

PM / Riskanalys Vattenstånd vid Finnboda pirar

Uppdrag Finnboda pirar
Beställare HSB BOSTAD AB

Datum 2014-04-16

Ramboll Sverige AB
Box 17009, Krukmakargatan 21
104 62 Stockholm

T: +46-10-615 60 00
D:
F: +46-10-615 20 00
www.ramboll.se

Unr 61141255504

Ramboll Sverige AB
Org nr 556133-0506

1. Bakgrund

Detta dokument kompletterar uppgifter i den till detaljplan 452 hörande miljöredovisningen, för Finnboda Pirar i Nacka Kommun.

I tidigare miljöredovisning ges referens till klimatsimuleringar från SMHI samt riktlinjer från Länsstyrelsen, aktuella vid tidpunkten för detaljplanens antagande.

En genomgång av de senaste rapporterna från SMHI och IPCC har gjorts - samt dessutom av en remissutgåva från 2013 från Länsstyrelsen i Stockholm om "Rekommendationer om lägsta grundläggningsnivå längs Östersjökusten för Stockholms län" - för att säkra att projektet har de nu aktuella förutsättningarna beträffande skydd mot framtida höjningar av vattenståndet i havet.

2. Allmänt

Denna PM /riskanalys avser nuvarande och framtida vattenståndsuppgifter vid Finnboda pirar.

Finnboda pirar byggs på två pirar ut i Saltsjön. Pirarna utgörs av två pålade betongdäck, på vilka husbyggnaderna uppförs. Nivån på betongdäckens sarger planeras till +3,02.

Rapporten baseras på tidigare rapport från Ramboll daterad 2013-01-25. I aktuell rapport har även beaktats IPCC:s femte rapport från 2013.

Nivåangivelser i denna rapport avser RH2000.

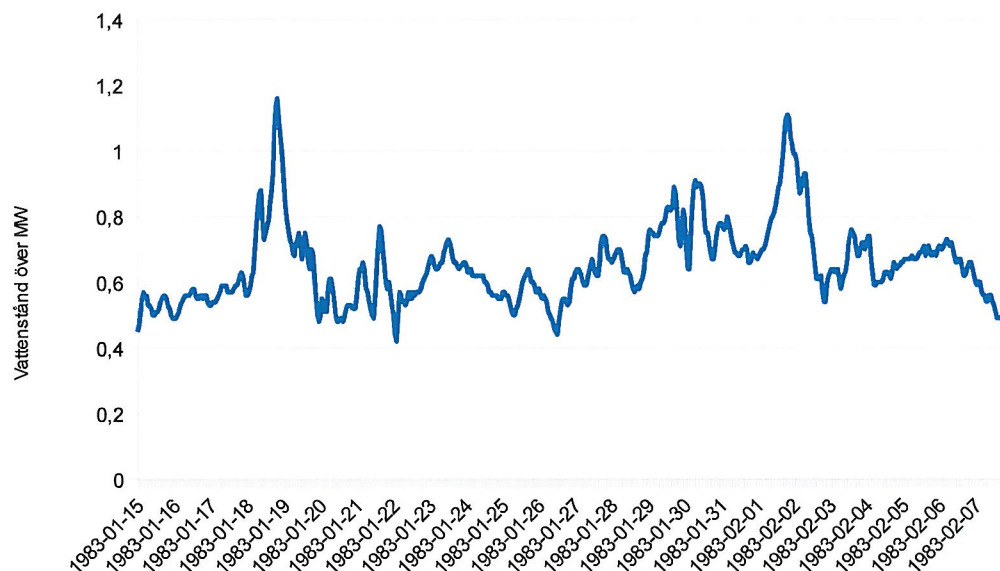
3. Karaktäristiska vattenstånd

Vattenståndet i Saltsjön varierar enligt uppgifter från SMHI med karaktäristiska nivåer för år 2013 i höjdsystem RH 2000:

HHW	+ 1,29
MHW	+ 0,72
MW	+ 0,12
MLW	- 0,34
LLW	- 0,66

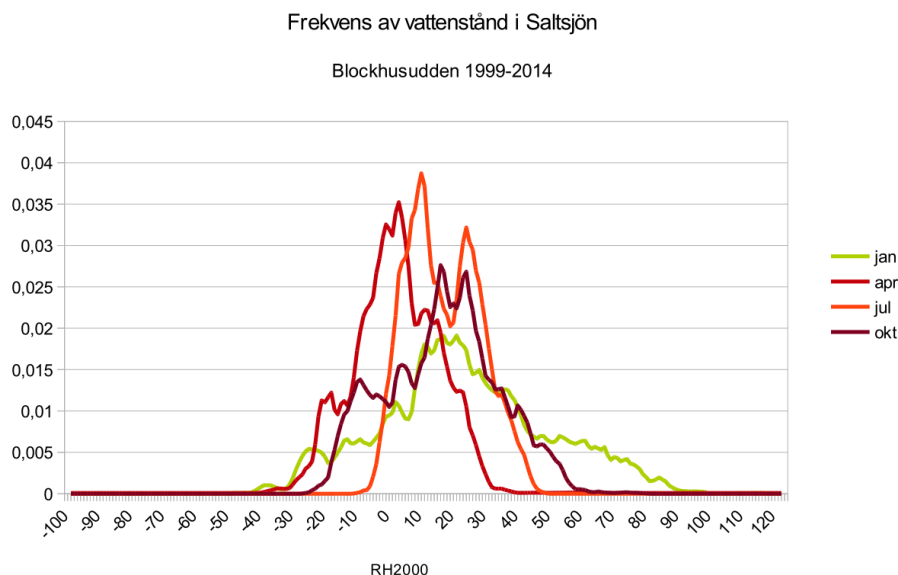
Vattenståndsuppgifterna bygger på en mätserie från 1774-1999. Nivåerna har angivits efter korrektion för landhöjningen. Landhöjningen i området är 3,8 mm/år.

Extrema högvattenstånd, s.k. sjösprång, är kortvariga händelser med varaktighet på ett par timmar, figur 1.



Figur 1: Diagrammet visar uppmätta vattennivåer vid Blockhusudden under perioden 1983-01-15 –1983-02-07. Under denna period inträffade de två högsta vattenstånden under perioden 1889-2014. Toppvärden varar 2-3 h. Utvecklingen är typisk även för andra tidpunkter med extrema högvatten. Diagrammet baseras på timvärden och är upprättat av Iterio baserat på SMHI:s öppna data.

Vattenståndet har en årstidsvariation och de mest extrema högvattennivåerna förekommer under perioden december till februari. Frekvensdiagram för olika månader framgår av figur 2.



Figur 2: Frekvens av vattenstånd vid Blockhusudden 1999-2014, baserat på timvärden för perioden. Ingen korrigering har gjorts för landhöjning. Diagram upprättat av Iterio baserat på SMHI:s öppna data.

4. Framtida vattenstånd

4.1 Landhöjning

Landhöjningen i Stockholm anges till 3,8 mm/år. Denna siffra är den s k apparenta landhöjningen vilket innebär landhöjning relativt medelvattennivån. Markhöjningen i Stockholm är 5,2 mm/år. Skillnaden mellan dessa beror på att det sedan mitten av 1800-talet också skett en vattenståndshöjning på genomsnittligt 1,4 mm/år.

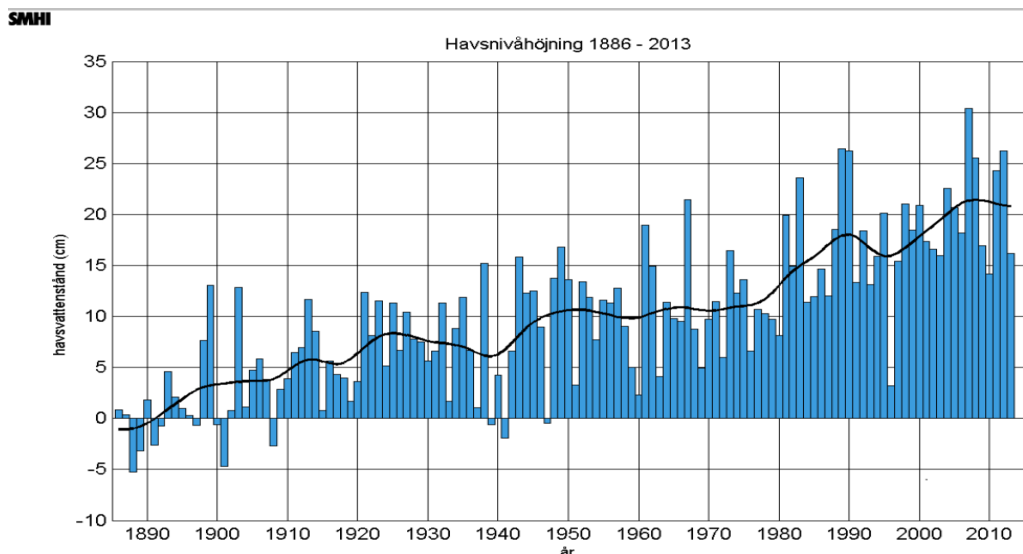
Sedan början av 1990-talet finns en tendens till snabbare höjning av havsvattenståndet. Satellitmätningar under perioden 1993-2010 har visat på en höjning av medelvattennivån i världshaven på 3,2 +/- 0,4 mm/år. Vattenståndsförändringar i Östersjön kan avvika från den globala förändringen, beroende på bl.a. temperatur och strömförhållanden. Dock finns en ökande trend även kring Sveriges kust, figur 3.

