
- ☐  Höjdzoner
- ☐  Byggnader\_3D
- ☐  Gronyta\_3D
- ☐  Hardgjord\_yta\_3D
- ☐  Förorenade områden
- ☐  Klimatanpassning



**Figur 5.3** Exempel på importerade objekt från fastighetskartan.

I detta läge passar det bra att lägga in information om eventuella klimatanpassningsdata och förorenade områden som enkla polygoner med egna uppskattade åtgärdskostnader. Gör detta genom att editera lagren Klimatanpassning och Förorenade områden (Figur 5.4).



**Figur 5.4** Exempel på fördyrande kostnader genom klimatanpassningsåtgärder (lila) och sanering av förorenade områden (gult).

### Steg 1:1a – Manuellt flytta området

Nästa moment är att manuellt flytta området till den nya platsen. Det görs genom att se till att bara ha lagren ovan (Figur 5.3) valbara och redigerbara, sedan väljer man alla objekt och flyttar till den nya platsen (Figur 5.5). Det går även bra att rotera hela området så länge allt är selekterat. Här görs även de ändringar som önskas i geometrin hos de enskilda objekten.



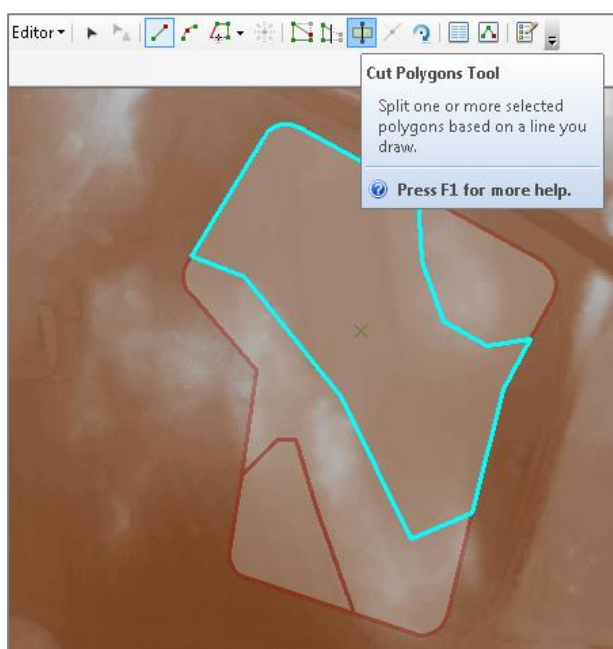
**Figur 5.5** Exempel på område som här landat på ny plats och roterats för beräkning i kommande steg.

### Steg 1:1b – Ange antal källar- och våningsplan

För att rätt belastning och höjder för bottenplattor ska beräknas i steg 3 får man manuellt ställa in antalet källar- och våningsplan i attributtabeln för byggnaderna. Det går även att byta namn och klass på byggnaderna i attributtabeln. Övriga fält lämnas tomma tills vidare.

### Steg 1:1c – Definiera höjdzoner

I fall då området är kuperat finns möjligheten att dela in området i olika höjdzoner. Nästa steg blir då att hämta medelhöjd för respektive zon från NH (nationella höjdmодellen - GSD-Höjddata, grid 2+). Om man inte gör det så är det risk att systemet antar väldigt mycket schakt och fyllning i onödan. Antalet indelningar, eller zoner, är en bedömnings sak som bör diskuteras fram i samråd med geotekniker. När verktyget i steg 1:1 kördes skapades en zon i lagret *Höjdzoner* som täcker hela området plus en buffert på 20 m. För att dela in i olika höjdzoner redigerar man lagret med klippverktyget för att klippa fram zonerna - skapa inga nya egna objekt! (Figur 5.6.)









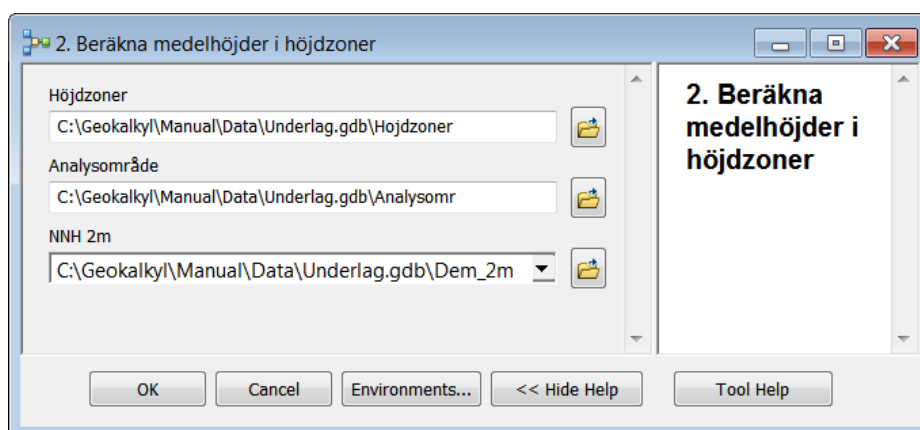
**Figur 5.6** Klippverktyget och indelning av höjdzoner i ett svagt kuperat område.



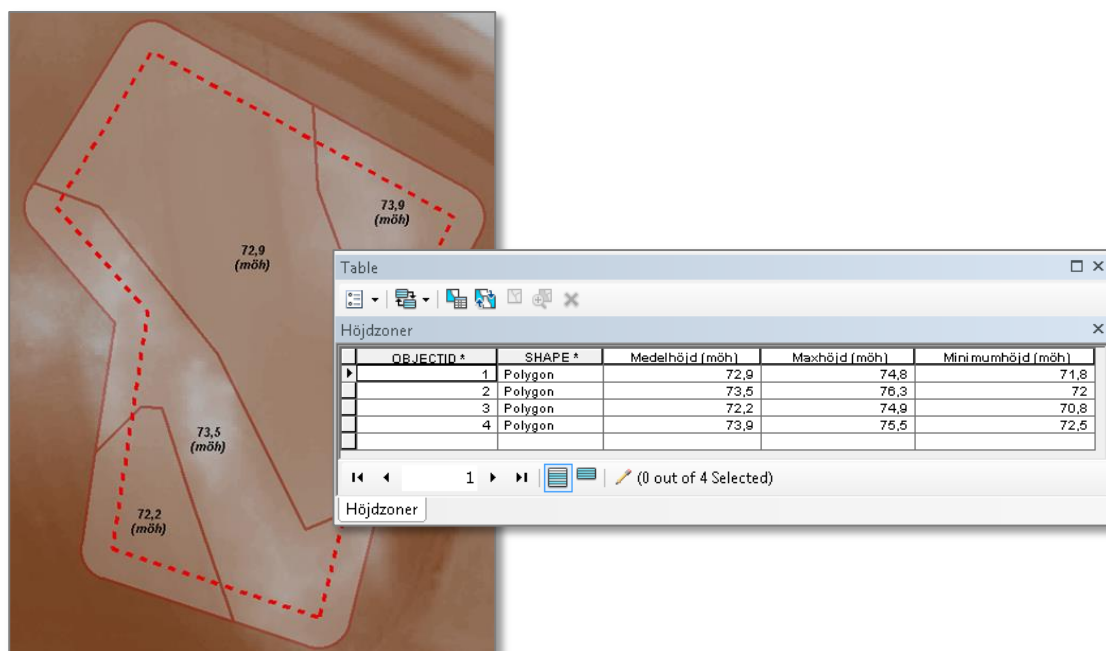
## Steg 1:2 – Beräkna medelhöjder i höjdzoner

Nästa steg är att beräkna medelhöjderna för zonerna. Detta görs genom att köra verktyget nedan:

- ☑  Geokalkyl\_Byggnader.tbx
  - ☑  1. Importera område från fastighetskartan
    - ☑  1. Importera definierat område till Underlag.gdb
    - ☑  2. Beräkna medelhöjder i höjdzoner
    - ☑  3. Beräkna höjder och defaultvärden på underlag
  - ☑  2. Beräkna kostnader för grundförstärkning



Det är relativa sökvägar så klicka bara på OK. Det bör nu finnas etiketter som visar medelhöjden för respektive zon. Vid behov kan man manuellt gå in och redigera höjderna. I attributtabellen finns även information om min- och maxhöjder för respektive område (Figur 5.7).









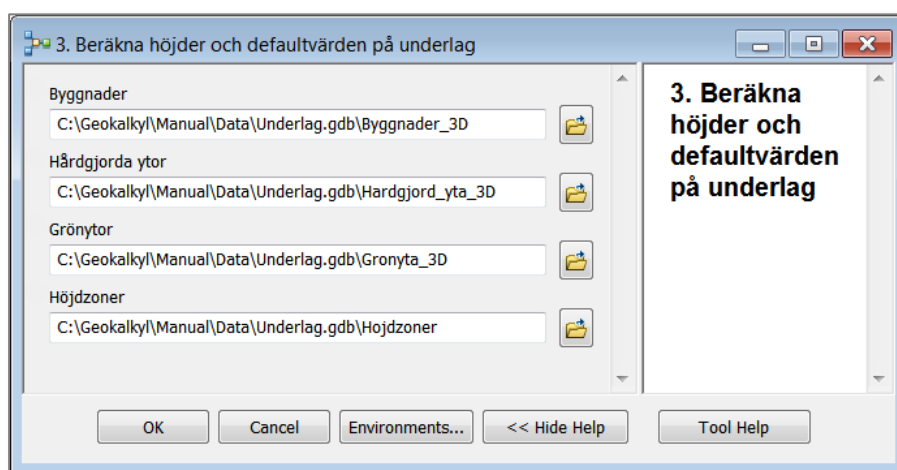
**Figur 5.7** Exempel på resultat av höjdzonering av ett kuperat område (fyra indelningar). I detta steg är det viktigt att balansera tänkt utseende av projekteringsområdet med beräknad kostnad för schakt och fyllning.



### Steg 1:3 – Beräkna höjder och defaultvärden på underlag

Steg 1:3 innebär att räkna ut marknivåhöjder för grönytor och hårdgjorda ytor och höjd för bottenplattor på byggnader. Belastningen från byggnader beräknas av programmet baserat på antalet våningsplan och källarplan. Starta verktyget nedan:

- ☐  Geokalkyl\_Byggnader.tbx
  - ☐  1. Importera område från fastighetskartan
    -  1. Importera definierat område till Underlag.gdb
    -  2. Beräkna medelhöjder i höjdzoner
    -  3. Beräkna höjder och defaultvärden på underlag
  - ☐  2. Beräkna kostnader för grundförstärkning

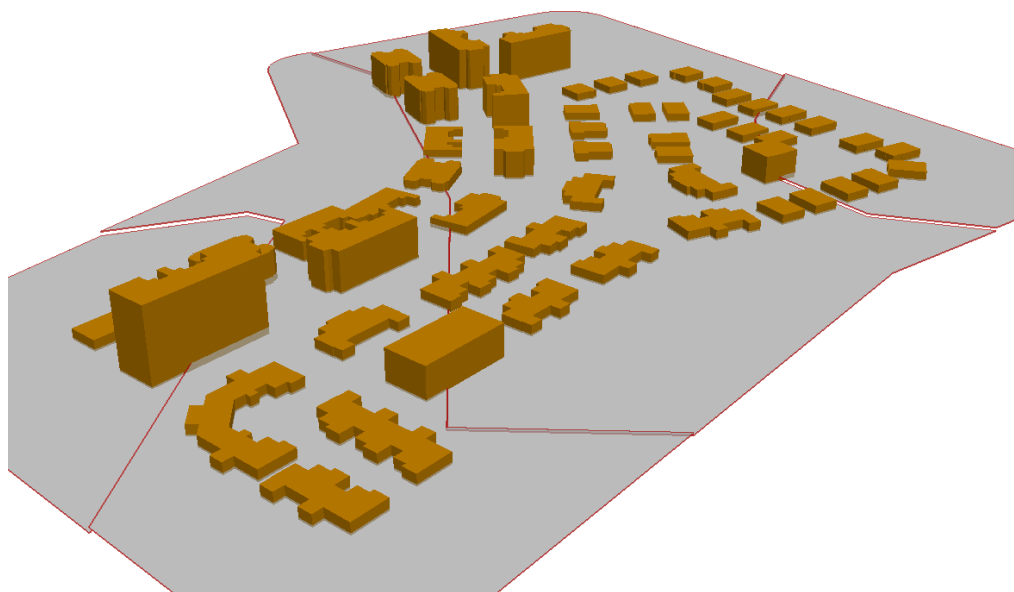


Sökvägarna är relativa så klicka bara på OK. När verktyget har körts så har alla byggnader fått en höjd på bottenplattan som ligger 0,5 m under medelhöjden i den zon som byggnadens centrum ligger i. Om källarplan angivits ligger de ytterligare 3 m ner för varje källarplan.

Belastningen från byggnader beräknas i Geokalkyl som grundtrycket på en meter bred belastningszon under bärande väggar – avser underkant av betongplattans yttre kantförstyvade del. Belastningen räknas som bruksgräns inklusive eventuella fyllnadsmassor. Som belastningsvärde utnyttjas schablonvärde 50 kPa per våningsplan för flerbostadshus, kontor och enplanshus. För enplansvillor importerade från Lantmäteriets fastighetskarta sätts värdet 40 kPa.

Grönytor och hårdgjorda ytor får markhöjd i nivå med den höjdzon som de ligger i. Tangeras fler höjdzoner av samma yta så har ytan klippts i skarven och delats upp. Det gäller dock inte byggnader där – som tidigare nämnts – centrum för byggnaden anger vilken höjdzon den tillhör.

Kontrollera resultatet i ArcScene genom att dra in lyrfilen Indata 3D i en tom 3D-vy (Figur 5.8). Justera vid behov och gå vidare till steg 2:1-2:3.



**Figur 5.8** En snabb granskning av förberedd indata i ArcScene visar att höjdzoner och höjdsättning av objekt gått rätt till.

## 5.2.2 Exempel på hur underlag kan se ut när det är förberett

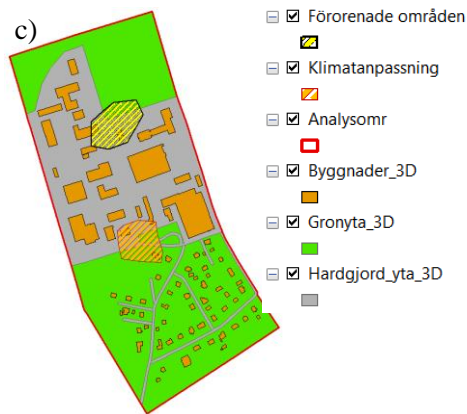
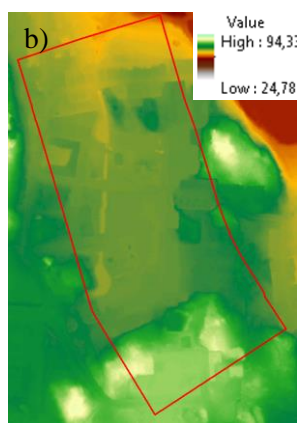
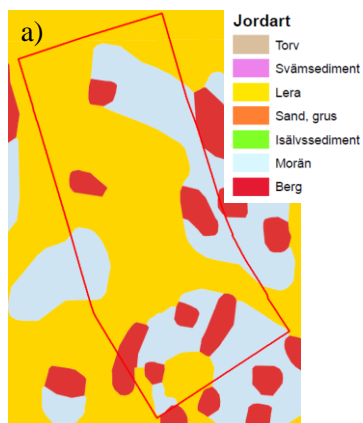
Innehållet i Underlag.gdb ska se ut så här när allt underlag förberetts:

- [-] Underlag.gdb
  - [ ] Analysomr
  - [ ] Byggnader\_3D
  - [ ] Förorenade\_omraden
  - [ ] Gronyta\_3D
  - [ ] Hardgjord\_yta\_3D
  - [ ] Jordartskartan\_org
  - [ ] KlassOmvTabell
  - [ ] Klimatanpassning
  - [+] NNH\_org

**Tips:** Öppna ett tomt dokument i ArcScene och lägg till byggnader, grönytor, hårdgjorda ytor och NNH\_org. Ställ in baseheight enligt höjdattributen och se så att allt ser ut som det är tänkt. Justera höjder vid behov. Glöm inte att spara/stänga ArcScene (och frikoppla datan) för vidare körning i ArcGIS och Geokalkyl.

Exempel på underlag och indata som måste förberedas innan körning av Geokalkyl:

a) Jordarter, b) Höjddata, c) Planskiss.

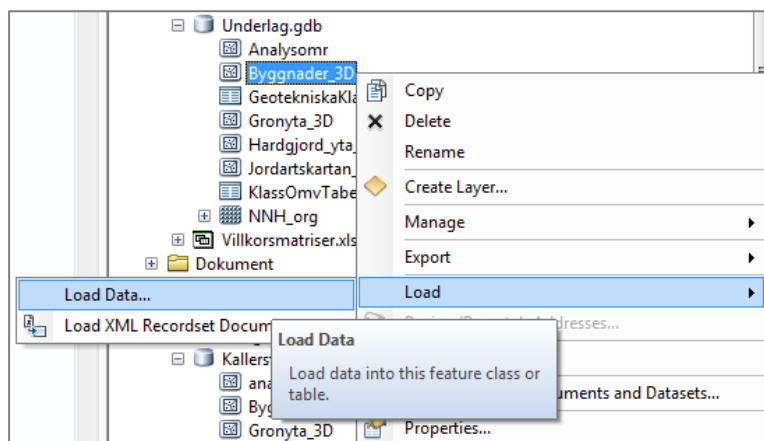


## 5.3 Metod B – eget planeringsunderlag

Då planskisser finns i form av befintliga ritningar (CAD/ArcGIS etc) eller ska upprättas i samband med Geokalkylen, är det enklast att ladda över dess geometrier till den befintliga förberedda kartdatabasen (Underlag.gdb). Följande stycken, punkt 1-7, visar hur lagren importeras med inbyggda ArcMap-funktionen ”Load Data”.

**1. Analysomr:** Detta är avgränsningsytan för beräkningarna. Detta område kommer att klippa höjddata, jordartskarta och de triangelmodeller som genereras. Det är viktigt att det har exakt samma yttre linje som Byggnader, hårdgjorda ytor och grönytor<sup>6</sup>. Det behöver dock inte vara i 3D och inga attribut behöver fyllas i (gäller även skiktet *jordarter*). Det går bra att byta ut lagret mot en egen fil men det är då viktigt att det döps till exakt Analysomr (gemener och versaler måste även stämma).

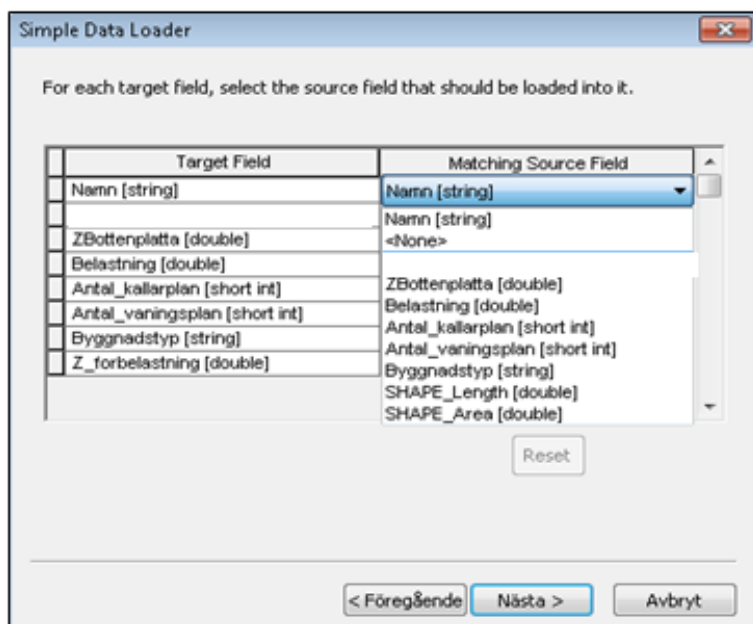
**2. Byggnader\_3D:** För byggnaderna ska en del attribut fyllas i och eftersom det säkert varierar vilket underlag man har tillgång till, så bör funktionen *Load data* användas. Den kan ses om man högerklickar på lagret i ArcCatalog, se bild nedan:



Fördelen med *Load data* är att om det finns information om till exempel namn på byggnaden i ens egna underlag, så kan man få med det vid inläsningen till underlagsdatabasen, när man kommer till steget där man kan matcha attribut. På så vis slipper man manuellt knappa in alla attribut för alla byggnader.

---

<sup>6</sup> GIS-not: MERGE de tre yttre typerna och gör en DISSOLVE som mall för Analysomr – då är du säker på att du får exakt samma yttre linje.



Följande tabell visar de attribut som måste/bör fyllas i för byggnader.

Attribut	Beskrivning
Namn	Unika namn måste anges <sup>7</sup>
Höjd UK Bottenplatta (möh)	Måste anges <sup>8</sup>
Belastning (kPa)	Måste anges <sup>9</sup>
Antal källarplan	Frivilligt men bra att fylla i
Antal våningsplan	Frivilligt men bra att fylla i
Typ av byggnad	Frivilligt men bra att fylla i

**3. Hårdgjorda ytor\_3D:** För hårdgjorda ytor behöver bara attribut om Namn och Marknivå fyllas i, men även här kan det vara bra att använda Load data. Tänk på att skapa hål för byggnaderna, alltså en byggnad får inte överlappa en hårdgjord yta eftersom ytan då kommer att räknas dubbelt.

**4. Grönytor\_3D:** Även för grönytor behöver bara attribut om Namn och Marknivå fyllas i och även här kan det vara bra att använda Load data. Tänk på att skapa hål för byggnaderna även för grönytor.

**5. Förorenade områden:** För förorenade områden behöver endast en uppskattad kostnad för sanering anges för varje markerad yta. Dessa ytor kan överlappa byggnader, hårdgjorda ytor och grönytor. Saknas förorenade områden ska filen lämnas tom.

<sup>7</sup> GIS-not: Det måste vara unika namn. Om du inte kan/vill fylla i manuellt eller inte har detta, använd Field Calculator – till exempel kan du använda FID eller annat unikt löpnummer från grunddata och konkatenera ihop med en text, till exempel typ av byggnad.

<sup>8</sup> GIS-not: Denna kan beräknas med hjälp av Steg 1:3. Nivån på underkant bottenplatta beräknas genom att 0,5 m dras av från områdets medelhöjd, vilken beräknas i Steg 1:2.

<sup>9</sup> Beräknas i steg 1:3.

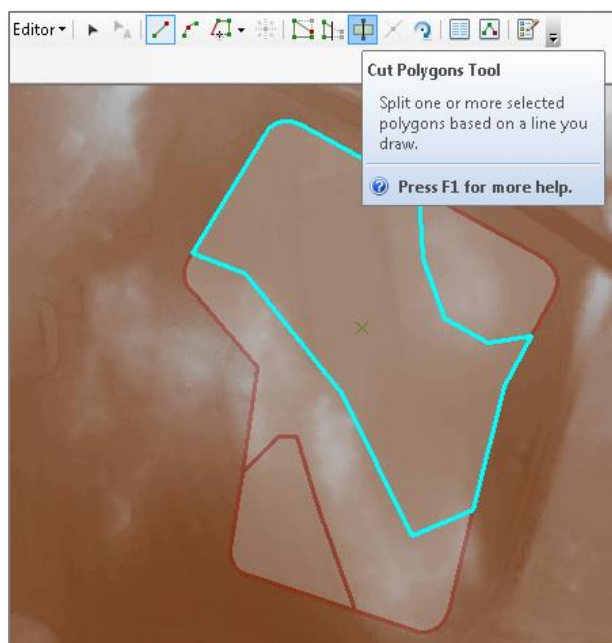
**6. Klimatanpassning:** Även för områden som behöver klimatanpassas behöver bara en uppskattad kostnad anges för varje yta. Även dessa ytor kan överlappa byggnader, hårdgjorda ytor och grönytor. Saknas Klimatanpassning ska filen lämnas tom.

**7. Jordartskarta och höjddata:** Höjddata<sup>10</sup> måste läggas in i Underlag.gdb som raster och döpas till *NNH\_org (gamla namnet på NH)*. Jordartskartan måste läggas in i Underlag.gdb och döpas till *Jordartskartan\_org*. Både NH och Jordartskartan måste geografiskt täcka in minst hela analysområdet. När NH används utan indelning i höjdzoner kommer medelhöjder sättas per 10x10 m-ruta (eller det som anges i inmatningsdialogen). Detta medför att starkt kuperad terräng blir föremål för mycket schakt och fyllning.

**Förфина motellen:** För att uppnå ett bättre slutresultat är det möjligt att använda sig av Steg 1:1c, Steg 1:2 och 1:3 nedan.

### Steg 1:1c – Definiera höjdzoner

I fall då området är kuperat finns möjligheten att dela in området i olika höjdzoner. Nästa steg blir då att hämta medelhöjd för respektive zon från NH-data. Om man inte gör det så är det risk att systemet antar väldigt mycket schakt och fyllning i onödan. Antalet indelningar, eller zoner, är en bedömningsfråga som bör diskuteras fram i samråd med geotekniker. För att dela in i olika höjdzoner redigerar man lagret med klippverktyget ("Cut Polygon Tool") för att klippa framna - skapa inga nya egna objekt!

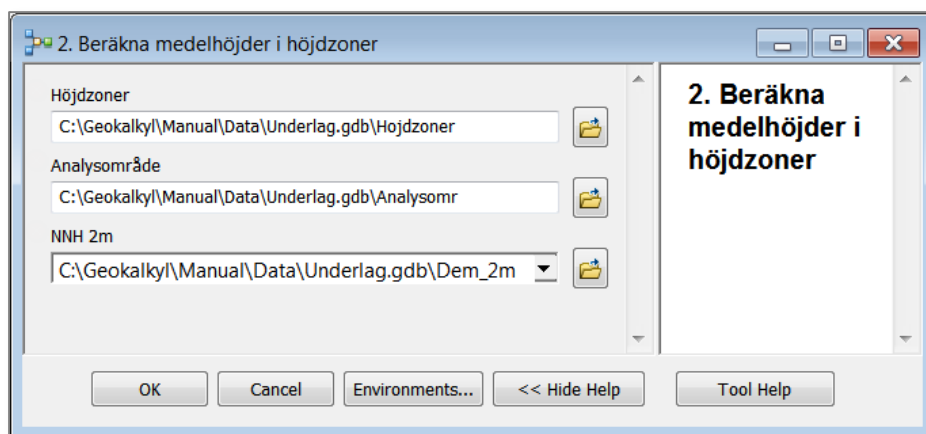


<sup>10</sup> GIS-not: Om du använder LM:s WCS-tjänst laddar du ner NH-data till en GeoTIFF såsom det är beskrivet i <http://gis.swedgeo.se/geokalkyl/grunddata/>. Om du hämtat NH-data på 'traditionellt' sätt genom beställning från Geodatasekretariatets kundtjänst så får du ett antal ascii-filer. Dessa måste göras om till ett raster.

## Steg 1:2 – Beräkna medelhöjder i höjdzoner

Nästa steg är att beräkna medelhöjderna för de gamla och nya zonerna. Detta görs genom att använda verktyget nedan:

- [-] Geokalkyl\_Byggnader.tbx
  - [-] 1. Importera område från fastighetskartan
    - [+] 1. Importera definierat område till Underlag.gdb
    - [+] 2. Beräkna medelhöjder i höjdzoner
    - [+] 3. Beräkna höjder och defaultvärden på underlag
  - [+] 2. Beräkna kostnader för grundförstärkning



Det är relativa sökvägar så klicka bara på OK. Det bör nu finnas etiketter som visar medelhöjden för respektive zon. Vid behov kan man manuellt gå in och redigera höjderna. I attributtabellen finns även information om min- och maxhöjder för respektive område.

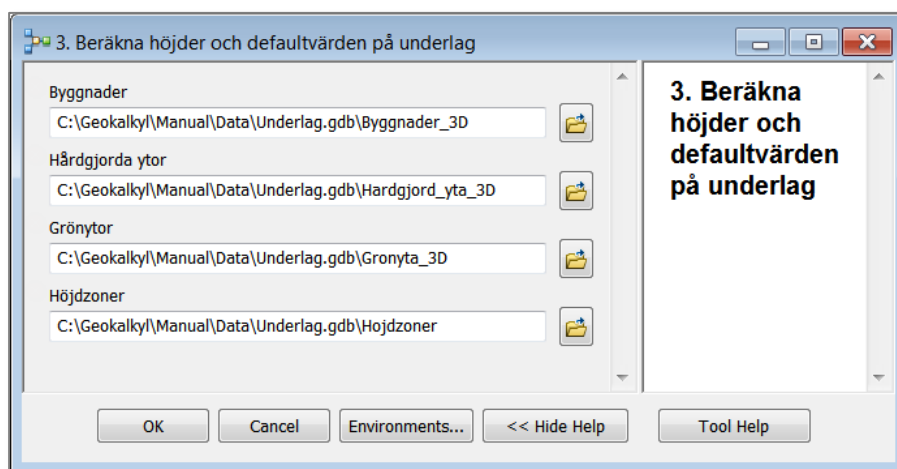
Exempel på resultat av höjdzonering från Marieberg, Nyköping, ett lätt kuperat område. I detta steg är det viktigt att balansera tänkt utseende av projekteringsområdet med beräknad kostnad för schakt och fyllning.



### Steg 1:3 – Beräkna höjder och defaultvärden från underlag

Steg 1:3 innebär att räkna ut marknivåhöjder för grönytor och hårdgjorda ytor och höjd för bottenplattor på byggnader. Ett defaultvärde för belastning från byggnader räknas även ut av detta verktyg<sup>11</sup>. Starta verktyget nedan:

- Geokalkyl\_Byggnader.tbx
  - 1. Importera område från fastighetskartan
    - 1. Importera definierat område till Underlag.gdb
    - 2. Beräkna medelhöjder i höjdzoner
    - 3. Beräkna höjder och defaultvärden på underlag
  - 2. Beräkna kostnader för grundförstärkning

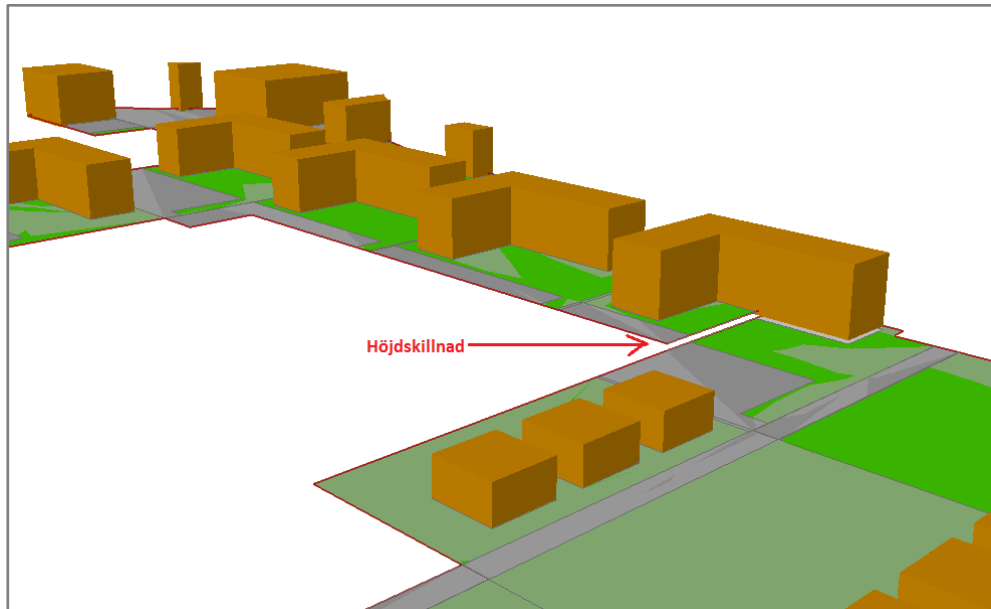


Sökvägar är relativa så klicka bara på OK. När verktyget har körts så har alla byggnader fått en höjd på bottenplattan som ligger 0,5 m under medelhöjden i den zon som byggnadens centrum ligger i. Om källarplan angivits ligger den ytterligare 3 m ner för varje källarplan. Belastning från byggnad mot underliggande jord, i underkant av kantförstyvning eller påplint, beräknas som produkten av antalet källar- och våningsplan med 50 kPa. För enplansvillor ansätts dock motsvarande belastning från byggnad mot underliggande jord till 40 kPa. Grönytor och hårdgjorda ytor får markhöjd i nivå med den höjdzon som de ligger i. Tangeras fler zoner av samma yta så har ytan klippts i skarven, det gäller dock inte byggnader där – som tidigare nämnts – centrum för byggnaden anger vilken zon den tillhör.

Kontrollera eventuellt resultatet i ArcScene genom att dra in lyrfilen Indata 3D i en tom 3D-vy. Justera vid behov och gå vidare till steg 2:1-2:3.

<sup>11</sup> För [Byggnadstyp] = 'Enfamiljshus' sätts värde 40 (kPa), (avser plattans yttre kantförstyvade del, 1 m bred belastningszon). För övriga fall beräknas [Belastning\_byggnad] som  $([Antal\_våningsplan] + [Antal\_källarplan]) * 50$  (avser 1 m bred belastningszon under bärande väggar). Benämningen 'Enfamiljshus' ger ett värde som påförs i Metod A där LM fastighetskartan nyttjas, alltså inte här i Metod B, där beräkningen istället utgår från antalet angivna våningsplan och källarplan.

En snabb granskning av förberedd indata i ArcScene visar att höjdzoner och höjdsättning av objekt gått rätt till.



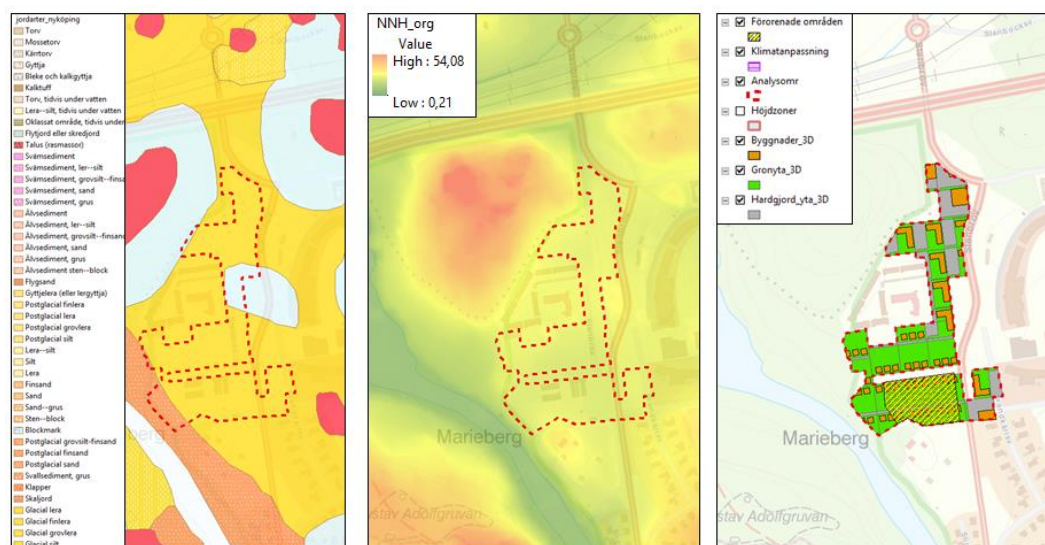
### 5.3.1 Exempel på hur underlag kan se ut när det är förberett

Innehållet i Underlag.gdb ska se ut så här när allt underlag förberetts:

- [-] [Globe] Underlag.gdb
  - [Checked] [Globe] Analysomr
  - [Checked] [Globe] Byggnader\_3D
  - [Checked] [Globe] Forenade\_omraden
  - [Checked] [Globe] Gronyta\_3D
  - [Checked] [Globe] Hardjord\_yta\_3D
  - [Checked] [Globe] Jordartskartan\_org
  - [Checked] [Table] KlassOmvTabell
  - [Checked] [Globe] Klimatanpassning
  - [+] [Checked] [Globe] NNH\_org



Exempel på underlag och indata som måste förberedas innan körning av Geokalkyl: Jordarter, Höjddata, Planskiss:



Så här kan det se ut i attributtablerna:

Byggnader_3D							
OBJECTID *	SHAPE *	Namn	Höjd UK Bottenplatta (möh)	Belastning	Antal källarplan	Antal våningsplan	Typ av byggnad
53	Polygon Z	typ1_stadskvarter_0	20,871671	200	0	4	<Null>
54	Polygon Z	typ1_stadskvarter_1	19,881319	200	0	4	<Null>
55	Polygon Z	typ1_stadskvarter_2	20,871671	200	0	4	<Null>
56	Polygon Z	typ1_stadskvarter_3	20,871671	200	0	4	<Null>
57	Polygon Z	typ1_stadskvarter_4	20,871671	200	0	4	<Null>
58	Polygon Z	typ1_stadskvarter_5	20,871671	200	0	4	<Null>
59	Polygon Z	typ1_stadskvarter_6	20,871671	200	0	4	<Null>
60	Polygon Z	typ1_stadskvarter_7	20,871671	200	0	4	<Null>
61	Polvoon Z	lva2 småhus 8	19,881319	100	0	2	<Null>

Hardgjord_yta_3D			
OBJECTID *	SHAPE *	Namn	Marknivå (möh)
95	Polygon Z	hg_16	20,381319
96	Polygon Z	hg_13	20,381319
97	Polygon Z	hg_17	20,381319
110	Polygon Z	hg_2	20,381319
111	Polygon Z	hg_3	20,381319
112	Polygon Z	hg_13	20,381319
79	Polygon Z	hg_0	21,371671
80	Polygon Z	hg_4	21,371671

Gronyta_3D			
OBJECTID *	SHAPE *	Namn	Marknivå (möh)
114	Polygon Z	gr_21	20,381319
115	Polygon Z	gr_20	20,381319
116	Polygon Z	gr_21	20,381319
74	Polygon Z	gr_0	21,371671
76	Polygon Z	gr_4	21,371671

## 5.4 Arbetsblock 2 – Beräkningar

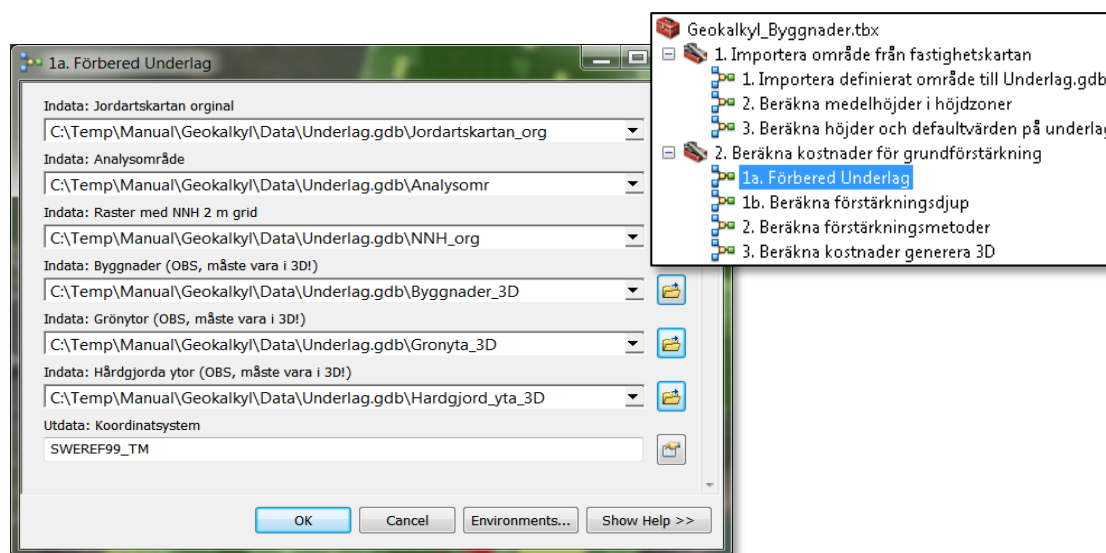
Följande beräkningar utförs under Block 2 i steg 2:1a, 2:1b, 2:2 och 2:3.

Här visas bildexempel från Marieberg, Nyköping utförd med Metod B (samma beräkningar utförs dock om Metod A tillämpats).

Innan beräkningarna i Arbetsblock 2 påbörjas kan ingående konstanter kontrolleras och justeras under fliken ”Inparametrar” i filen *Vilkorsmatriser.xlsx* i mappen *Data*” (se Bilaga 1. Ingående poster för kostnadsberäkning).

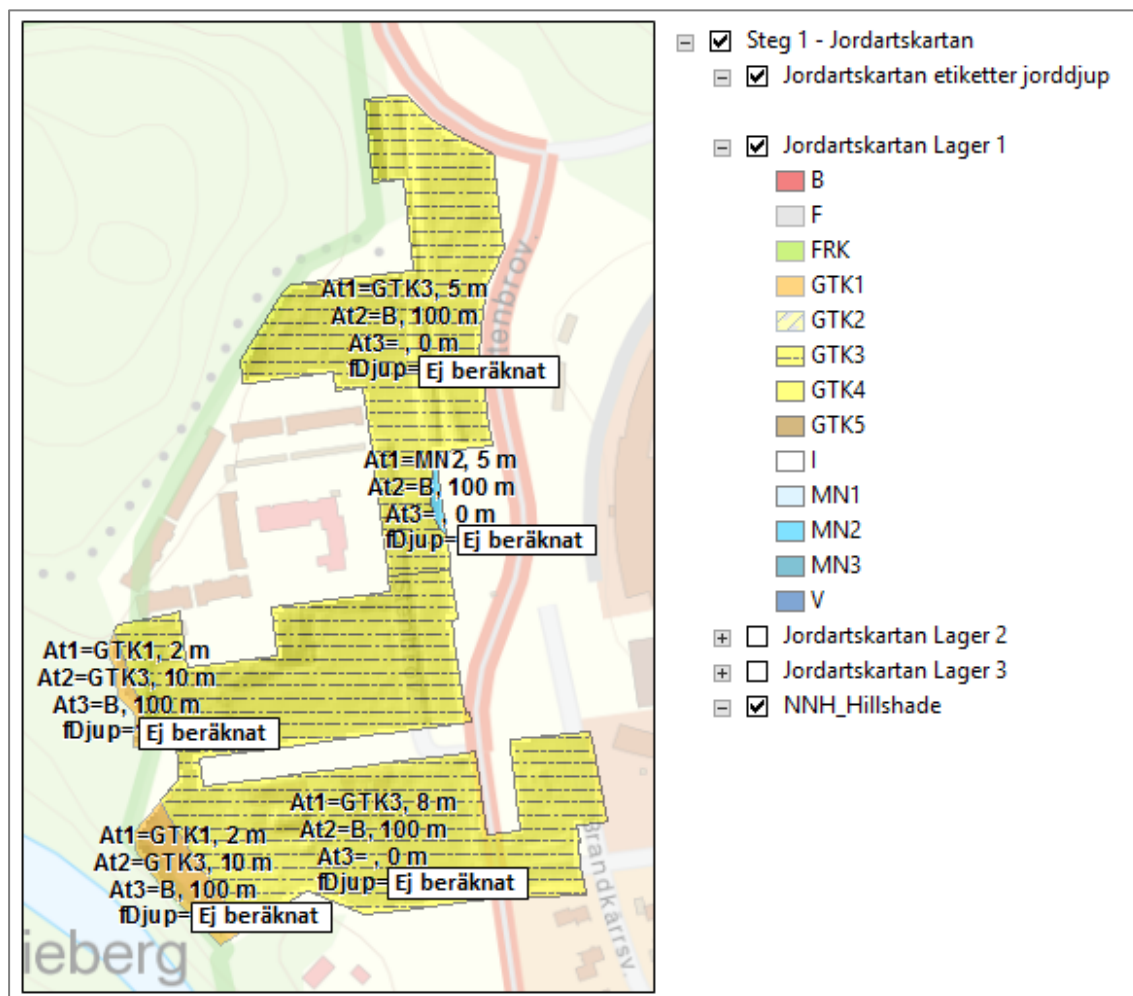
### Steg 2:1a – Förbered underlag

I detta steg förbereds underlaget för tolkning av jordartskartan. Öppna verktyget *2:1a. Förbered Underlag*.