Även med en vattenståndshöjning på 3 mm/år sker, med en markhöjning på 5 mm/år, en landhöjning (relativt vattennivån) på ca 2 mm/år.

PM

Finnboda pirar

Unr 61141255504



Figur 3: Havsvattenståndshöjning vid Sveriges kust fram till 2013 där effekt av landhöjning har exkluderats. Sammanställt från 13 mätstationer längs Sveriges kust. Under hela 1900-talet har en vattenståndshöjning skett. En tendens till snabbare vattenståndshöjning finns från ca 1980. Från www.smhi.se.

4.2 Prognoser om framtida havsvattenstånd

Energiutskottet på Kungliga vetenskapsakademien anger i rapport daterad 25 januari 2012 följande

"Tillförlitliga beräkningar över den mest sannolika utvecklingen av havsvattenståndet är osäkra och tills vidare kan de uppgifter som IPCC publicerade i sin senaste rapport (IPCC, 2007) med en höjning på 20–50 cm till slutet av 2000-talet betraktas som högst sannolika värden." (IPCC angav mer exakt siffrorna 18-59 cm under perioden 1990 - 2100, med reservationen att isavsmältning från landisar inte är medräknad).

Dessa värden innebär ingen vattenståndshöjning för Stockholms del, möjligen upphör landhöjningen.

I SMHI:s rapport "Regional klimatsammanställning för Stockholms län" från 2010 (SMHI Rapport Nr 2010-78) görs en genomgång av olika internationella utredningar angående framtida havsvattenstånd. Högst intervall har holländska Deltakommittén som anger en höjning på 0,55-1,20 meter mellan 1990-2100. SMHI:s slutsats är

"Sammantaget pekar de internationella sammanställningar och bedömningar som SMHI tagit del av på att en övre gräns för hur mycket havsytans nivå kan komma att stiga är ungefär 1 m under perioden 1990-2100 sett som ett globalt medelvärde. "

PM

Finnboda pirar

Unr 61141255504

Länsstyrelsen i Stockholm har 2011 baserat på ovannämnda rapport från SMHI gett ut en skrift "Regional klimatsammanställning Stockholms län, Kortversion" som är en sammanfattning av SMHI:s rapport och av en motsvarande rapport från SGI.

FN:s klimatpanel, IPCC presenterade 2013 sin femte rapport. De har beräknat globala vattenståndsförändringar utifrån fyra olika klimatscenarier, med olika stora höjningar i koncentrationer av växthusgaser i atmosfären. IPCC utgår från medelvärdet av det globala vattenståndet under perioden 1985-2005. I tabell 1 framgår de beräknade globala vattenståndshöjningar i de fyra olika scenarierna:

Tabell 1: Global medelvattenståndshöjning i meter för perioden 1985-2005 till 2100 för IPCC:s olika scenarier. 5%, 50%, 95% anger olika konfidensintervall.