Verktyget är inställt på relativa sökvägar så om inga filer döpts om i *Underlag.gdb* så bör alla sökvägar till underlagen stämma. Om någon inte hittas så peka ut den manuellt. Om annat koordinatsystem än Sweref99 TM används, ändra då Utdata Koordinatsystem, klicka sedan på OK. När verktyget kört klart kan lyrfilen *Steg 1 Jordartskartan.lyr* från mappen *Lyrfiler* läggas till i kartan.

**Tolka jordlagerföljder och kontrollera default-valda GTK-klasser:** Här ska en geotekniker göra en tolkning av geoteknisk terrängklass och djup för varje jordlager. Vilken klass och defaultdjup som angivits kommer från en klassomvandlingstabell som finns i databasen *Underlag.gdb*. Tabellen översätter jordartskartans namn på en jordart till en klass enligt bilden nedan och sätter ett defaultdjup (se Bilaga 2). Lyrfilen innehåller ett grupplager med fem lager. De fyra översta lagren (*Jordartskartan etiketter jorddjup*, *Jordartskartan Lager 1*, *Jordartskartan Lager 2*, *Jordartskartan Lager 3*) pekar på samma källa. Det är endast olika attribut från källan som visas.



At1, At2 och At3 som syns som etiketter i kartan är en förkortning för Jordlager 1-3. Etiketterna visar även ifyllt djup för varje jordlager. NNH\_Hillshade är en skuggmodell från höjddata som kan vara till stöd vid tolkningen.

Följande attribut kan redigeras<sup>12</sup> för varje yta i Jordartskartan:

Attribut	Beskrivning
JG2_LEGEND	Benämning av översta lagret från jordartskartan (Ska ej redigeras)
Jordlager 1	Ska tolkas
Djup jordlager 1 (m)	Antal meter ner till lager 2 från befintlig markyta
Jordlager2	Ska tolkas
Djup Jordlager 2 (m)	Antal meter ner till lager 3 från befintlig markyta.
Jordlager 3	Ska tolkas
Djup Jordlager 3 (m)	Antal meter ner som lager 3 sträcker sig (Sätt 100 m om det är berg)
Förstärkningsdjup	Räknas ut i nästa steg med verktyg 2:1b. Beräkna förstärkningsdjup (ska ej redigeras manuellt)

Det är också möjligt att använda klippverktyget för att ange en annan jordlagerföljd i en ursprunglig yta. OBS! Tänk på att Djup jordlager 2 måste vara större än Djup jordlager 1 och Djup jordlager 3 måste vara större än Djup jordlager 2. Inget jordlager skall heller anges under Berg.














---

<sup>12</sup> GIS-not: Markera 'Jordartskartan etiketter jorddjup' eller 'Jordartskartan Lager 1' (det är en och samma feature class – Jordartskartan\_Clip) och gör lagret editerbart. Ändra GTK-klass och djup för jordlager 1, 2 och 3.

GIS-tips: skapa nya ytor inom området: Använd "Cut Polygon Tool"

GIS-tips: smält samman små ytor med större: Markera två ytor, välj Editor/Merge och "choose the feature with which other features will be merged"

**Tabell 5.2** Beskrivning av geotekniska terrängklasser (GTK) och tillhörande symboler.

Marktyp	Geoteknisk terrängklass	Beskrivning	Symbol
Lös mark	GTK1	Älvsediment, silt eller mycket siltig jord i denna klass.	 GTK1
	GTK2	Moränlera eller lera, fast till mycket fast lera, korrigerad skjuvhållfasthet över 60 kPa.	 GTK2
	GTK3	Lera-silt (postglacial eller glacial). Lera eller siltig lera med korrigerad skjuvhållfasthet över 20 kPa och under 60 kPa.	 GTK3
	GTK4	Lera-silt (postglacial eller glacial), lös lera eller sulfidjord. Korrigerad skjuvhållfasthet under 20 kPa.	 GTK4
	GTK5	Torv (kärr eller ospecificerat) och organisk jord.	 GTK5
Fast mark	FRK	Friktionsjord, sand-block (postglacial eller ospecificerat), flygsand, sten-block (glacial eller postglacial), isälvsediment, sand-block, talus.	 FRK
	MN1	Morän, siltmorän, siltig morän	 MN1
	MN2	Morän, sandig eller siltig sandig morän	 MN2
	MN3	Morän, sandig eller morän ospecificerat, bottenmorän, mkt blockig morän, blockjord.	 MN3
	B	Urberg eller ospecificerat berg.	 B
	F	Fyllning	 F
	V	Vatten	 V
	I	Is	 I

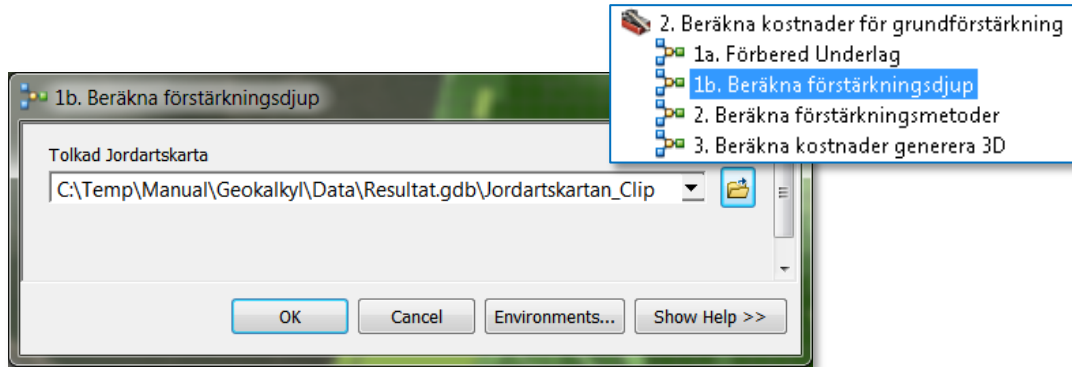
**Obs!**

Valet av geotekniska terrängklasser är ett mycket viktigt moment då behovet och utformningen av geotekniska förstärkningsåtgärder är baserat på detta. Notera att:

- Alla lager av fast mark, till exempel friktionsjord FRK och fyllning F, i lager tjockare eller lika med 5,0 meter innebär ”ingen förstärkningsåtgärd”. Tunnare (än 5,0 m) fasta lager på lös jord innebär markförstärkning.
- För klasserna GTK1 – GTK5 blir förstärkningsdjupet den samlade mäktigheten av alla lager tillsammans, om inga nya förval för åtgärder görs i villkorsmatrisen.
- Maximal pållängd är 30 m (för friktionspålar)
- Stödpålar räknas med pållängd 3 m ned i underliggande fast jord.

## Steg 2:1b – Beräkna förstärkningsdjup

När tolkningen av jordlagerföljderna är klar så ska verktyget *2:1b. Beräkna förstärkningsdjup* köras. Det tar oftast bara någon sekund och räknar ut förstärkningsdjupet med hjälp av de jordlagerföljder och djup som angivits.



Även detta verktyg har relativa sökvägar så det ska bara vara att klicka på OK. (För att resultatet ska framträda/uppdateras, gör en kort panorering i kartan).



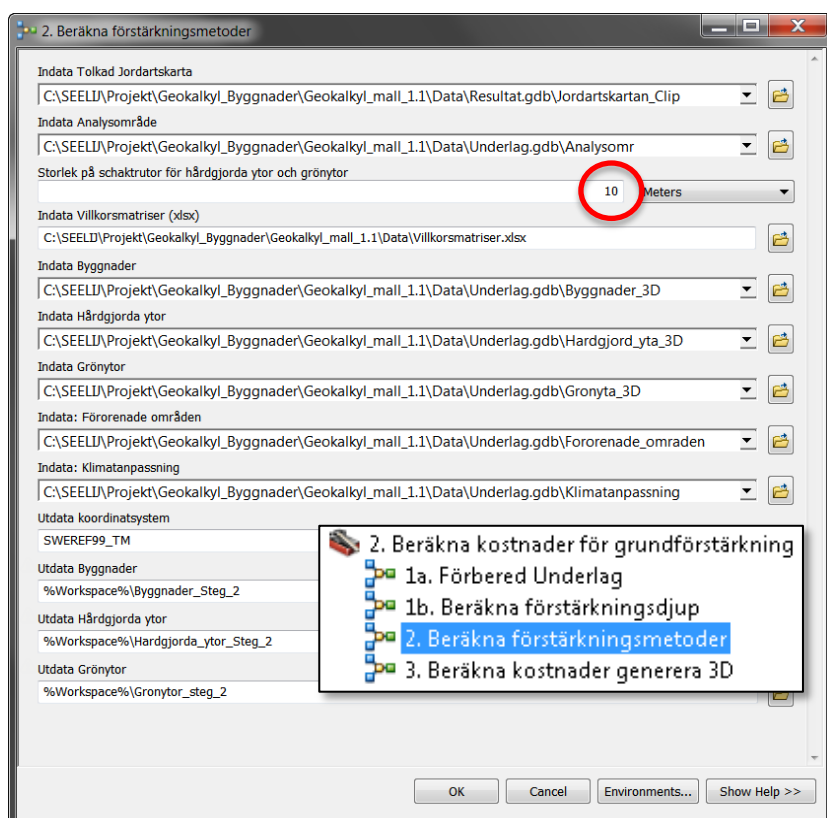
Jordartskartan etiketter jorddjup											
OBJECTID	Shape #	Shape Length	Shape Area	Jordlager 1	Djup i jordlager 1 (m)	Jordlager2	Djup Jordlager 2 (m)	Jordlager 3	Djup Jordlager 3 (m)	Förstärkningsdjup	OB...
1982002.0000	Polygon	1316,715574	28872,04070	GTK3	8	B	100		0	8	
1982002.00000	Polygon	138,462137	406,801877	GTK1	2	GTK3	10	B	100	10	
1982002.00000	Polygon	203,614499	1764,044235	GTK1	2	GTK3	10	B	100	10	
1982002.00000	Polygon	797,128454	16216,86986	GTK3	5	B	100		0	5	
1982002.00000	Polygon	83,040145	165,682053	MN2	5	B	100		0	0	

Verifiera i kartan att förstärkningsdjupen är rimliga. Om inte bör jordlagren tolkas på nytt och steg *2:1b. Beräkna förstärkningsdjup* köras om, tills du är nöjd. Gå sedan vidare till Steg 2:2.

## Steg 2:2 – Beräkna förstärkningsmetoder

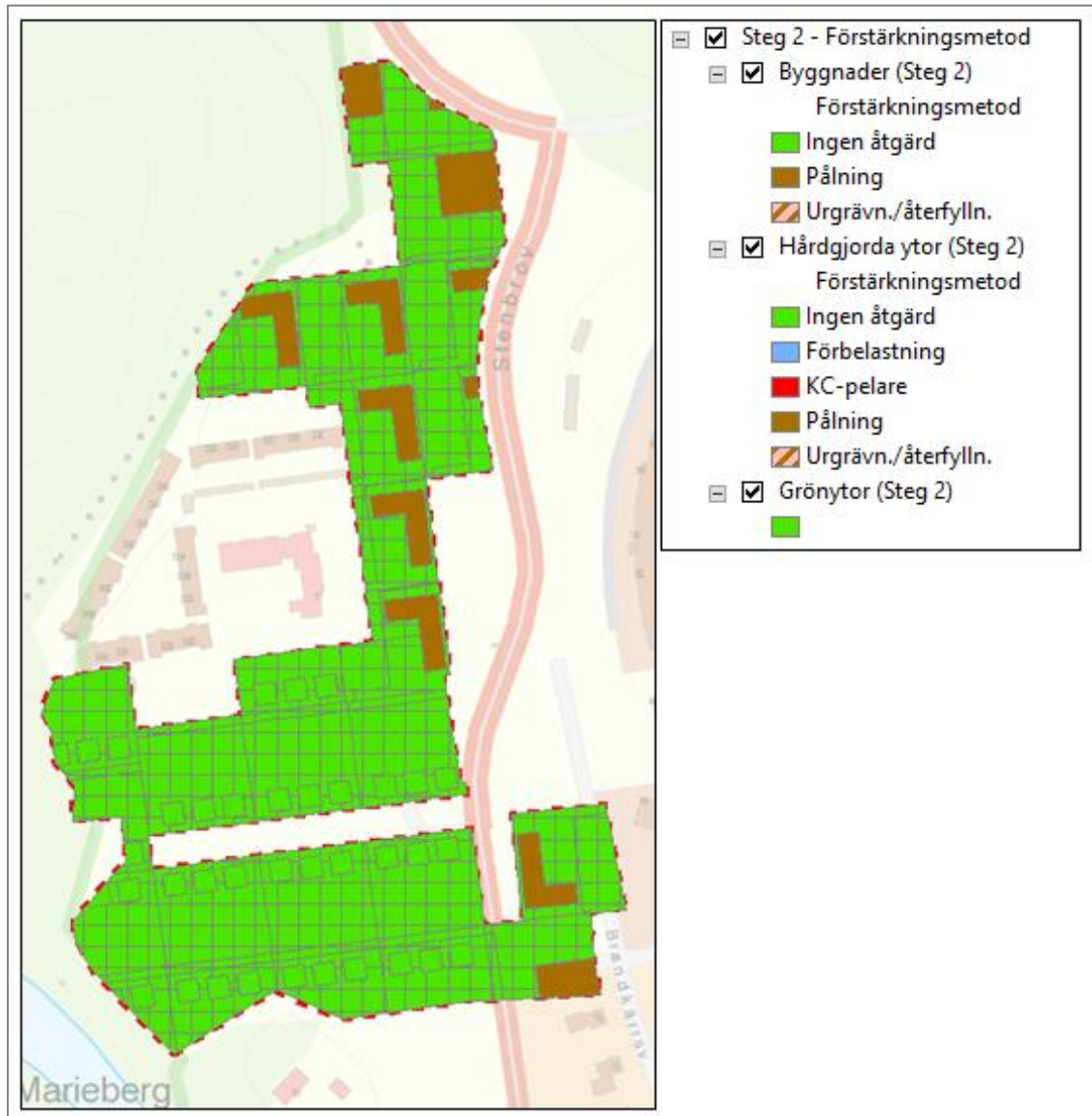
Nästa steg är att Geokalkyl genererar förstärkningsmetoder utifrån angivna ingångsdata. Verktøget kommer då att använda sig av villkorsmatriserna som finns för byggnader och hårdgjorda ytor i Excelarket *Villkormatriser.xlsx* som ligger i katalogen *Data*. Om man vill kan man redigera dessa innan verktøget för Steg 2:2 körs.

Eftersom relativa sökvägar används så behöver man eventuellt bara ändra på två inparametrar, *Storlek på schaktrutor* och *Utdata koordinatsystem*. Eftersom förstärkningsbehovet ofta varierar inom större ytor och för att schakt och fyllning inte ska bli för grovt beräknat, delar modellen in grönytor och hårdgjorda ytor i schaktrutor. För varje sådan ruta beräknas ett medelvärde på befintlig höjd utifrån höjddata rakt under/över rutan. För att få ett noggrannare resultat kan man minska storleken på rutorna, 10 m är default. Tänk dock på att det tar betydligt längre tid att köra verktøget om ett lågt värde anges. Rutor mindre än 5x5 m rekommenderas ej på grund av geokalkylens överiktliga karaktär. När alla parametrar är ifyllda så klicka på OK.





När verktyget körts klart kan man se resultatet genom att lägga till lyrfilen *Steg 2 - Förstärkningsmetod.lyr* i kartdokumentet. Ungefär så här kan kartan se ut:



Vid behov kan geoteknikern nu gå in och redigera föreslagen förstärkningsmetod. Kontrollera attributen för byggnaden/hårdgjorda ytan så att inte en orimlig metod för platsen anges.

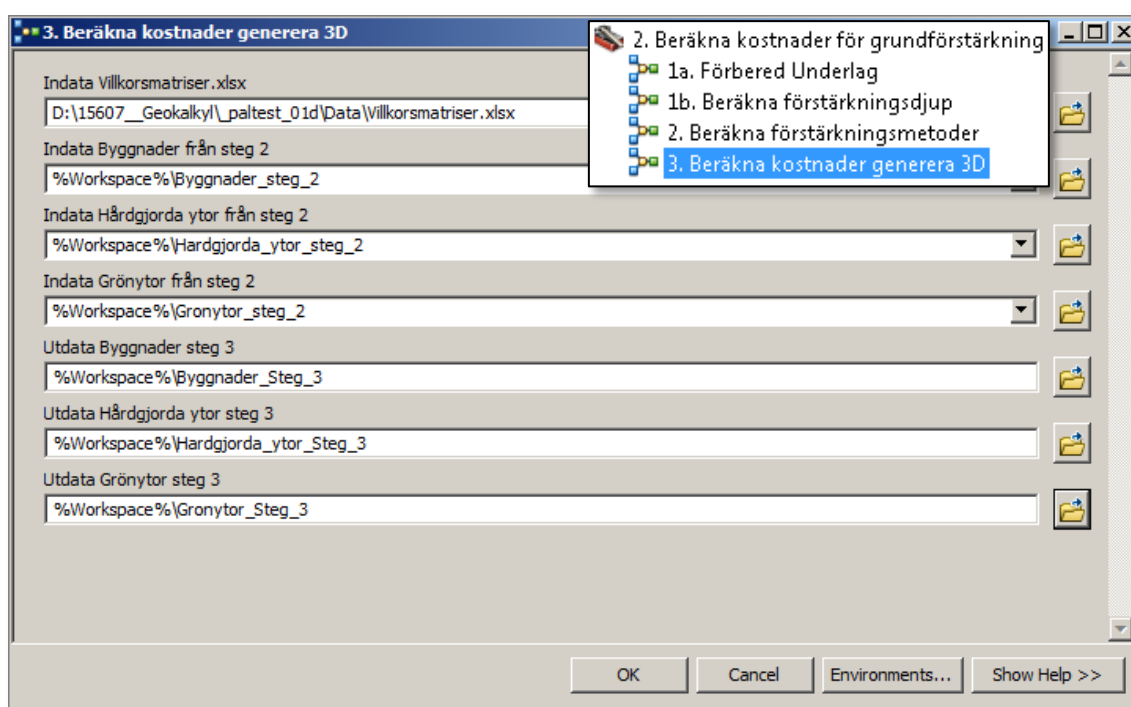


### Steg 2:3 – Beräkna kostnader

I steg 2:3 beräknas kostnaderna för schakt/fyllning och grundförstärkning. Datat förbereds även för presentation i 3D, å-priser för schakt/fyllning och förstärkningsmetoder hämtas från fliken *Inparametrar* i kalkylbladet *Villkorsmatriser.xlsx* i katalogen *Data*. Dessa indata kan justeras innan verktyget körs.

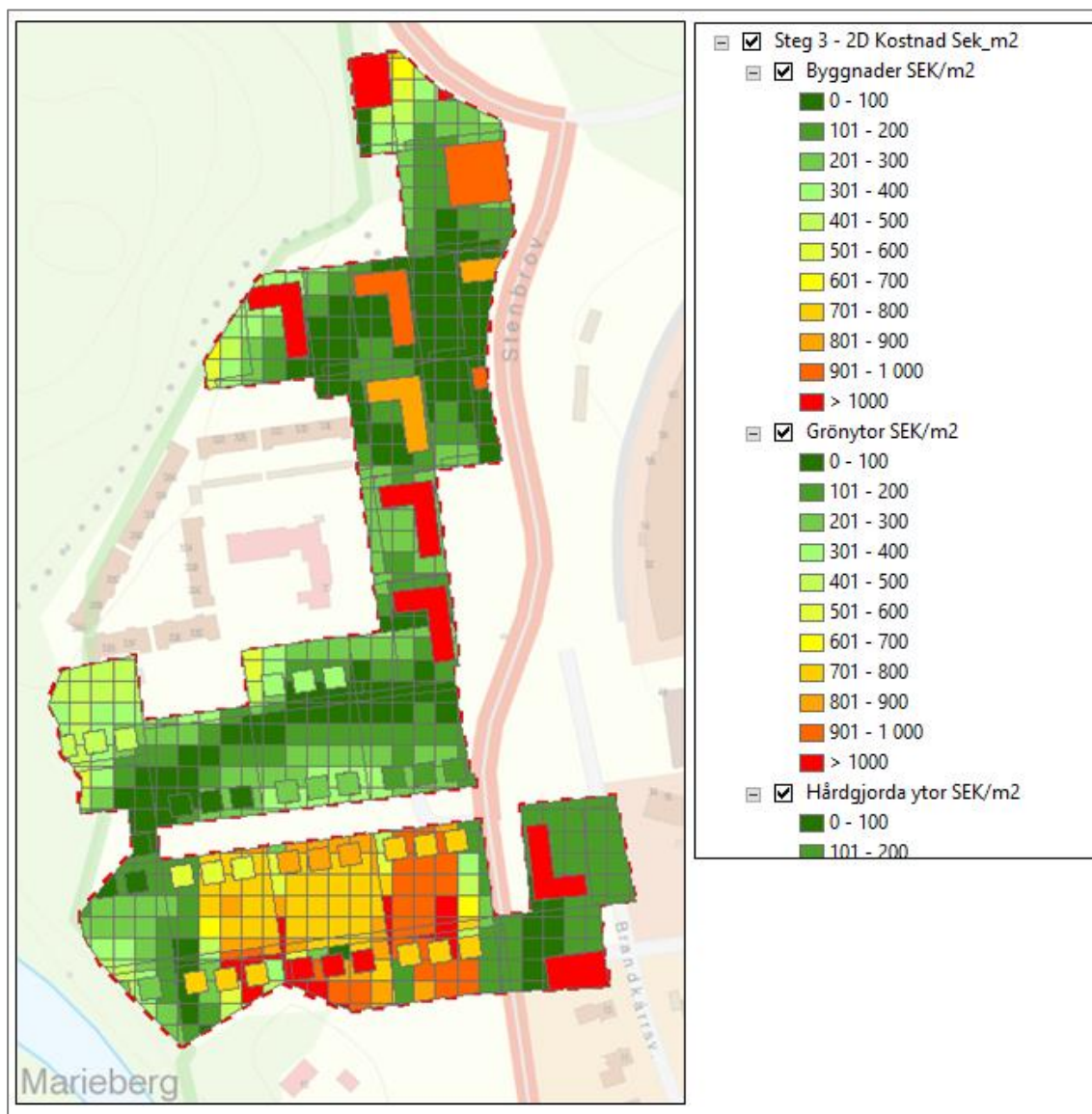
Om kostnaden för åtgärd av förorenade områden eller klimatanpassningsåtgärder matades in för några områden i underlagsdatabasen kommer dessa, i detta steg, att fördelas ut på de byggnader och områden som tangeras av kostnaderna.

Starta verktyg 2:3. Klicka sedan på OK.



När verktyget körts klart kan lyrfilen *Steg 3 - Kostnad SEK\_m2 (2D).lyr* läggas till i kartdokumentet. Den visar kostnad SEK/m<sup>2</sup> för alla ytor med en färgskala (grön-gul-röd) där grönt är en låg och rött är en hög kostnad.

Resultatet av Geokalkyl visar beräknad totalkostnad (SEK/m<sup>2</sup>) för respektive objekt avseende byggnader, samt för varje delruta avseende hårdgjorda ytor och grönytor. Ungefär så här kan kartan se ut i 2D i ArcMap:



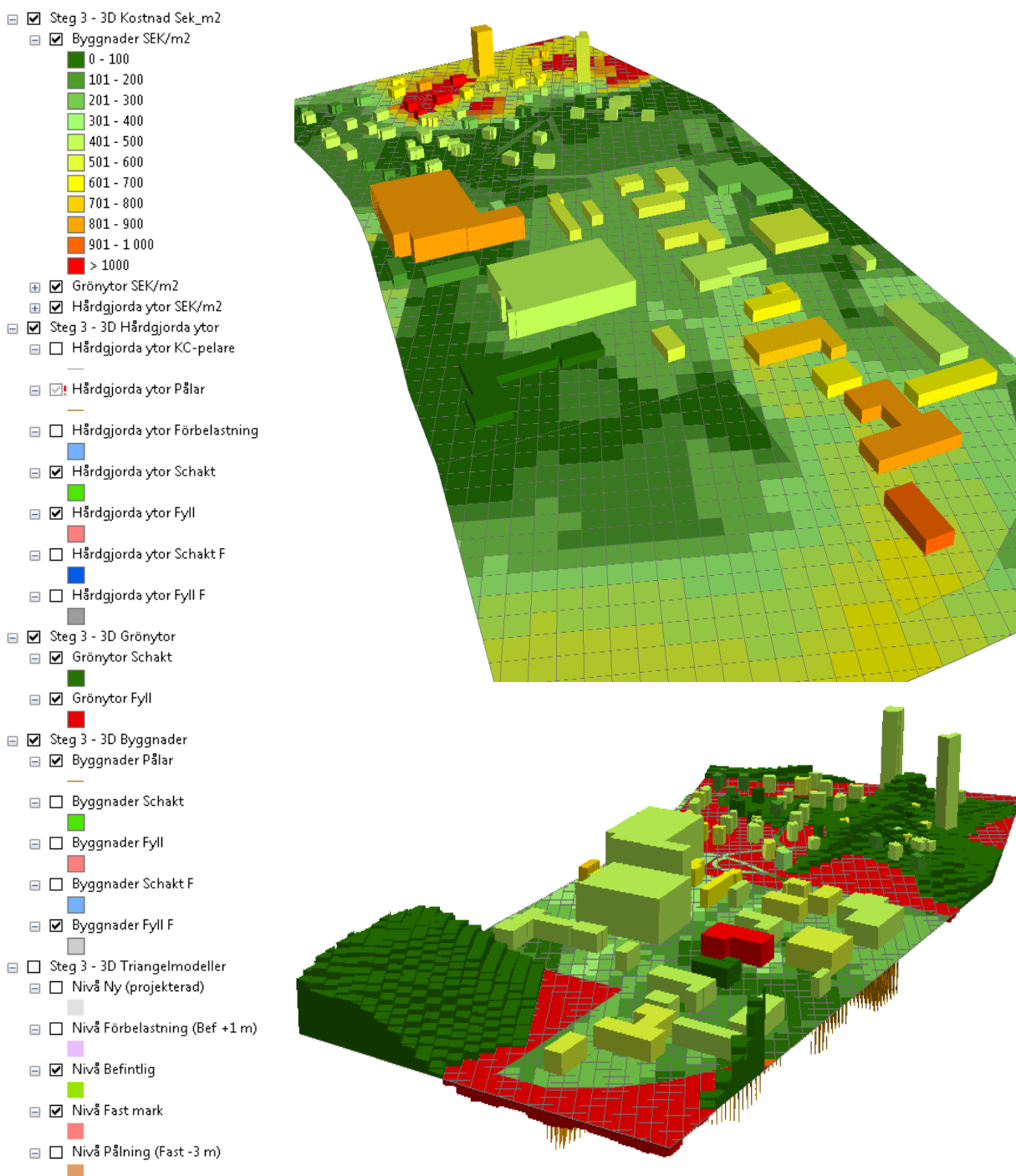
## 5.5 Redovisning

Resultatet presenteras överskådligt i både kartform (2D eller 3D) och som Excel-rapport. I följande stycken illustreras exempel på *utdata*, både som *grafik* och *text* (exempel från Linköping).

### 5.5.1 Utdata – grafik

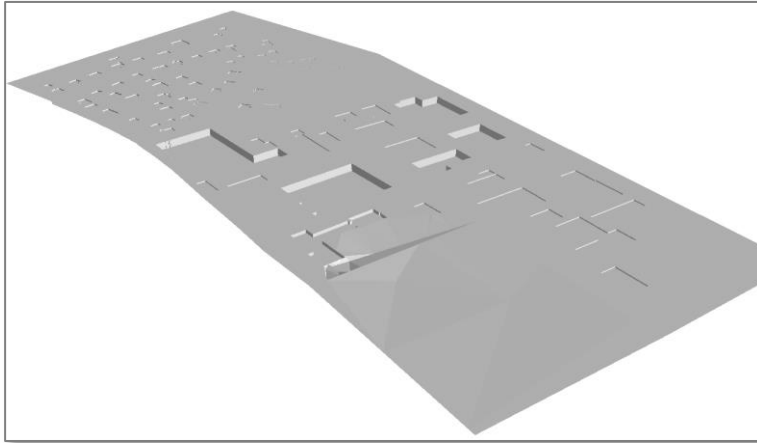
När Steg 2:3 körts klart är det även möjligt att titta på resultatet i 3D. I mappen Lyrfiler finns lyrfiler som går att dra in i ett eget dokument, men det finns även ett förberett kartdokument som heter Geokalkyl\_3D.sxd. Nedan (t v) visas vilka lager som finns i kartdokumentet och ett par exempel på hur det kan redovisas i ArcScene. På följande sidor ges ytterligare exempel på grafisk presentation av resultatet.

Notera att illustrationen av pålar är schabloniserad och inte stämmer med pålkonstruktionens verkliga utförande.

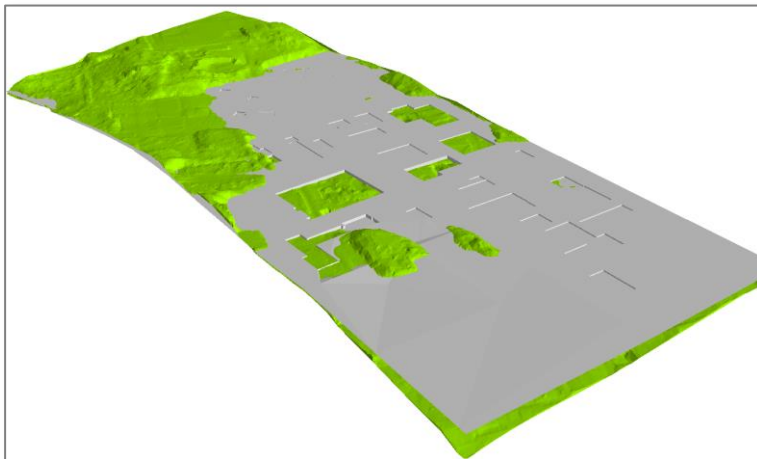


Följande är exempel på detaljerad grafik – visualisering av successiv lagerföljd i BIM-miljö.

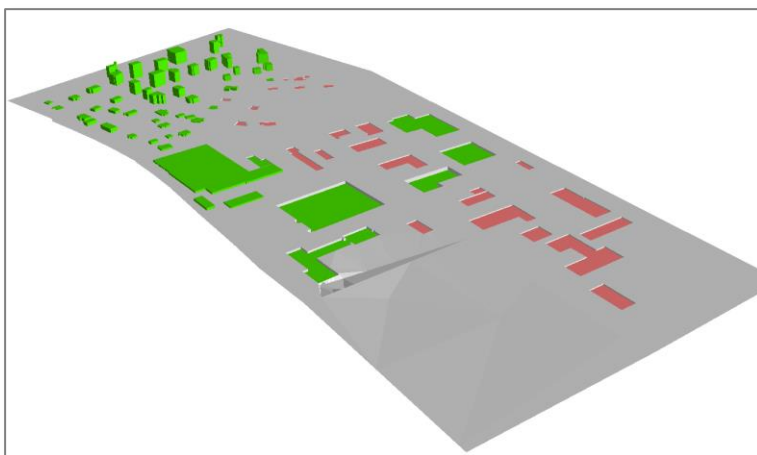
Projekterad nivå – schaktbotten:



Ursprunglig nivå och projekterad nivå:

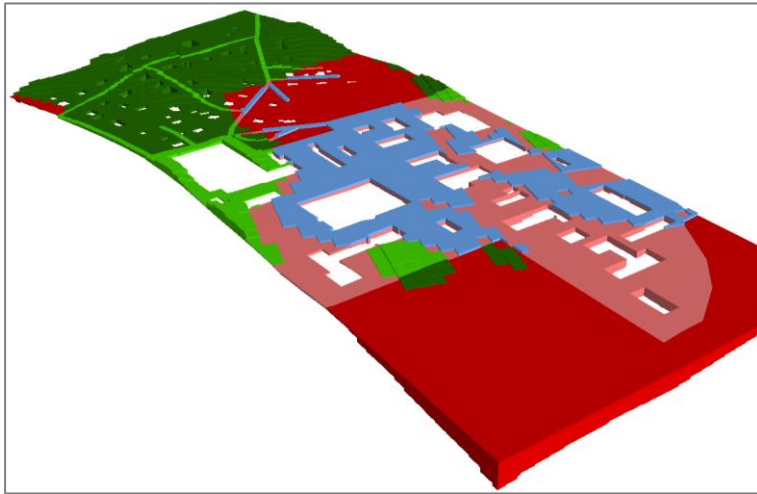


Projekterad nivå samt schakt och fyllning för byggnader:



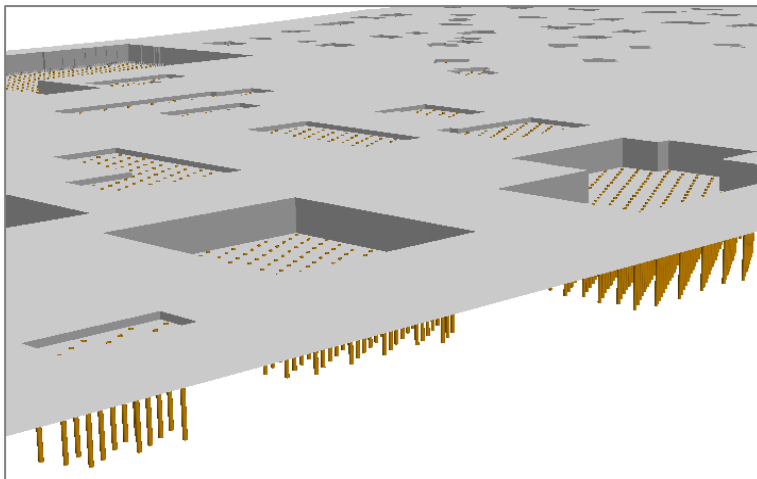
- Byggnader Schakt
- Byggnader Fyll

Schakt och fyllning för övriga ytor samt förbelastning:

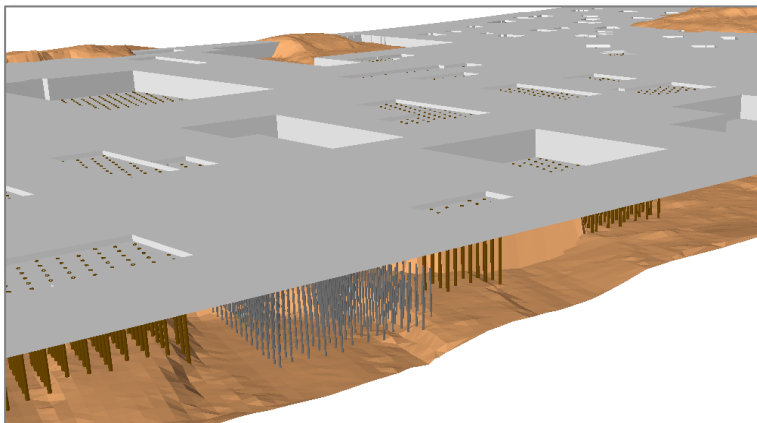


- Hårdgjorda ytor Förbelastning
- Hårdgjorda ytor Schakt
- Hårdgjorda ytor Fyll
- Hårdgjorda ytor Schakt F
- Hårdgjorda ytor Fyll F
- Steg 3 - 3D Grönytor
- Grönytor Schakt
- Grönytor Fyll

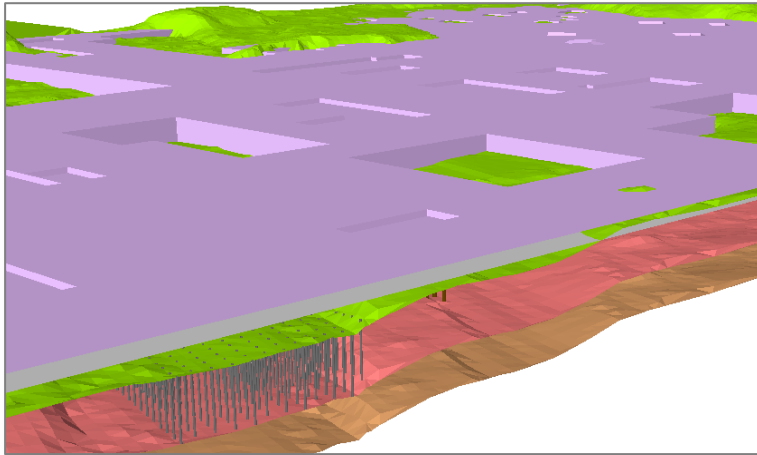
Projekterad nivå, schaktbotten och pålar:



Pålar (bruna), KC-pelare (grå), projekterad nivå, schaktbotten (grå) samt ök och längd för pålar.(Pålarnas placering schabloniserad):

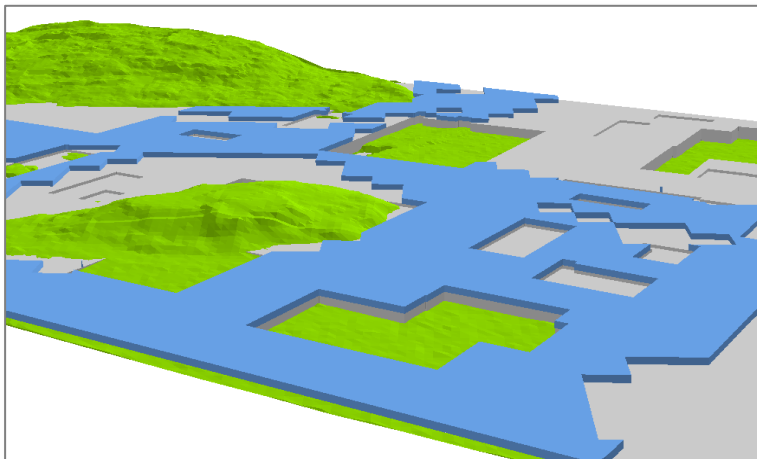


Exempel på variationer av triangelmodeller. (Pålarnas placering schabloniserad).

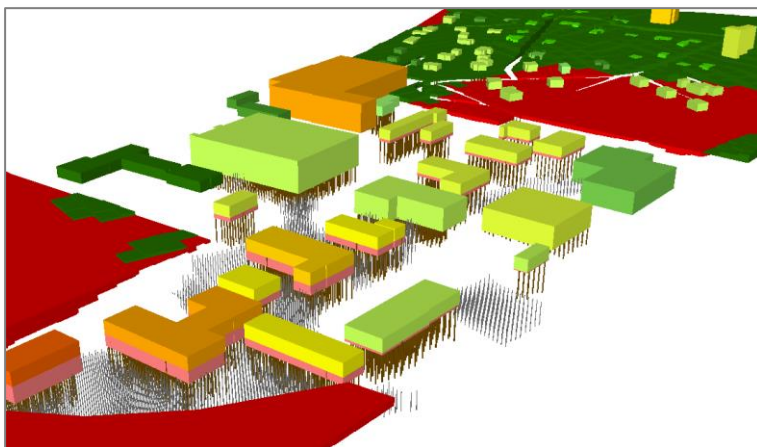


- Steg 3 - 3D Triangelmodeller
- Nivå Ny (projekterad)
- Nivå Förbelastning (Bef +1 m)
- Nivå Befintlig
- Nivå Fast mark
- Nivå Pålning (Fast -3 m)

Förbelastning, projekterad och befintlig nivå.

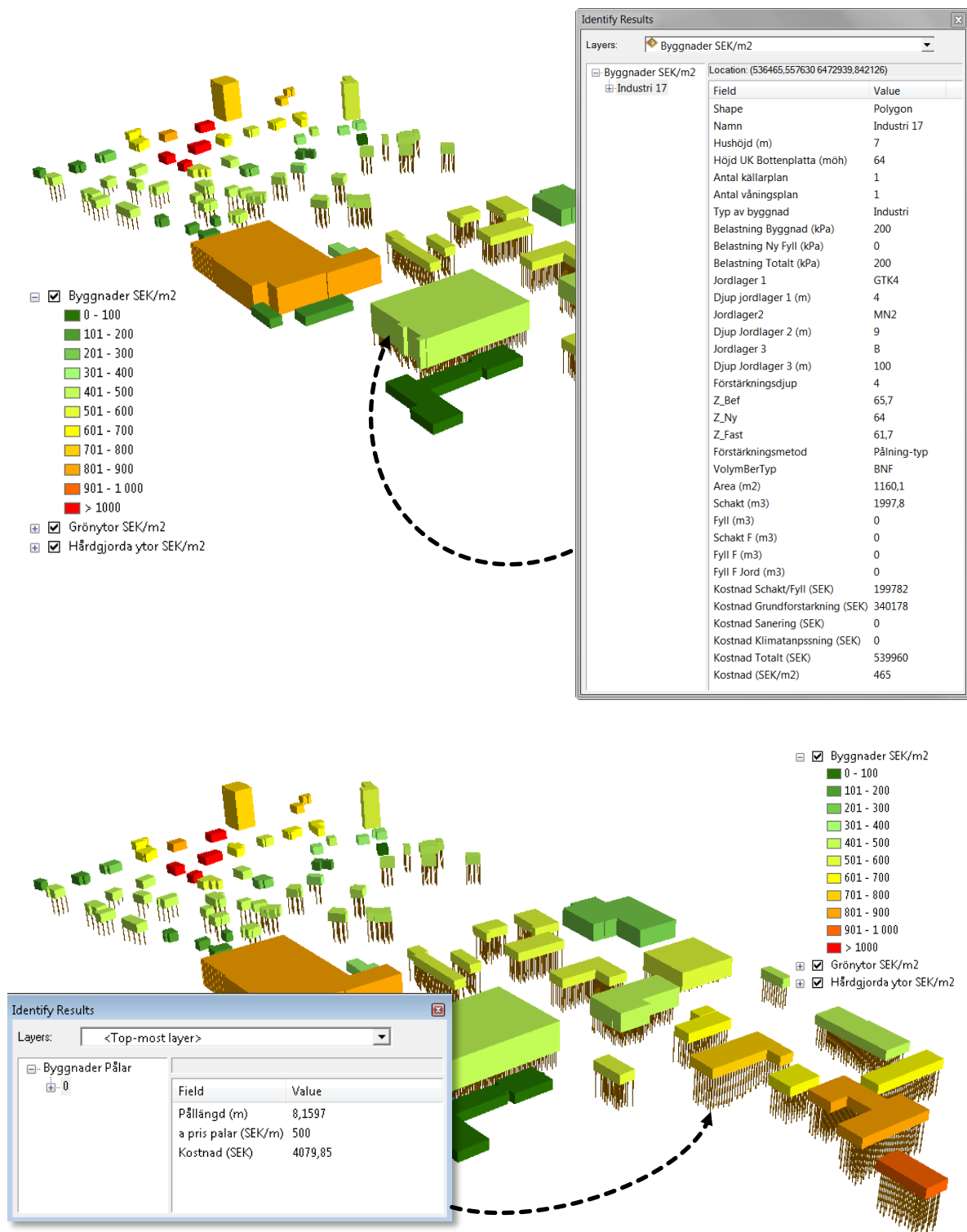


Kombinera, visualisera, exporter och harmonisera för effektivt nyttjande i BIM. (Pålarnas placering schabloniserad).