	5%	50%	95%
RCP 2.6	0,28	0,44	0,61
RCP 4.5	0,36	0,53	0,71
RCP 6.0	0,38	0,55	0,73
RCP 8.5	0,52	0,74	0,98

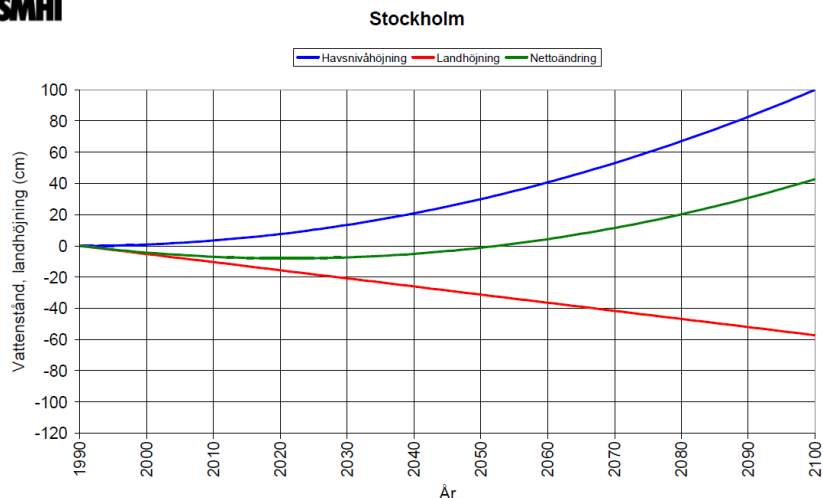
SMHI:s bedömning från 1990 om 1 m vattenståndshöjning mellan 1990-2100 som en övre gräns rymmer samtliga av IPCC:s scenarier. SMHI:s bedömning från 2010 kan fortfarande sägas vara på den säkra sidan.

För Stockholms del skulle en vattenståndshöjning på 1,0 m innebära att havsvattenytan fram till 2100 skulle stiga 0,43 m räknat från 1990 års vattenstånd. (Inga hänsyn har då tagits till eventuell skillnad mellan vattenståndsförändring i Östersjön och i världshaven i övrigt). Detta skulle ge en medelvattennivå på +0,62 d.v.s. 51 cm över 2013 års angivna medelvattenstånd. Om extrema vattenstånd höjs lika mycket som medelvattenytan skulle detta ge följande vattennivåer för år 2100 (RH2000):

HHW + 1,80
 MHW + 1,24
 MW + 0,62
 MLW + 0,17
 LLW - 0,14

Vattenståndsutvecklingen i Stockholm mellan 1990-2100 för ett scenario med en meters vattenståndshöjning illustreras även i figur 4.

SMHI



Figur 4: Vattenståndsförändringar i Stockholm i ett scenario med en höjning av globalt medelvattenstånd med 1,0 m mellan 1990-2010. Från SMHI 2010.

I tabell 2 framgår att det endast i klimatscenariot RCP8.5 som det sannolikt sker en vattenståndshöjning i Stockholm, alla övriga scenarier ger samma eller något lägre nivå gentemot dagens som troligaste utfall. Ingen av IPCC:s scenarier utesluter att 2013 års karaktäristiska vattenstånd för Stockholm fortfarande kan gälla år 2100, eller till och med att vattennivåerna är lägre än dagens, dvs att den globala vattenståndsförändringen begränsas till högst 0,57m under perioden 1990-2100.

Tabell 2: Vattenståndsförändring i Stockholm i meter mellan 1985-2005 och 2100 för IPCC:s olika scenarier. 5%, 50%, 95% anger olika konfidensintervall. Det är antaget att ingen ytterligare regional effekt än landhöjningen påverkar vattennivåerna i Stockholm.

	5%	50%	95%
RCP 2.6	-0,27	-0,11	0,06
RCP 4.5	-0,19	-0,02	0,16
RCP 6.0	-0,17	0,00	0,18
RCP 8.5	-0,03	0,19	0,43

Vid prognoser bortom år 2100 blir siffrorna än mer osäkra. Den holländska Deltakommittén har angivit intervallet 2-4 m höjning som gällande för 2200 (Deltacommissie, 2008). För Stockholms del skulle detta innebära en ytterligare höjning för perioden 2100-2200 på i storleksordningen 0,5-2,5m.

PM

Finnboda pirar

Unr 61141255504

5. Vågor och våguppställning

Vågorna kan ha två olika källor, från vind eller från fartyg. Vågtyperna skiljer sig radikalt från varandra genom att vindgenererade vågor ökar med tid och avstånd medan fartygsgenererade vågor dämpas med tid och avstånd.

5.1 Vindgenererade vågor

5.1.1 Vindhastighet

Flödeskommittén anger en dimensionerande vind på 20 m/s i ogynnsammaste riktningen med avseende på vågbildning för dammanläggningar nedanför trädgränsen. Denna siffra torde vara applicerbar även för Saltsjön.

5.1.2 Våghöjd

Stryklängd har beräknats med öppningsvinkel 90grader. Maximal stryklängd mot yttre piren är cirka 780m.

En vindhastighet av 20 m/s ger en signifikant våg (H_s) av 0,42 m. Var 1000:e våg har en våghöjd $H_{dim}=1,86 \cdot H_s=0,78m$.