Pålning – byggnader, identifiera objekt och kostnad:



Med identifieringsverktyget kan man direkt peka på ett objekt och få fram information, bl.a. objekt-typ, eventuellt namn, om grundläggning kräver schakt eller fyllning, uppdelade kostnader och totalkostnad. Här ser man även om objektet är föremål för eventuella klimatanpassnings- eller saneringsåtgärder.

## 5.5.2 Utdata – text

I mappen Resultat finns fyra Excelfiler efter att Steg 2:3 körts. De tre översta (*Byggnader.xls*, *Gronytor.xls*, *Hardgjorda\_ytor.xls*) innehåller attributtavellerna från motsvarande lager i ArcMap.

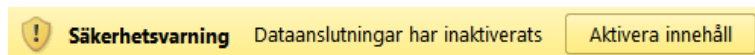
Volym	AL	AM	AN	AO	AP	AQ	AR	AS	AT	AU
VolymBerTyp	Schakt	Fyll	Schakt_F	Fyll_F	Fyll_F_Jord	Kostnad_schakt_fyrnad	grundforstark	Kostnad_per_m2	Kostnad	
NBF	0	502,2425966	0,000001	0,000001	0,000001	50224,25966	131835,3898	681,2173123	182059,6494	
NBF	0	193,714239	0,000001	0,000001	0,000001	19371,4239	237104,1102	440,6623332	256475,5341	
NBF	0	31,60253313	0,000001	0,000001	0,000001	3160,253313	23899,57077	475,2223884	27059,82409	
NBF	215,4240013	0	0,000001	0,000001	0,000001	21542,40013	57341,44175	442,609965	78883,84188	
NBF	0	66,95762301	0,000001	0,000001	0,000001	6695,762301	18950,09969	658,599297	25545,852	
NBF	127,4520633	0	0,000001	0,000001	0,000001	12745,20633	23628,52827	460,6222873	36373,73461	
NBF	88,40814766	0	0,000001	0,000001	0,000001	8840,814766	27049,50316	436,698371	35890,31792	
NBF	61,12624395	0	0,000001	0,000001	0,000001	6112,624395	16150,44396	442,9400635	22263,06835	
NBF	0	157,3016981	0,000001	0,000001	0,000001	15730,16981	134647,4413	464,4658746	150377,6111	
NBF	5092,805293	0	0,000001	0,000001	0,000001	509280,5293	1268676,391	445,6195068	1777956,521	
NBF	40,17245904	0	0,000001	0,000001	0,000001	4017,245904	47119,12452	402,9683062	51136,37043	
NBF	15,77785924	0	0,000001	0,000001	0,000001	1577,785924	42839,2986	395,126987	44417,08452	
NBF	0	735,1177321	0,000001	0,000001	0,000001	73511,77321	214988,6916	644,2456902	288500,4648	
NBF	0	40,51419233	0,000001	0,000001	0,000001	4051,419233	32963,22669	468,6890935	37014,64593	
NBF	341,3187122	0	0,000001	0,000001	0,000001	34131,87122	31869,82652	504,9444919	66001,69774	
NBF	0	108,5817703	0,000001	0,000001	0,000001	10858,17703	383630,1711	406,284451	394488,3482	
NBF	412,035348	0	0,000001	0,000001	0,000001	41203,5348	95994,4776	448,7919786	137198,0124	
NBF	318,4294221	0	0,000001	0,000001	0,000001	31842,94221	52392,54287	467,4202474	84235,48507	
NBF	0	112,5889764	0,000001	0,000001	0,000001	11258,89764	89576,32777	470,6319665	100835,2254	
NBF	0	354,2533697	0,000001	0,000001	0,000001	35425,33697	88204,80816	701,6278076	123630,1451	
NBF	86,16262852	0	0,000001	0,000001	0,000001	8616,262852	37430,03317	424,1646322	46046,29602	
NBF	0	101,5279079	0,000001	0,000001	0,000001	10152,79079	44856,89943	545,5019972	55009,69022	
NBF	999,3284484	0	0,000001	0,000001	0,000001	99932,84484	310729,244	436,0491943	410662,0889	
NBF	200,719161	0	0,000001	0,000001	0,000001	20071,9161	8731,109954	563,3778551	28803,02605	
NBF	0	56,32793691	0,000001	0,000001	0,000001	5632,793691	31251,03469	510,0683733	36883,82838	
NBF	83,91153191	0	0,000001	0,000001	0,000001	8391,153191	7652,305969	506,0667006	16043,45916	
NBF	3890,417409	0	0,000001	0,000001	0,000001	389041,7409	335311,7633	510,8260769	724353,5042	
NBF	88,61037391	0	0,000001	0,000001	0,000001	8861,037391	26561,50186	437,5333659	35422,53925	

*Sammanställning.xlsm* innehåller en pivottabell för varje lager som summerar schaktvolym och kostnader. Det finns även en summeringsflik som visar totalkostnaden för schakt/fyllning, grundförstärkning samt totalkostnad. *Sammanställning.xlsm* kan användas i Office/Excel 2012 och senare versioner utan att först öppna de tre *Byggnader.xls*, *Gronytor.xls* och *Hardgjorda\_ytor.xls*.

Använder man Office/Excel 2010 måste Excelfilerna öppnas i en särskild ordning, för att sedan kunna använda *Sammanställning\_utan\_makro.xlsx*. Se bilden nedan.



När *Sammanställning.xlsm* eller *Sammanställning\_utan\_makro.xlsx* öppnas kommer troligtvis denna varning att dyka upp:



Klicka på *Aktivera innehåll* så kommer arbetsboken att uppdatera pivottabellerna med data från de övriga arbetsböckerna som startades först.



Rubriken för resultatet får sättas manuellt. Så här kan ett resultat se ut från fliken Sammanställning (Exempel från Nyköping, Marieberg):

GEOKALKYL SAMMANSTÄLLNING	
Summering kostnader (MSEK)	
Kostnad Schakt/Fyll (MSEK)	8,5
Kostnad Grundförstärkning (MSEK)	4,1
Kostnad Klimatanpassning (MSEK)	0,0
Kostnad Sanering (MSEK)	6,7
<b>Total kostnad (MSEK)</b>	<b>19,4</b>
Summering massor (m <sup>3</sup> )	
Summa Schakt (m <sup>3</sup> ) (tf)	19 100
Summa Fyll (m <sup>3</sup> )	13 700
Summa Schakt förstärkning (m <sup>3</sup> ) (tf)	0
Summa Fyll förstärkning (m <sup>3</sup> )	0

Detaljinformation (för ett annat exempel) för de olika objekten hittas under flikarna för respektive skikt (Sammanställning, Byggnader, Hårdgjorda ytor respektive Grönytor).

Exempel på hur fliken Byggnader kan se ut:

	Antal källarplan	Antal våningsplan (m3)	Schakt (m3)	Fyll (m3)	Schakt förstärkning (m3)	Fyll förstärkning (m3)	Fyll förstärkning Jord (m3)	Kostnad Schakt/Fyll (SEK)	Kostnad grundförstärkning (m3)	Kostnad Klimatanpassning (SEK)	Kostnad Sanering (SEK)	Total Kostnad (SEK)
<b>Villa 8</b>												
Ingen åtgärd	0	5	1 052	0	0	0	0	105 195	0	0	0	105 195
<b>Villa 80</b>												
Påläggningstyp	0	1	104	0	0	0	0	10 363	17 202	0	0	27 565
<b>Villa 81</b>												
Ingen åtgärd	0	1	39	0	0	0	0	3 918	0	0	0	3 918
<b>Villa 82</b>												
Påläggningstyp	0	1	0	4	0	0	0	416	24 506	0	0	24 923
<b>Villa 83</b>												
Ingen åtgärd	0	1	168	0	0	0	0	16 824	0	0	0	16 824
<b>Villa 84</b>												
Påläggningstyp	0	1	68	0	0	0	0	6 789	18 388	0	0	25 177
<b>Villa 85</b>												
Påläggningstyp	0	1	56	0	0	0	0	5 601	29 564	0	0	35 165
<b>Villa 9</b>												
Ingen åtgärd	0	1	46	0	0	0	0	4 598	0	0	0	4 598
(tom)												
(tom)												
<b>Totalsumma</b>	<b>5</b>	<b>93</b>	<b>61 845</b>	<b>12 616</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>10 048 018</b>	<b>6 348 891</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>16 396 909</b>

Exempel på hur fliken Hårdgjorda ytor kan se ut:

Radetiketter	Schakt (m3)	Fyll (m3)	Schakt Förstärkning (m3)	Fyll Förstärkning (m3)	Kostnad Schakt/Fyll (SEK)	Kostnad Grundförstärkning (SEK)	Kostnad Klimatanpassning (SEK)	Kostnad Sanering (SEK)	Kostnad Totalt (SEK)
KC-pelare	0	5	0	0	508	1 387	0	0	1 896
<b>Väg 5</b>									
Förbelastning	0	0	0	0	7	23	0	0	30
KC-pelare	0	198	0	0	19 756	34 356	0	0	54 112
<b>Väg 6</b>									
Förbelastning	0	8	0	0	753	2 022	0	0	2 775
Ingen åtgärd	270	37	0	0	32 521	0	0	0	32 521
<b>Väg 7</b>									
Förbelastning	0	5	0	0	505	1 062	0	0	1 567
Ingen åtgärd	11	3	0	0	1 385	0	0	0	1 385
KC-pelare	0	196	0	0	19 604	36 375	0	0	55 979
<b>Väg 8</b>									
Förbelastning	0	39	0	0	3 883	10 749	0	0	14 632
Ingen åtgärd	277	2	0	0	27 943	0	0	0	27 943
KC-pelare	0	418	0	0	41 763	57 133	0	0	98 895
(tom)									
(tom)									
<b>Totalsumma</b>	<b>26 498</b>	<b>100 842</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>13 351 573</b>	<b>7 255 993</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>20 607 566</b>

Exempel på hur fliken Grönnytor kan se ut:

Radetiketter	Schakt (m3)	Fyll (m3)	Kostnad Schakt/Fyll (SEK)	Kostnad Klimatanpassning (SEK)	Kostnad Sanering (SEK)	Total Kostnad (SEK)
Grönnya 1	49 710	21 184	9 337 994	0	0	9 337 994
Grönnya 2	40 192	603	5 388 066	0	0	5 388 066
Grönnya 3	22 585	34	3 033 215	0	0	3 033 215
Grönnya 4	716	1 280	199 585	0	0	199 585
Grönnya 5	239	152	39 137	0	0	39 137
Grönnya 6	801	116 202	11 700 297	0	0	11 700 297
Grönnya 7	100 241	226	11 546 922	0	0	11 546 922
(tom)						
<b>Totalsumma</b>	<b>214 485</b>	<b>139 680</b>	<b>41 245 216</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>41 245 216</b>

## 5.6 Plattform för information och tillgång till Geokalkyl

På SGI:s webbplats, [www.swedgeo.se/geokalkyl](http://www.swedgeo.se/geokalkyl), finns möjlighet till nedladdning av verktyget Geokalkyl och tillhörande dokumentation. Här kommer även exempeldata och kontaktinformation att finnas tillgänglig.

## 6. Tolka och utvärdera resultatet

Geokalkyl ger möjlighet att jämföra olika planeringsalternativ. Det kan handla om att jämföra kostnader mellan två skilda områden eller med alternativ placering av byggnader inom ett och samma område. I tolkningen bör man studera både den totala kostnaden och kostnaderna för varje ingående post, grundförstärkning, schaktning, fyllning samt klimatanpassningsåtgärder och hantering av förorenade områden. Genom att jämföra flera olika alternativ kan specifika områden med särskilt höga kostnadsposter eller totalkostnader identifieras.

I tolkningen av viktiga identifierade kostnadsposter ingår också att värdera underlagets kvalitet. Detta ger även utgångspunkt för kommande steg med planering av var geotekniska undersökningar kan göra bäst nytta.

## 7. Faktorer som påverkar geokalkylen

Verktuget Geokalkyl ger möjlighet att lägga in kostnader för marksanering samt klimatrelaterade åtgärder. Förutom dessa poster bör också andra faktorer som påverkar kostnaden för markbyggnad beaktas, se även Rogbeck et al. (2015)<sup>13</sup>.

### 7.1 Geotekniska faktorer

Geokalkyl ger förslag på lämplig förstärkningsmetod baserat på förutsättningarna för sättningar utifrån den aktuella lasten (byggnader samt fyllningsjord) och GTK-klassningen tolkad från markförhållanden med jordart och jorddjup.

För att få en mer heltäckande kostnadsbild behöver även andra geotekniska riskfaktorer som kan påverka kalkylen bedömas, såsom släntstabilitet, bärighet, problem relaterade till grundvatten/ytvatten/tjäle, olika hinder vid schaktning och fyllning samt omgivningspåverkan. Åtgärder för släntstabilitet kan ge betydande kostnader, framförallt inom lerområden.

Alla faktorer som har stor kostnadspåverkan bör identifieras och beaktas i samband med upprättandet av Geokalkyl. Kostnader som inte bedöms automatiskt av systemet kan specificeras och hantearas under ”övriga kostnader”.

---

<sup>13</sup> Rogbeck, Y, Bertilsson, R, Hedfors, J, Hågeryd, AC, Helgesson, H, Kiilsgaard, R & Lind, B (2015) *Geokalkyl för planering av bebyggelse i tidiga skeden. Metodbeskrivning*. SGI Publikation 16, Statens geotekniska institut, Linköping.

## 7.2 Miljöföroreningar

Förutom de direkta kostnaderna för att undersöka och åtgärda förorenade områden finns flera andra faktorer som kan påverka kostnadsbildningen. Det kan handla om särskilda tidsaspekter för bebyggelseområdet, ansvarsförhållanden eller kapacitet och tillgång till speciella metoder. Generellt sett blir kostnaden lägre om saneringen, när det gäller grävsanering, görs i samband med övriga markarbeten och grävningar inom området.

## 7.3 Klimatanpassningsåtgärder

Klimatförändringen med stigande havsnivå och förändrade nederbördsmonster påverkar markens bygghälsa. För att motverka översvämningar och försämrade stabilitetsförhållanden kan särskilda åtgärder krävas. Strategier för anpassning till ett förändrat klimat brukar delas in i; *reträtt, skyddsåtgärder, återhämtning*. Exempel på fysiska åtgärder som kan läggas in som kostnader i Geokalkyl är: (sammanfattade från Bergman et al. 2011<sup>14</sup>; MSB 2014<sup>15</sup>; SOU 2007<sup>16</sup>):

- Vallar
- Byggnad på pelare
- Flytande byggnader
- Byggnader som tål vatten i källaren
- Genomsläpplig markbeläggning
- Transport/hantering av infiltrerat dagvatten
- Ytlig transport/hantering av dagvatten
- Återhållande reservoar
- Multifunktionella ytor/översvämningssytor
- Gröna tak
- Markväxter
- Pumpning
- Höjning av golvnivå
- Tillgång till temporära översvämningsskydd
- Avschaktning
- Stödfyllning
- Kalk-/cementpelare
- Sänkning eller begränsning av grundvattentryck
- Jordspikning
- Erosionsskydd

---

<sup>14</sup> Bergman, R, Andersson-Sköld, Y, Fallsvik, J, Hultén, C & Elliot, A (2011) *Åtgärdsförslag vid ett förändrat klimat i Sverige – Förändrad nederbörd och vattenståndsnivåer*. SGI Varia 618, Statens geotekniska institut, Linköping.

<sup>15</sup> MSB (2014) *Förebyggande, naturolyckor, skred, ras och slamströmmar*. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, MSB, <<https://www.msb.se/sv/Forebyggande/Naturolyckor/Skred-ras-och-slamstrommar/Forebyggande-atgarder-/Finkorniga-jordar/>> [30 oktober 2014]

<sup>16</sup> SOU (2007) *Sverige inför klimatförändringarna - hot och möjligheter*. Statens offentliga utredningar, SOU 2007:60, Stockholm.

## **7.4 Andra faktorer som påverkar kalkylen**

Det finns en rad andra faktorer och värden som också påverkar geokalkylen, till exempel kultur- miljö-/arkeologiska värden och naturvärden.

Information om registrerade kulturmiljövärden kan fås av länsstyrelsen som också kan upplysa om arkeologisk undersökning av platsen måste utföras. Länsstyrelsen, eller kommunens miljökontor, kan också upplysa om de naturvärden och naturskydd som finns på platsen.

Kostnaderna läggs in under ”övriga kostnader”.

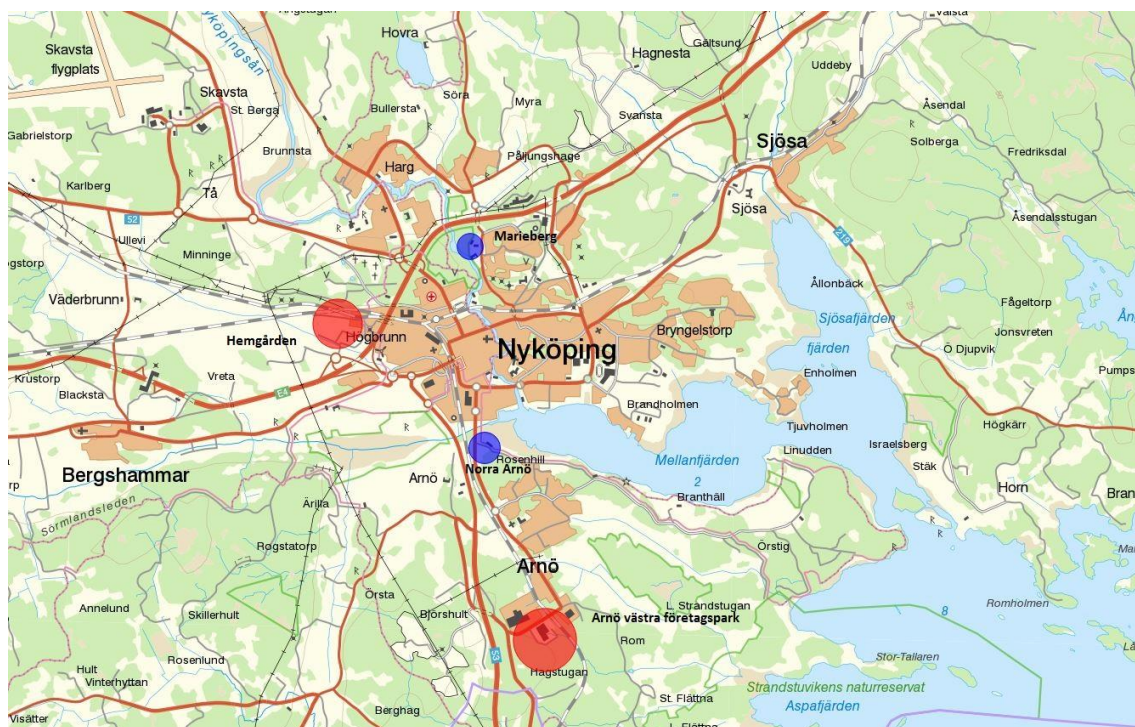
## 8. Exempel och implementering

Relevansen hos kalkylerade resultat, systemets användarvänlighet, systemets begränsningar och eventuella behov av experttolkning av resultaten har testats genom implementering av Geokalkyl i verkliga planeringssituationer, varav två fall i Nyköping och ett i Jönköping.

Nedan redovisas resultaten av geokalkylerna samt utvärdering av erfarenheterna. För jämförelse och utvärdering av Geokalkylsystemets känslighet har kalkyler utförts med två olika geounderlag; en kalkyl där systemet själv väljer geotekniska terrängklasser (GTK-klasser) utifrån den importerade geologiska kartan, och en kalkyl där geotekniker tolkat geounderlag och manuellt definierat och ritat in GTK-klasserna.

### 8.1 Nyköping

Implementeringen i Nyköping avser kalkyler över detaljplaneområden där inriktningen på exploateringen är fastslagen men där ännu inte byggnationen har utformats, se Figur 8.1, där blå områden, Marieberg respektive Norra Arnö, avser bostadsbebyggelse och röda, Hemgården respektive Arnö västra företagspark, är verksamhetsområden.



Figur 8.1 Studerade detaljplaneområden i Nyköping. © Lantmäteriet, 2016

För att illustrera kostnaden för olika typer av exploatering utformade kommunen tre ”typkvarter” som valfritt kan kombineras inom ett planområde. För vart och ett av de studerade områdena laddades den gällande detaljplanen ned från kommunens webb-plattform. Planerna kan laddas ner i två format, pdf, vilket kan göras av alla samt i dwg- eller annat GIS-format som kräver särskild GIS-programvara. Vi valde här det enklare pdf-formatet där områdena sedan avgränsades i Geokalkyl

genom att digitalisera områdesgränserna med en klicka- och dra ”gummibands-funktion” i ArcGIS, så kallad georeferering.

Typkvarter upprättades av kommunen genom att rita upp och ange storlek på de olika ytorna. Rutorna – eller kvarteren – har en storlek på 50x50 m som kan läggas samman bredvid varandra. Varje ruta har fått en halv gatusektion. För varje typkvarter finns areell fördelning specificerad för:

- Byggnad
- Grönyta inom kvartersmark
- Hårdgjord yta inom kvartersmark
- Gata (hårdgjord)
- Allmän platsmark (grönyta)

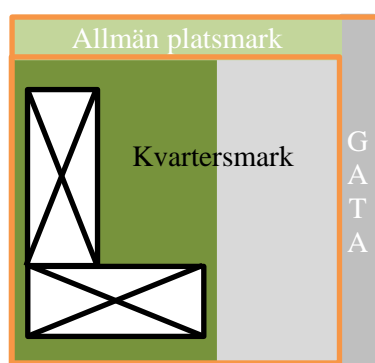
I varje planområde placeras typkvarter ut så att planområdena blir fyllda i enlighet med det exploateringsstal som fastslagits. I Norra Arnö planeras stadsbebyggelse i de flesta kvarteren, utom kvarteret längst österut där det är småhusbebyggelse. I Marieberg har vi lagt in småhusbebyggelse i de södra kvarteren (två våningar i detaljplanen) och stadskvarter i resterande bostadskvarter (3 våningar och fler i detaljplanen). Med utgångspunkt från typkvarter, se nedan, skapades shape-filer för respektive typkvarter.

Av de studerade områdena i Nyköping valdes slutligen två, Marieberg och Hemgården, för att illustrera olika tillämpningar av geokalkyl.

### 8.1.1 Typkvarter

#### Typ 1: Bostadsbebyggelse, stadskvarter

Tät bebyggelse, cirka 150 inv/ha enligt kommunens FÖP. Rutan är 50x50 m, och en BTA på 2000 motsvarar omkring 30 lgh. Vi har här antagit att det blir markparkering (cirka 25 m<sup>2</sup> per bilplats, räknat på ett snitt av kommunens parkeringsnorm).

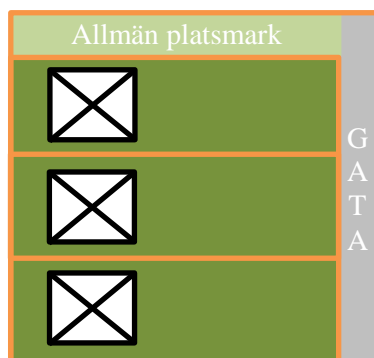


	Byggnad, 4 vån, (2000 BTA)	500 m <sup>2</sup>
	Grönyta inom kvartersmark	800 m <sup>2</sup>
	Hårdgjord yta inom kvartersmark	800 m <sup>2</sup>
	Gata, allmän platsmark (halva gatan inom respektive typkvarter)	200 m <sup>2</sup>
	Övriga allmän platsmark som park, natur, lekplatser, torg,	200 m <sup>2</sup>
		2500 m <sup>2</sup>



### Typ 2: Bostadsbebyggelse, småhus

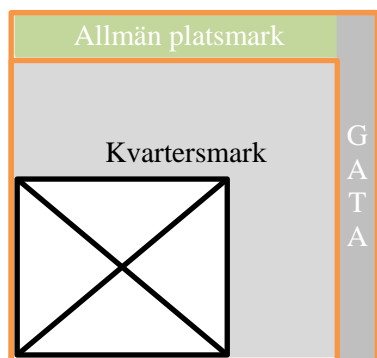
Småhusbebyggelse. Rutan är 50x50 m, med byggrätt på 200 m<sup>2</sup>, två våningar. Parkering sker inom tomten, och del av tomten blir troligen hårdgjord.



	Byggnad, fristående mindre småhusbebyggelse, 2 vån	100 m <sup>2</sup> /byggnad ger 300 m <sup>2</sup>
	Tomtmark (exkl. byggnaden)	600 m <sup>2</sup> /tomt ger 1800 m <sup>2</sup>
	Gata, allmän platsmark (halva gatan inom respektive typkvarter)	200 m <sup>2</sup>
	Övriga allmän platsmark som park, natur, lekplatser, torg,	200 m <sup>2</sup>
		2500 m <sup>2</sup>

### Typ 3: Verksamhetsområde

Verksamhetsbyggelse. Rutan är 50x50 m, byggnadshöjd max 15 m. Tomtmarken blir troligen hårdgjord.



	Byggnad, max 15 m höjd	800 m <sup>2</sup>
	Tomtmark (exkl. byggnaden), hårdgjord	1300 m <sup>2</sup>
	Gata, allmän platsmark (halva gatan inom respektive typkvarter)	200 m <sup>2</sup>
	Övriga allmän platsmark som park, natur, lekplatser, torg,	200 m <sup>2</sup>
		2500 m <sup>2</sup>

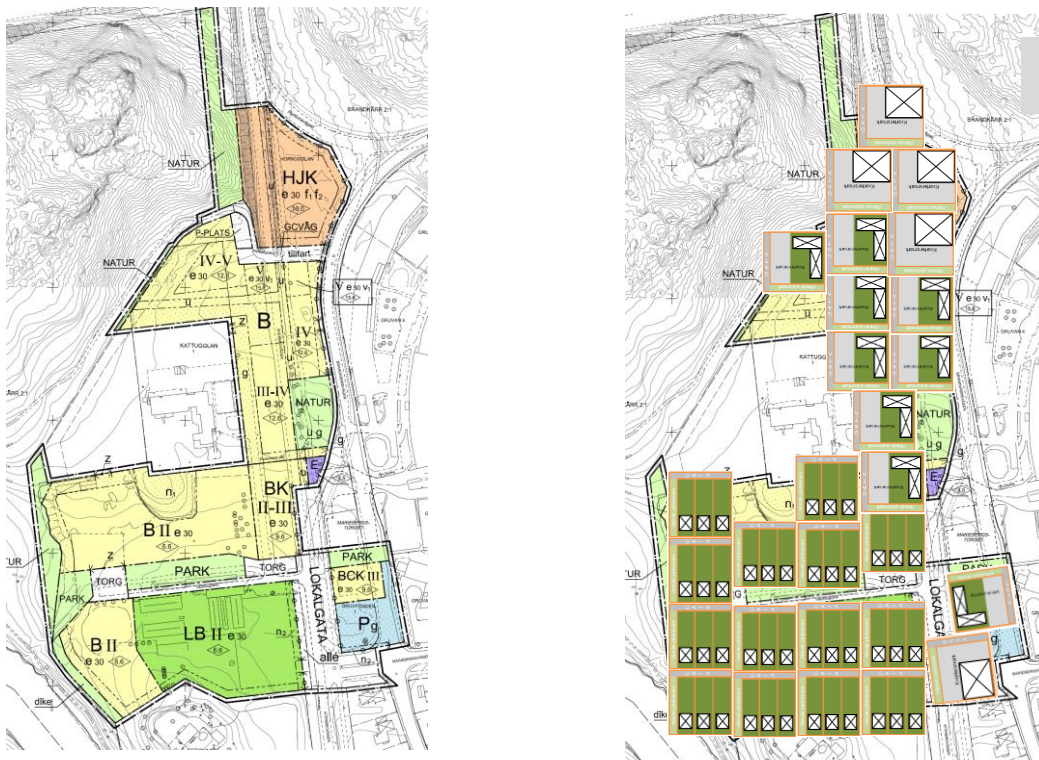
Typområdena kan också skalas upp till större enheter för att passa exploateringskalan för respektive planområde. I Kapitel 8.1.2 ges en kort beskrivning av respektive detaljplaneområde.

Notera att typkvarteren, förutom byggnader, innehåller både grönytor och hårdgjorda ytor. Vid geokalkylen görs ingen skillnad i kostnaden för schakt eller fyllning beroende på om området är sammanhängande eller ej. Det betyder att kostnaden blir densamma för hårdgjorda ytor som hänger ihop, t.ex. bildar vägar med korrekt sträckning, i jämförelse med uppstyckade vägbitar inom varje kvarter – så länge som nivån för grundläggning är densamma. På så sätt är det möjligt att lägga de olika typkvarteren intill varandra och bygga stadslandskap utan att grönytor eller vägar måste hänga ihop på ett realistiskt sätt. Kostnaden för dessa delar summeras ändå på ett korrekt sätt för hela kvartersytan och där många sådana ytor kan summeras till varandra.



## 8.1.2 Marieberg

Syftet med detaljplanen i Marieberg är att ge möjlighet till uppförande av nya bostäder och utökning av befintligt arbetsplatsområde. Planen avses innehålla både bostadsbebyggelse i stadskvarter (Typ 1) och småhus (Typ 2). Marken utgörs av sandiga svämsediment närmast Nyköpingsån och därutöver siltig och skiktad lera med uppskattningsvis 5-10 m mäktighet. Morän förekommer vid höjdområdena i norr och öster. Detaljplanen innehåller relativt mycket prick-mark som inte får bebyggas. Antalet kvartersmoduler som placerats ut har anpassats både till tilltänkt exploateringsgrad och till topografin, se Figur 8.2.

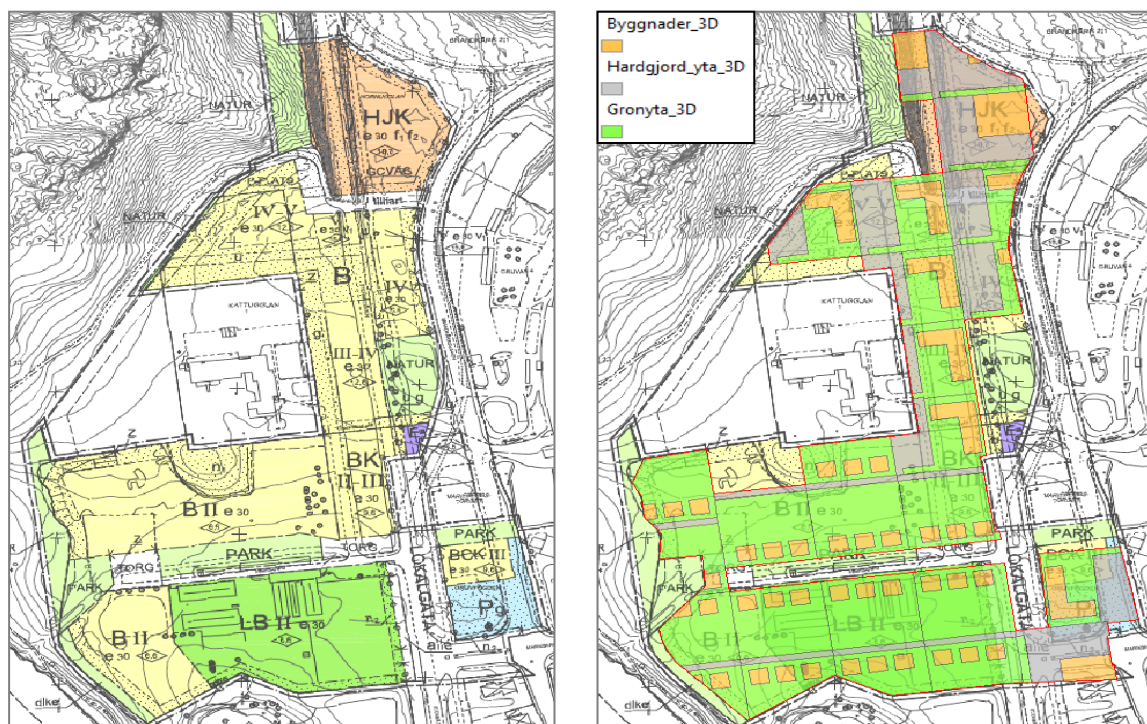


**Figur 8.2** Gällande detaljplan (vänster) och exploatering med typkvarter (höger) i Marieberg, Nyköping.

### 8.1.3 Geokalkyl Marieberg

Geokalkylen har genomförts i syfte att beräkna kostnadernas fördelning inom området med tilltänkt exploateringsgrad och kvarterstyp.

Det kalkylerade området har avgränsats med planområdesgränsen. Det betyder att typkvarteren längs områdesgränsen klipps av i kanterna. Ibland kan begränsningslinjen skära rakt igenom en byggnad och då kommer endast delen innanför områdeslinjen att beräknas, se Figur 8.3.



**Figur 8.3** Plankarta (vänster) samt korresponderande karta med utplacerade gränsanpassade typkvarter (höger) i Marieberg, Nyköping.

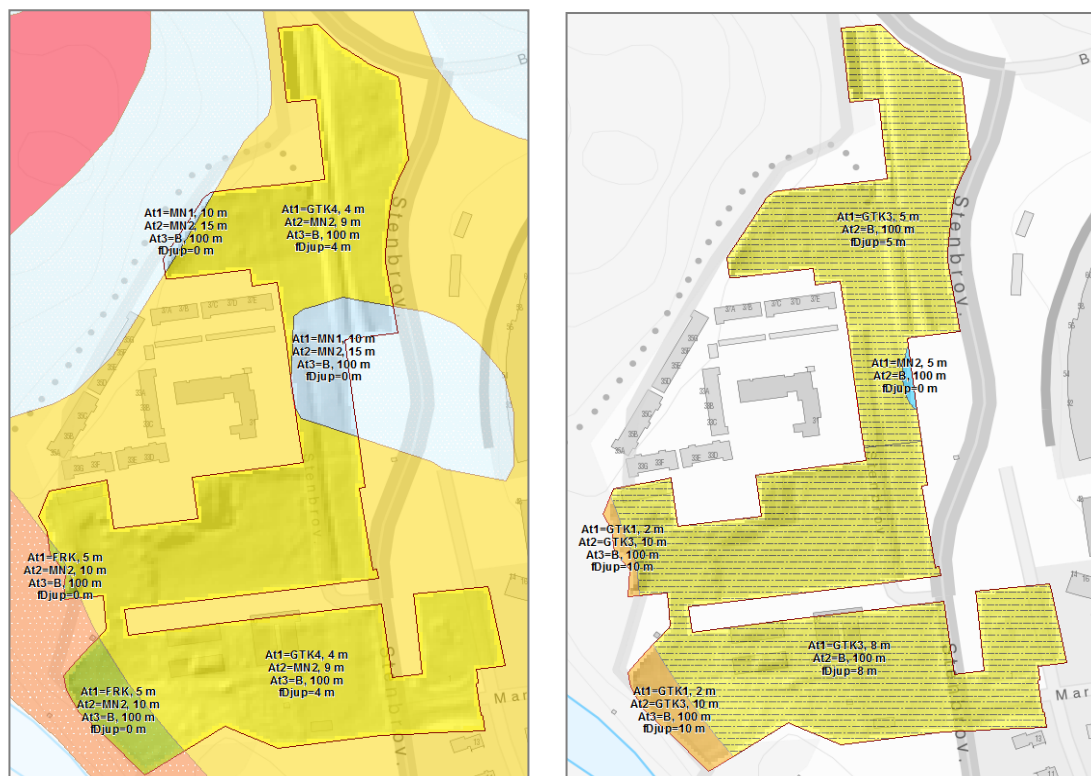
Grundläggningsnivån kan sättas manuellt eller beräknas med Geokalkyl. Beräkningen med Geokalkyl kan avse medelhöjden inom ett större område eller för en enskild byggnad. Olika grundläggningshöjder kan också sättas för skilda delar av terrasserade byggnader. För området Marieberg gjordes bedömningen att grundläggningen i huvudsak sker på två skilda nivåer för den norra respektive södra delen av planområdet. Det visade sig att den manuella höjdsättningen på plats gav exakt samma resultat som den automatiskt beräknade medelhöjden inom respektive område, 21,4 möh för den norra delen och 20,4 möh för den södra.

Geotekniska terrängklasser (GTK-klasser) kan väljas automatiskt av Geokalkyl utifrån den geologiska kartan. Nedan ses en jämförelse mellan dessa förvalda GTK-klasser för Marieberg och de manuellt tolkade GTK-klasserna utifrån geotekniska undersökningar, Figur 8.4. Det geotekniska underlaget har, förutom den geologiska kartan, bestått av en översiktlig geoteknisk utredning<sup>17</sup>

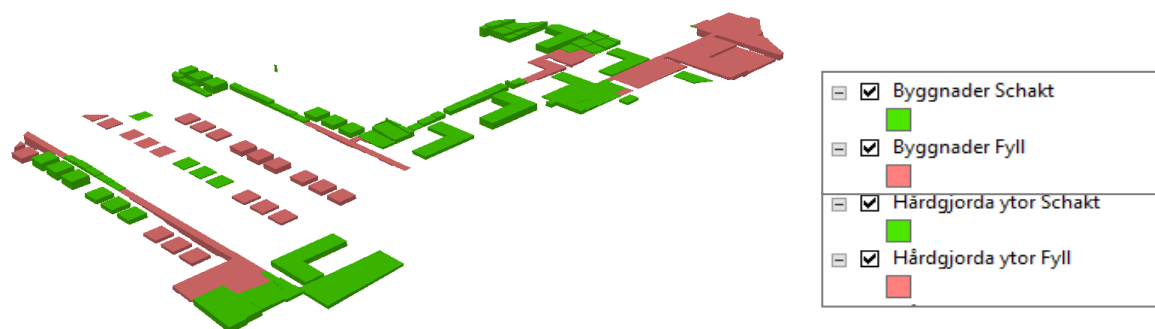
<sup>17</sup> Översiktlig PM geoteknik, Brandkärr 2:1 del av, Nyköpings kommun, Sweco Örebro 2011-07-26, inklusive Rapport Rego.

samt översiktlig stabilitetskartering<sup>18</sup> inom angränsande områden av Nyköpingsån. Information om fastmark, jorddjup samt förekomst av eventuella skredärr eller raviner hämtas in från webbplatsen ”geodata.se”. Bedömningarna blev likartade vilket också återspeglas i geokostnader i samma storleksordning (se Figur 8.6 och Tabell 8.1).

I Geokalkyl kan man också visualisera behovet av fyllning eller schakt för både byggnader och hårdgjorda ytor, se Figur 8.5.



**Figur 8.4** Geotekniska terrängklasser (GTK-klasser) för Marieberg, Nyköping. Vänstra figuren: Förvalda av Geokalkyl utifrån den geologiska kartan. Högra figuren: Bedömt utifrån kompletterande geotekniska undersökningar.



**Figur 8.5** Visualisering av fyllning respektive schakt för byggnader och hårdgjorda ytor i Marieberg, Nyköping.

<sup>18</sup> Statens räddningsverk, Nyköpings kommun Kv Perioden, Stabilitetskontroll, VBB VIAK 1993-04-30.

### Kalkylresultat förvalda respektive tolkade GTK-klasser, Marieberg

I Tabell 1 redovisas de beräknade kostnaderna för de olika analysätten utifrån enbart den geologiska kartan, respektive tolkning utifrån utökad geoteknisk kunskap. De kalkylerade resultaten visar stora likheter för förvalda GTK-klasser, baserade på enbart jordartskartan (SGU) respektive GTK-klasser tolkade utifrån utökad geotekniskt underlag. Kostnaderna kan också visualiseras, som i Figur 8.6.

**Tabell 8.1** Kalkylresultat, Marieberg, Nyköping. Vänstra tabellen för förvalda GTK-klasser i Geokalkyl och högra tabellen för tolkade GTK-klasser med utökad geotekniskt underlag (notera att summorna avrundas i den reviderade versionen av Geokalkyl).

Summering kostnader (SEK)		
Kostnad Schakt/Fyll (SEK)		8 813 763
Kostnad Grundförstärkning (SEK)		6 571 778
Kostnad Klimatanpassning (SEK)		0
Kostnad Sanering (SEK)		6 744 281
<b>Total kostnad (SEK)</b>		<b>22 129 822</b>

Summering massor		
Summa Schakt		15 125
Summa Fyll		18 415
Summa Schakt förstärkning		0
Summa Fyll förstärkning		0

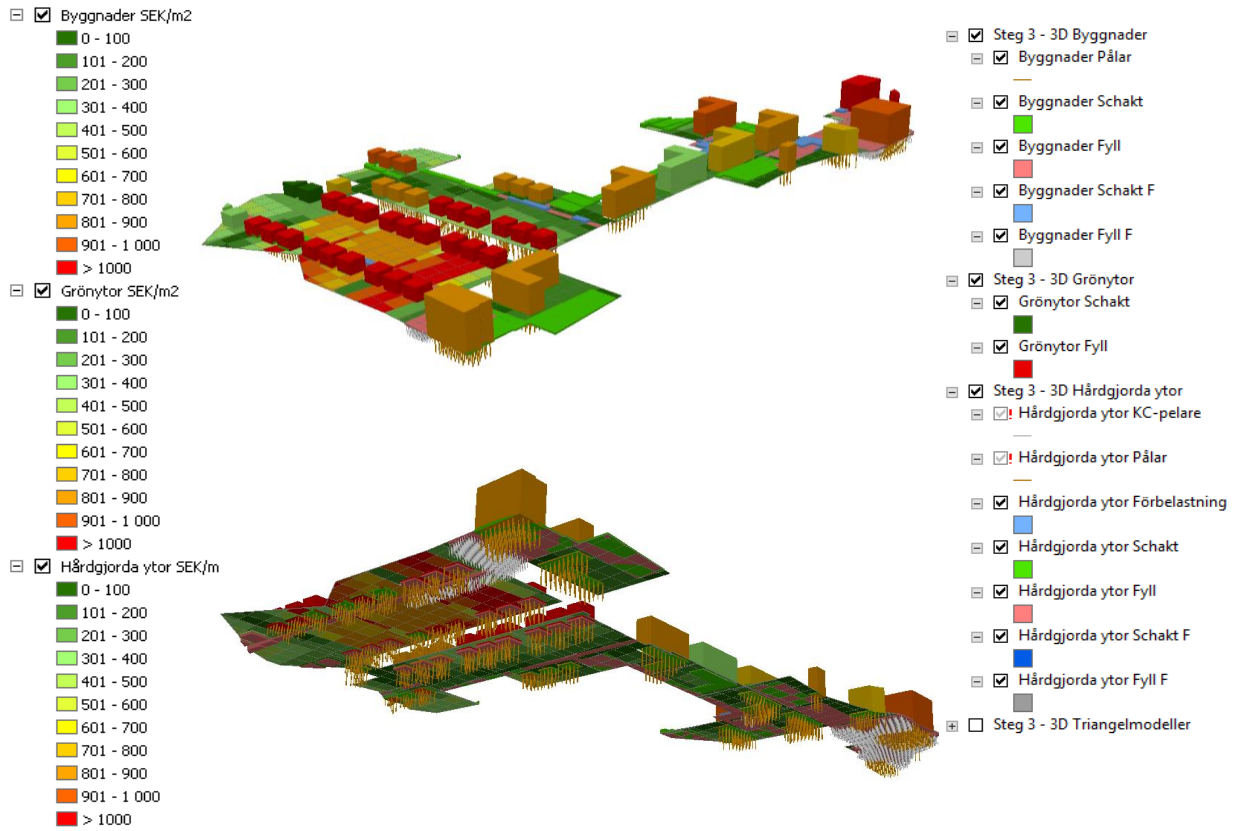
  

Summering kostnader (SEK)		
Kostnad Schakt/Fyll (SEK)		8 813 763
Kostnad Grundförstärkning (SEK)		4 154 647
Kostnad Klimatanpassning (SEK)		0
Kostnad Sanering (SEK)		6 744 281
<b>Total kostnad (SEK)</b>		<b>19 712 691</b>

Summering massor		
Summa Schakt		15 125
Summa Fyll		18 415
Summa Schakt förstärkning		0
Summa Fyll förstärkning		0



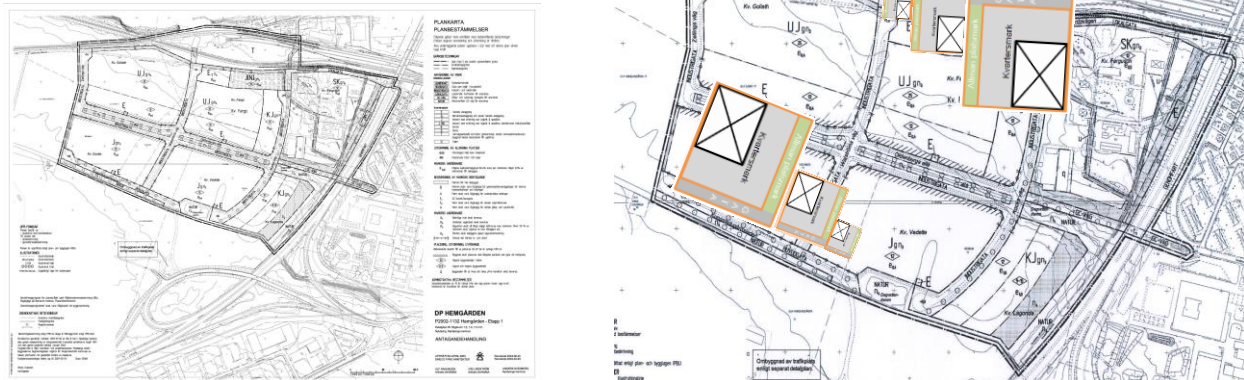


Figur 8.6 Visualiserade kostnader, Marieberg, Nyköping.

### 8.1.4 Hemgården

Planen syftar till att skapa ett verksamhetsområde med förutsättningar att bilda ett attraktivt logistikcentrum och området möjliggör även utflyttning av ytkrävande verksamheter från mer centralt placerade arbetsområden, Figur 8.7.

Marken utgörs i de centrala delarna av lösa leror som i de norra och östra delarna är något fastare. Längst i norr ansluter ett mindre parti moränmark.



Figur 8.7 Gällande detaljplan samt exploatering med typkvarter i Hemgården, Nyköping.

### 8.1.5 Geokalkyl Hemgården

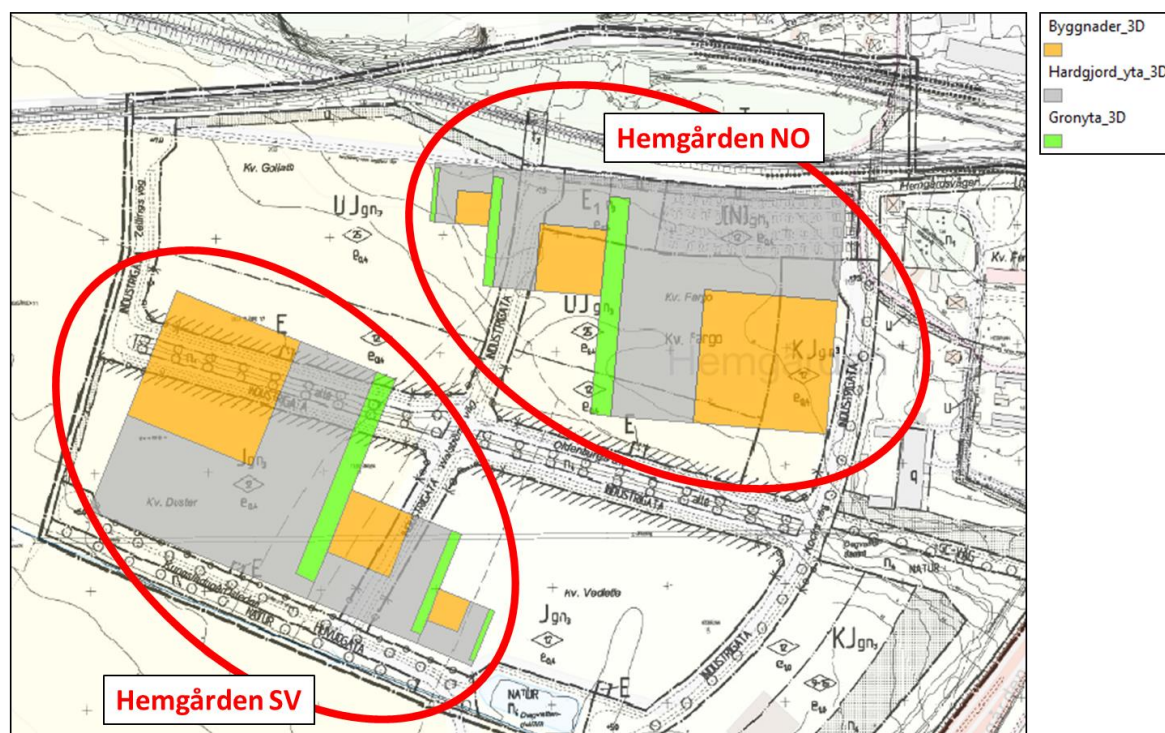
Geokalkylen för Hemgården har genomförts i syfte att testa tre olika kvartersstorlekar inom skilda delar av planområdet och jämföra kostnaden för schakt och grundförstärkning, se figur 8.8. Då inte mellanliggande delar av planområdet kalkylerats har de två kvartersgrupperna hanterats i två skilda kalkylkörningar.

Geokalkyl genomfördes med två olika geounderlag, det som systemet själv tolkar utifrån den geologiska kartan, ”Default”, samt ett där geotekniker manuellt definierat GTK-klasserna, ”Tolkade”, enligt Figur 8.9 och Tabell 8.2. Grundläggningshöjden har definierats som medelhöjden inom de utplacerade typområdena.

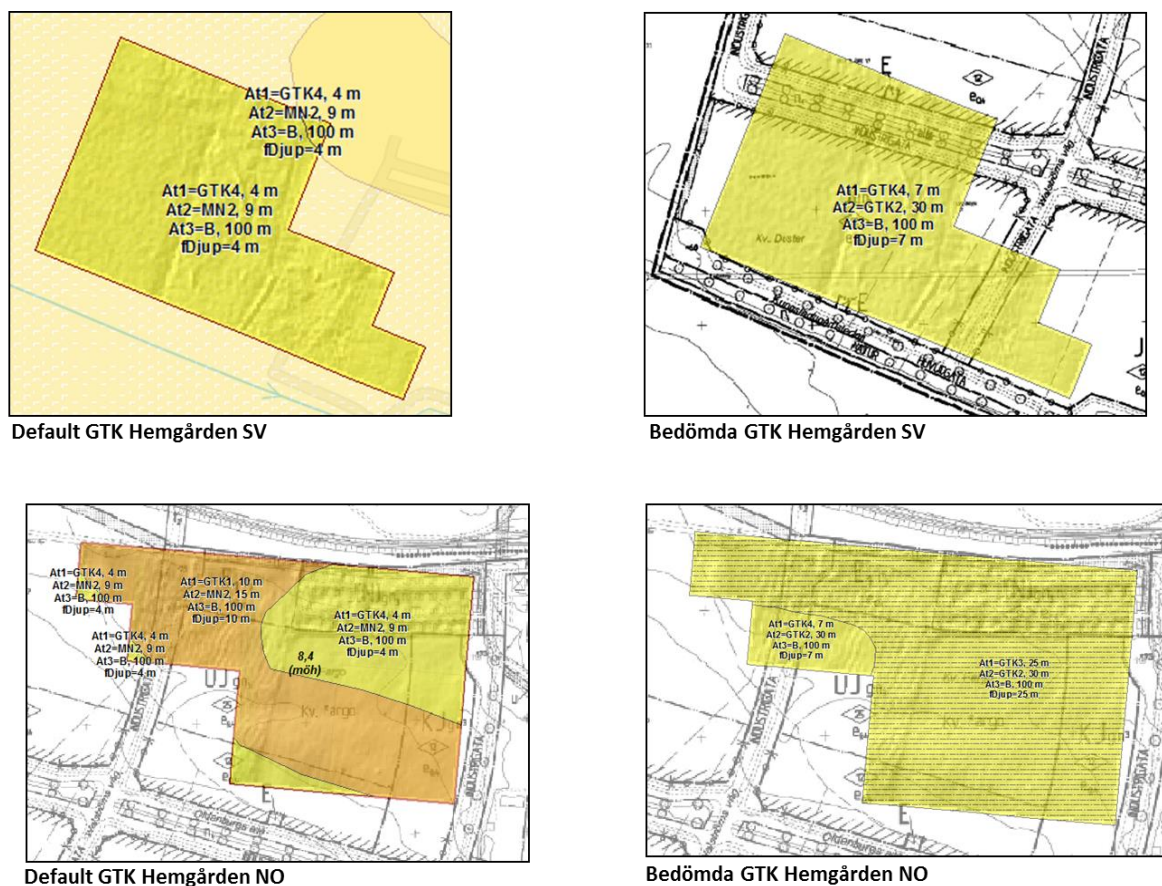
**Tabell 8.2** Bestämning av GTK-klasser samt grundläggningsnivåer för Hemgården, Nyköping.

Kortnamn	hemgå_SV_0	hemgå_SV_1	hemgå_NO_0	hemgå_NO_1
Område	Hemgården SV	Hemgården SV	Hemgården NO	Hemgården NO
GTK	Default	Tolkade	Default	Tolkade
Områdets medelhöjd enligt NH2+	5,9 möh	5,9 möh	8,4 möh	8,4 möh

### 2 alternativa placeringar



**Figur 8.8** Kombinerade kvartersmoduler i olika storlek och med skilda placeringar inom planområde, Hemgården i Nyköping.



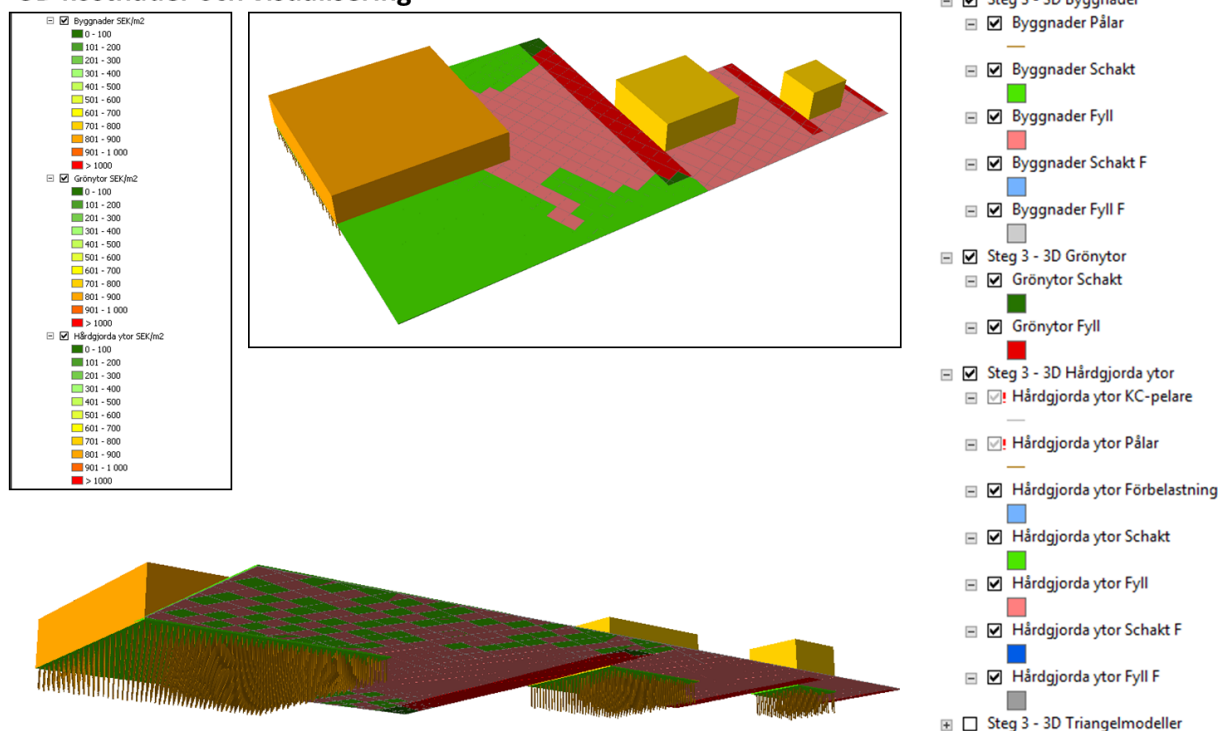
**Figur 8.9** Geotekniska terrängklasser förvalda av Geokalkyl med utgångspunkt från den geologiska kartan (SGU) (vänstra figureerna) respektive tolkade på grundval av utökad geounderlag (högra figureerna). Hemgården i Nyköping.

### Kalkylresultat med förvalda ("default") GTK-klasser, Hemgården

Kalkylresultaten kan redovisas på olika sätt i kartor och tabeller. Nedan följer exempel som visar kostnaden för respektive typkvarter, Figur 8.10. Av redovisningen framgår också områden för schaktning eller fyllning. Resultaten visar att samtliga byggnader behöver grundläggas på pålar och att den största byggnaden har en något högre kostnad per kvadratmeter, än de mindre byggnaderna.



## 3D kostnader och visualisering



Överdriven höjdskala 1,5ggr

**Figur 8.10** Exempel på redovisning av kalkylresultat för Hemgården SV, Nyköping.

Den totala kalkylerade geokostnaden för området i SV respektive NO blir cirka 15 MSEK i SV respektive 28 MSEK för ”Default-alternativet” och cirka 19 MSEK respektive 42 MSEK för de manuellt tolkade alternativen. Inga kostnader för marksanering eller klimatanpassning har förutsetts i kalkylen. Av kalkylen framgår också att det i exploateringen uppstår ett överskott av schaktmassor på cirka 8 000 m<sup>3</sup> i SV- exploateringen medan ett mindre överskott, på knappt 1 000 m<sup>3</sup> uppstår i NO. (Tabell 8.3).



**Tabell 8.3** Kalkylresultat Hemgården med förvalda (Default) GTK-klasser respektive tolkade (Bedömd) GTK-klasser (notera att summorna avrundas i den reviderade versionen av Geokalkyl).**Default GTK, Hemgården SV**

Summering kostnader (SEK)		
Kostnad Schakt/Fyll (SEK)		3 351 028
Kostnad Grundförstärkning (SEK)		11 699 312
Kostnad Klimatanpassning (SEK)		0
Kostnad Sanering (SEK)		0
<b>Total kostnad (SEK)</b>		<b>15 050 339</b>
Summering massor (M3)		
Summa Schakt		10 752
Summa Fyll		2 456
Summa Schakt förstärkning		0
Summa Fyll förstärkning		0

**Default GTK, Hemgården NO**

Summering kostnader (SEK)		
Kostnad Schakt/Fyll (SEK)		7 304 990
Kostnad Grundförstärkning (SEK)		20 689 300
Kostnad Klimatanpassning (SEK)		0
Kostnad Sanering (SEK)		0
<b>Total kostnad (SEK)</b>		<b>27 994 290</b>
Summering massor (M3)		
Summa Schakt		14 473
Summa Fyll		13 539
Summa Schakt förstärkning		0
Summa Fyll förstärkning		0

**Bedömd GTK, Hemgården SV**

Summering kostnader (SEK)		
Kostnad Schakt/Fyll (SEK)		3 351 028
Kostnad Grundförstärkning (SEK)		15 619 712
Kostnad Klimatanpassning (SEK)		0
Kostnad Sanering (SEK)		0
<b>Total kostnad (SEK)</b>		<b>18 970 739</b>
Summering massor (M3)		
Summa Schakt		10 752
Summa Fyll		2 456
Summa Schakt förstärkning		0
Summa Fyll förstärkning		0

**Bedömd GTK, Hemgården NO**

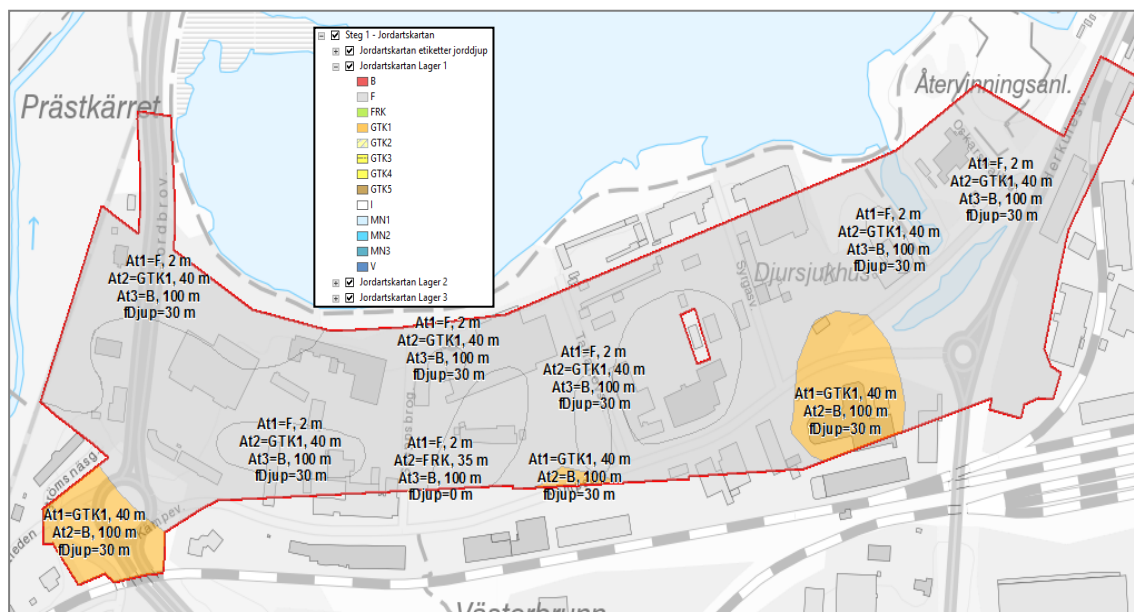
Summering kostnader (SEK)		
Kostnad Schakt/Fyll (SEK)		7 304 990
Kostnad Grundförstärkning (SEK)		35 316 055
Kostnad Klimatanpassning (SEK)		0
Kostnad Sanering (SEK)		0
<b>Total kostnad (SEK)</b>		<b>42 621 045</b>
Summering massor (M3)		
Summa Schakt		14 473
Summa Fyll		13 539
Summa Schakt förstärkning		0
Summa Fyll förstärkning		0

## 8.2 Jönköping

I Jönköping har syftet varit att testa och utvärdera systemet för Skeppsbron, ett detaljplanerat utbyggnadsområde med tung exploatering.

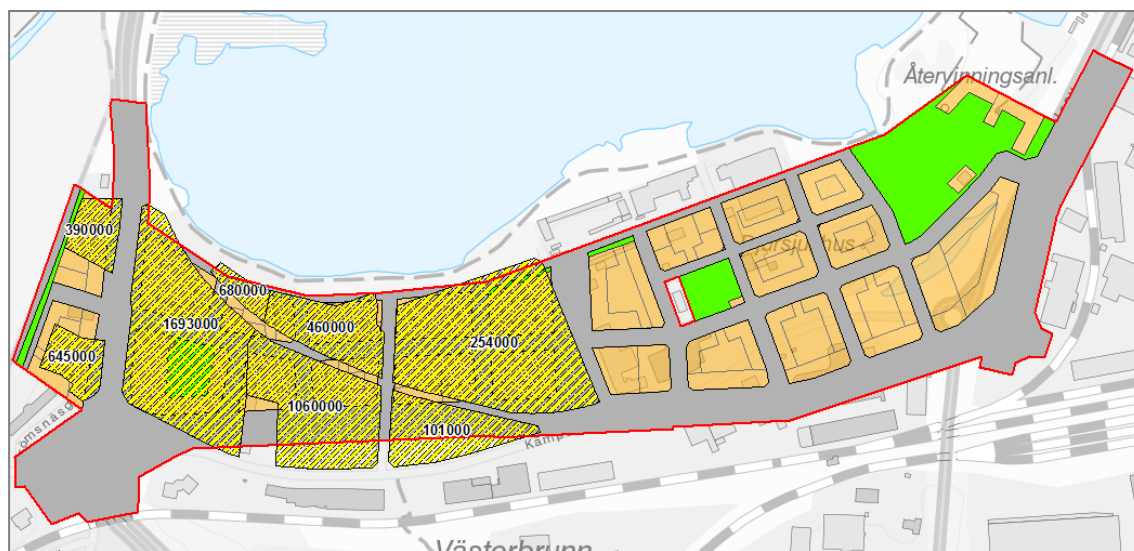
Huvuddelen av området upptas av sandiga och siltiga sediment till stora djup (> 40 m), delvis med torvinslag. Det översta lagret, inom större delen av området, utgörs av fyllnadsmassor. Hela området har en areal på cirka 40 ha och i Figur 11 redovisas plankartan för den västra delen (halva området), Figur 8.11. Den planerade bebyggelsen för hela området framgår av Figur 8.12. Geokalkyl har för jämförelse genomförts både för av Geokalkylsystemet förvalda geotekniska terrängklasser (GTK-klasser) och av geotekniker manuellt definierade GTK-klasser. De förra bygger helt på den geologiska kartan (SGU) samt fördefinierade villkorsmatriser med schabloniserade jordlagerföljder, medan de senare inkluderar resultat från geotekniska undersökningar, se Figur 8.13.





**Figur 8.13** Tolkade geotekniska terrängklasser (GTK) utifrån jordartskarta och geotekniska undersökningar inom Skeppsbron, Jönköping.

Inom området finns förorenad mark. Endast den västra delen hade undersökts och saneringskostnaden beräknats. Dessa kostnader har inkluderats i kalkylen. Som klimatanpassningsåtgärd och för planering av området har grundläggningsnivån satts till 92 m ö h, vilket innebär cirka 2 m över den angränsande Munksjön, Figur 8.14.

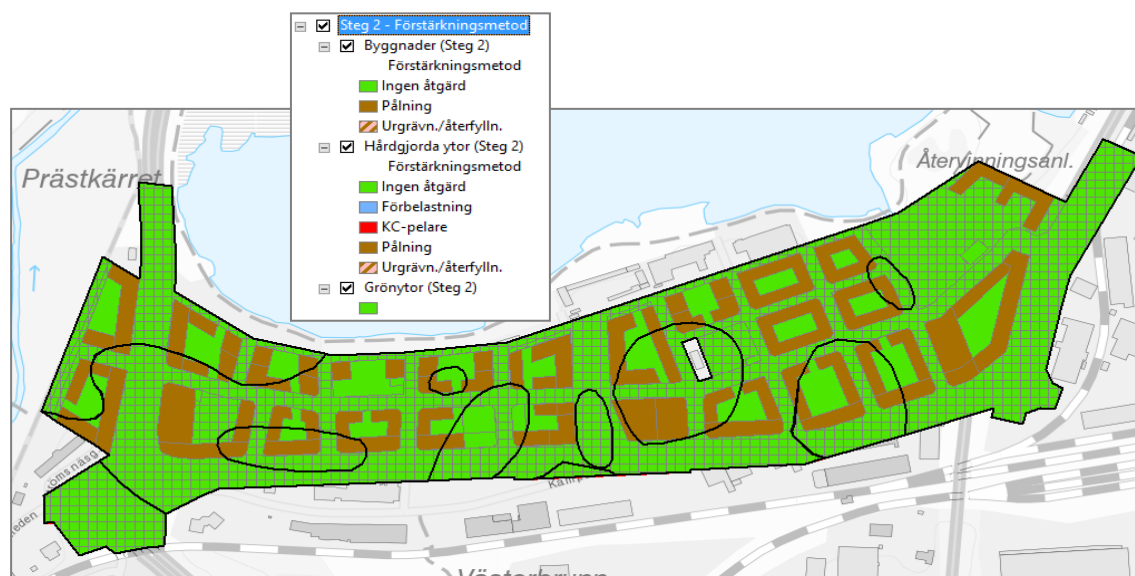


**Figur 8.14** Förorenade områden i Skeppsbron, med angivna tolkade saneringskostnader (efter DGE Mark och Miljö 2016<sup>19</sup>). Endast västra delen av Skeppsbroområdet har studerats.

<sup>19</sup> DGE Mark och Miljö, Rapport. Åtgärdsutredning per fastighet, Västra området, Södra Munksjön, Jönköpings kommun, Jönköping. Dokument 653916, 2016-04-19.

### Kalkylresultat Skeppsbron, Jönköping

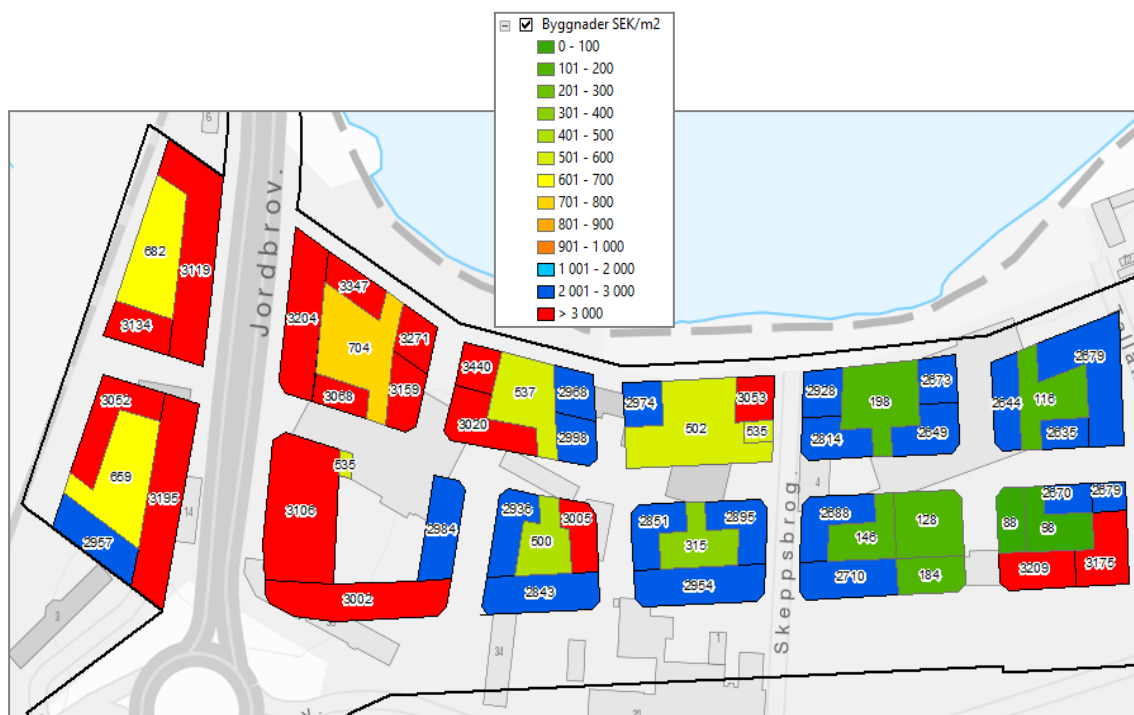
Utifrån de manuellt tolkade GTK-klasserna kommer huvuddelen av byggnaderna att behöva pålas. Pålarnas längd blir i det flesta fall 30 m vilket är Geokalkyls förvalda max-längd för pålar, se Figur 8.15.



**Figur 8.15** Förstärkningsmetod utifrån manuellt tolkade GTK-klasser för Skeppsbron, Jönköping.

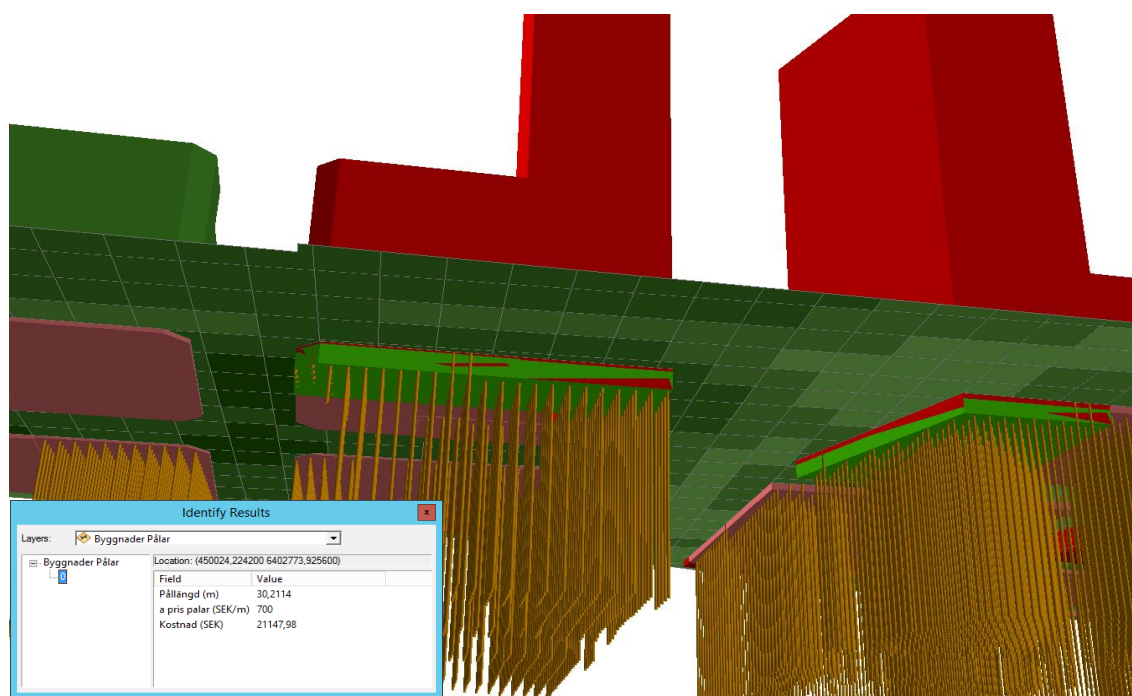
Kostnaderna för markarbeten i Skeppsbron blir relativt höga. De geotekniska förutsättningarna är mindre gynnsamma och exploateringen kräver omfattande pålningsarbeten. Med hänsyn till detta har klassindelningen för kostnader modifierats, med en skala med större spridning i kostnad, för att ge en tydligare bild av variationen inom området. Modifieringen innebär att kostnaderna anges i exakta tal, på kronan när, vilket givetvis inte speglar den schablonmässiga bedömningen med Geokalkyl. I planeringsarbetet bör därför färgskalan användas snarare än de angivna siffrorna för de beräknade geokostnaderna. Se Figur 8.16.





**Figur 8.16** Beräknade förstärkningskostnader för Skeppsbron, Jönköping, visualiserade med modifierad skala.

Geokalkyl ger mycket goda möjligheter för visualisering av detaljer inom det kalkylerade området. I Figur 8.17 ges exempel på visualisering av enskilda byggnaders undergrund med källare, pålar samt schakt och fyllning, som resultat av tillgängliga indata.



**Figur 8.17** Detaljredovisning av byggnader i 3D för Skeppsbron, Jönköping. Figuren visar källare, pålar samt schakt och fyllnad i undergrunden. (Pålarnas placering schabloniserad).

Kalkylerade kostnader kan redovisas summerade i tabell. Se Tabell 8.4.

**Tabell 8. 4** Kalkylerade geokostnader för exploatering av Skeppsbron, Jönköping. Observera att kostnaderna är schablonartade trots den detaljerade kostnadsangivelsen (notera att summorna avrundas i den reviderade versionen av Geokalkyl).

<b>Geokalkyl byggnader för XXX</b>		
<b>Summering kostnader (SEK)</b>		
Kostnad Schakt/Fyll (SEK)		83 293 401
Kostnad Grundförstärkning (SEK)		174 537 735
Kostnad Klimatanpassning (SEK)		0
Kostnad Sanering (SEK)		4 404 293
<b>Total kostnad (SEK)</b>		<b>262 235 428</b>
<b>Summering massor</b>		
Summa Schakt		43 683
Summa Fyll		257 010
Summa Schakt förstärkning		0
Summa Fyll förstärkning		0

# Bilaga 1

**Ingående poster för  
kostnadsberäkning**

De kostnadsposter (å-priser) som presenteras är schablonkostnader vilka omfattar materialkostnad och komplett arbetsmoment, inklusive omkostnader och entreprenörsarvode. För posterna ”Schakt/Fyll” samt ”Urgrävning” antas att schaktmassorna inte kan hanteras (eller nyttiggöras) inom arbetsområdet och att schaktmassor måste transporteras till extern tipp samt att fyllnadsmassorna måste anskaffas från ett externt upplag. Kostnadsposten omfattar inte kostnaden för transport av massor till/från arbetsområdet. Priserna går att ändra i villkorsmatrisen före körning av Geokalkyl. Som underlag för val av schablonkostnader har bland annat använts Rapport ÅF 2014-12-17<sup>1</sup>.

Schakt/Fyll	
a-pris schakt jord (kr/m3)	250
a-pris schakt berg (kr/m3)	300
a-pris fyllning jord (kr/m3)	270
a-pris fyllning bergkross (kr/m3)	300

Pålar	
c/c pålar (m)	3,0
Produktionslängd pålar (m)	13,0
Kostnad skarvning (kr)	1000
a-pris pålning (kr/m påle)	700
Fribärande betongplatta kr/platta (Här avses fördyringen per m <sup>2</sup> mot att enbart använda en betongplatta på mark)	600

KC-pelare	
c/c KC-pelare (m)	1,5
a-pris KC-pelare (kr/m)	90

Förbelastning	
Höjd Förbelastning (m)	1,0
a-pris förbelastning (m3)	405

Urgrävning	
a-pris schakt urgrävning (kr/m3)	250
a-pris fyllning bergkross efter urgrävning (kr/m3)	300
a-pris fyllning jordmaterial efter urgrävning (kr/m3)	270

<sup>1</sup> ÅF Rapport 2014-12-17. Kalkylunderlag för mark- och grundläggningsmetoder. ÅF Infrastructure AB, på uppdrag av SGI.



## Bilaga 2

**Omvandlingstabell, jordarter (SGU)  
respektive Geotekniska terrängklasser**

Jkod *	J_TEXT	Attributklass	Default_djup
1	Torv; mosse	GTK5	3
2	Torv; blandmyr	GTK5	3
3	Torv; fattigkärr	GTK5	3
5	Torv; kärr	GTK5	3
6	Gyttja	GTK5	4
7	Svämsediment, ler--grus (postglacialt, yngre)	GTK2	6
8	Älvsediment, sten--block (postglacialt, äldre)	GTK1	10
9	Svämsediment, ler--silt (postglacialt, yngre)	GTK2	6
10	Svämsediment, sand (postglacialt, yngre)	FRK	5
11	Älvsediment, grus (postglacialt, äldre)	FRK	5
12	Älvsediment, silt--block	GTK1	10
13	Flygsand	FRK	5
14	Jord (oklassad)	XXX	5
16	Lergyttja--gyttjelera	GTK4	4
17	Postglacial lera, ospecificerad	GTK4	4
19	Postglacial finlera	GTK4	4
20	Postglacial lerig grovsilt	GTK1	10
22	Postglacial grovlera	GTK1	10
23	Postglacial finsilt--mellansilt	GTK1	10
24	Postglacial silt	GTK1	10
25	Postglacial grovsilt	GTK1	10
26	Finsand	FRK	5
28	Postglacial finsand	FRK	5
29	Postglacial mellansand--grovsand	FRK	5
30	Svallsediment, sand	FRK	5
31	Postglacial sand	FRK	5
32	Postglacialt grus	FRK	5
33	Svallsediment, grus	FRK	5
34	Svallsediment, sten--block (klapper)	FRK	5
35	Svallsediment, sand--block	FRK	5
36	Skaljord	GTK5	4
39	Silt	GTK1	10
40	Glacial lera	GTK4	4
42	Glacial finsand	FRK	5
43	Glacial finlera	GTK4	4
44	Glacial grovlera	GTK3	4
46	Glacial varvig silt med lerskikt	GTK2	6
47	Glacial finsilt--mellansilt	GTK1	10
48	Glacial silt	GTK1	10
49	Glacial grovsilt	GTK1	10
50	Isälvsediment, grovsilt--block	FRK	5

51	Isälvssediment, sten--block	FRK	5
54	Isälvssediment, finsand	FRK	5
55	Isälvssediment, sand	FRK	5
56	Isälvssediment, mellansand--grovsand	FRK	5
57	Isälvssediment, grus	FRK	5
62	Svåmsediment, grus (postglacialt, yngre)	FRK	5
66	Blockjord	B	100
75	Torv	GTK5	3
78	Grovsilt--finsand	GTK1	10
79	Postglacial grovsilt--finsand	GTK1	10
81	Talus	FRK	5
82	Vitringsjord, ler--block	GTK2	6
84	Postglacial sand--grus	FRK	5
85	Lera	GTK4	4
86	Lera--silt	GTK2	6
87	Sand--grus	FRK	5
88	Älvsediment, sand (postglacialt, äldre)	FRK	5
89	Svålsediment, grus--block	FRK	5
90	Okänt	XXX	5
91	Vatten	V	6
92	Sten--block	FRK	5
93	Morän, grusig	MN1	10
94	Morän, lerig sandig	MN2	10
95	Morän, sandig	MN1	10
96	Morän, lerig sandig-siltig	MN2	10
97	Morän, sandig-siltig	MN2	10
98	Morängrovlara	GTK2	6
99	Moränfinlora	GTK2	6
100	Morän	MN2	10
101	Moränlora	GTK2	6
200	Fyllning	F	3
322	Fyllning, rödfyr	F	3
823	Diabas	B	100
849	Rösberg	FRK	5
850	Sedimentär berggrund	B	100
851	Arenit	B	100
852	Argillit	B	100
853	Arkos	B	100
854	Fyllit	B	100
856	Gråvacka	B	100
857	Konglomerat	B	100

859	Lerskiffer	B	100
860	Sandsten	B	100
861	Sandsten, Visingsö	B	100
862	Sandsten, jotnisk	B	100
863	Sandsten, kambrium-silur	B	100
864	Siltsten	B	100
865	Skiffer	B	100
866	Svartskiffer	B	100
867	Kalksten	B	100
868	Kalksten, kambrium-silur	B	100
888	Berg	B	100
890	Urberg	B	100
1950	Kalktuff	B	100
2306	Bleke och kalkgyttja	B	100
2372	Gravitationsjord, ospecificerad	FRK	5
8114	Jord (oklassad) tidvis under vatten	V	6
8119	Postglacial finlera; tidvis under vatten	GTK4	4
8175	Torv; tidvis under vatten	GTK5	3
8186	Lera--silt; tidvis under vatten	GTK2	6
8300	Postglacial finsand med skikt av organiskt material	GTK1	10
8301	Postglacial grovsilt med skikt av organiskt material	GTK1	10
8800	Älvsediment, finsand	FRK	5
8802	Älvsediment, grovsilt--finsand	GTK1	10
8803	Älvsediment, grus	FRK	5
8804	Älvsediment, ler--block	GTK2	6
8805	Älvsediment, ler--grus	GTK2	6
8806	Älvsediment, ler--silt	GTK2	6
8808	Älvsediment, mellansand--grovсанд	FRK	5
8809	Älvsediment, sand	FRK	5
8810	Älvsediment, silt	GTK1	10
8814	Älvsediment, sten--block	GTK1	10
8816	Svämsediment, mellansand--grovсанд (postglacialt, yngre)	FRK	5
8817	Svämsediment, silt--sand (postglacialt, yngre)	GTK1	10
8822	Svämsediment, sten (postglacialt, yngre)	FRK	5
8823	Älvsediment, sand--block	FRK	5
8824	Svämsediment, sand--block (postglacialt, yngre)	FRK	5
8901	Postglacial lerig grovsilt--finsand	GTK1	10
8902	Mellansand--grovсанд	FRK	5
8903	Lerig mellansand--grovсанд	GTK1	10
8919	Vitringsjord, ler--silt	GTK1	10
8920	Vitringsjord, sand	FRK	5

8922	Vitringsjord, grus	FRK	5
8929	Postglacial lerig mellansand--grovsand	FRK	5
8933	Älvsediment, ler--silt (postglacialt, äldre)	GTK2	6
8937	Svämsediment, ler--block (postglacialt, yngre)	GTK2	6
8956	Isälvsediment, lerig mellansand--grovsand	GTK1	10
8957	Isälvsediment, lerigt grus	GTK1	10
8970	Glacialt sediment, silt--sand	FRK	5
9001	Flygsilt--sand	FRK	5
9007	Svämsediment, silt (postglacialt, yngre)	GTK1	10
9008	Älvsediment, silt (postglacialt, äldre)	GTK1	10
9009	Älvsediment, mellansand--grovsand (postglacialt, äldre)	FRK	5
9010	Svämsediment, grovsilt--finsand (postglacialt, yngre)	GTK1	10
9011	Älvsediment, grovsilt--finsand (postglacialt, äldre)	GTK1	10
9012	Svämsediment, finsand (postglacialt, yngre)	FRK	5
9013	Flyggrovsilt--finsand	FRK	5
9028	Svallsediment, finsand	FRK	5
9029	Svallsediment, mellansand--grovsand	FRK	5
9039	Grovsilt	GTK1	10
9040	Glacial mellanlera	GTK4	4
9049	Isälvsediment, grovsilt--finsand	FRK	5
9060	Glacial grovsilt--finsand	GTK1	10
9074	Glacial sand	FRK	5
9093	Morän, lerig grusig	MN2	10
9130	Flygfinsand	FRK	5
9147	Omväxlande morän med glacialt sorterat sediment, silt--block	MN2	10
9173	Morän på glacialt sediment, grovsilt--finsand	MN2	10
9183	Morän på vittringsjord, ler--block	MN2	10
9191	Is	I	5
9203	Lerig grovsilt--finsand	GTK1	10
9206	Glacial styv lera	GTK3	4
9210	Glacialt sediment, lera--finsand	GTK1	10
9218	Silt på isälvsediment, sand	GTK1	10
9299	Morän, sand	MN1	10
9336	Morän, sten--block	MN1	10
9792	Moränlera och/eller morän, lerig	GTK2	6
9795	Moränlera och/eller morän, lerig sandig	GTK2	6
9797	Moränmellanlera	GTK2	6
9798	Moränlera, styv	GTK2	6
9800	Morän och/eller vittringsjord, ler--block	MN3	10
9950	Skålla, sedimentär berggrund	B	100
9960	Skålla, sandsten	B	100



Statens geotekniska institut

Postadress: 581 93 Linköping

Tel: 013-20 18 00

E-post: [sgi@swedgeo.se](mailto:sgi@swedgeo.se)

[www.swedgeo.se](http://www.swedgeo.se)

---