Det konstgjorda grundet har ett vattendjup av ca 2,1 m vid medelvatten och 2,7 m vid medelhögvatten. Vågor högre än 0,78 ggr djupet kommer att bryta över grundet. Detta motsvarar våghöjder på 1,64 m vid medelvatten. Våghöjderna enligt ovan blir lägre och vågen kommer alltså att passera ostörd över grundet.

Kombinationen högsta högvatten och dimensionerande vind anses inte sannolik då de bör uppträda vid olika vindriktningar.

Följande kombinationer används:

Fall 1: HHW och $v=12$ m/s

Fall 2: MHW+0,2 och $v=20$ m/s

5.2 Snedställning av vattenytan av vind

Snedställning på grund av vind kan försummas och sättas till noll. Detta på grund av det stora vattendjupet i Saltsjön.

5.3 Fartygsgenererade vågor

Det anses allmänt att Waxholmsbolaget skapar de största vågorna i innerskärgården. De större fartygen är helt annorlunda konstruerade och går med mycket reducerad maskinkapacitet förbi Finnboda.

Enligt Waxholmsbolaget orsakar de snabbare fartygen bogvågor på upp till en meter vid hög fart i ytterskärgården. I innerskärgården, t ex förbi Finnboda går de med reducerad fart och beräknas skapa vågor på ca 0,5 m. På väg österut

PM

Finnboda pirar

Unr 61141255504

går de som närmast ca 200 m från byggnaderna. Vågorna har reducerats till uppskattningsvis 0,4 m, då de träffar anläggningen.

Mätningar på lotsbåtar visar enligt skriften "Ytvågor från fritidsbåtar och mindre fartyg : redovisning av mätresultat med kommentarer", Naturvårdsverket, rapport 4413, 1995 liknande värden vid motsvarande förhållanden.

5.4 Våguppspolning

Våguppspolningens höjd påverkas av konstruktionens utformning.

En rak kajkant innebär att vågorna överlagras. Vid stora vattendjup i förhållande till våghöjd blir dock uppspolningen mindre än vid små vattendjup. En sned infallandevinkel ger mindre överlagring än en rak infallandevinkel. En uppspolningsfaktor R på 1,5 har valts med ledning av Shore Protection Manual. Denna siffra bedöms vara på säkra sidan med tanke på att del av vågen kan passera under konstruktionen.

5.5 Sammanställning våghöjder och våguppspolning

Dimensionerande våg väljs till var 1000:e våg.

Tabell 3: Våghöjder samt uppspolningsnivåer i RH2000

	VY	H _s	H _{dim}	Nivå vågtopp H _{dim}	Uppspolning m	Uppspolnings- nivå
2013						
Fall 1	+1,29	0,25	0,46	+1,52	0,69	+1,98
Fall 2	+0,92	0,41	0,72 ¹⁾	+1,28	1,08	+2,00
2100						
Fall 1	+1,80	0,25	0,46	+2,03	0,69	+2,49
Fall 2	+1,44	0,41	0,72 ¹⁾	+1,80	1,08	+2,52

1) Begränsas till max ca 0,10 ggr våglängden.

Om ingen våg får slå upp på däck ska det ha en överkant på min +2,00 för förhållanden 2013 och min +2,52 för förhållanden år 2100, med en antagen global vattenståndshöjning på 1,0 m 1990-2100. Planerad nivå på betongsarger på +3,02 innebär att fribordet är tillräckligt.

6. Påverkan på byggnadskonstruktion från framtida vattenståndsnivåer

Prognoser om framtida havsvattenståndsförändringar är osäkra. Olika prognoser nämner siffror i intervall 0,2-1,2 m höjning av världshaven fram till år 2100. Det kan konstateras att markhöjningen (den absoluta landhöjningen) i Stockholm

(0,52 mm/år) överstiger dagens trend för den uppmätta havsnivåhöjningen i världshaven (som är ca 0,32 mm/år), dvs det pågår fortfarande en landhöjning i Stockholm med den klimatförändring som sker idag.

Konstruktioner typ bärande system för hus och broar brukar dimensioneras för en teknisk livslängd på 120 år. För stål och betong utsatta för marin miljö är denna siffra relevant med tanke på den avrostning och nötning som förekommer i och kring skvalpzonen. Senast vid denna tidpunkt kan det förutsättas att omfattande reparationer krävs på pålar och pirarnas betongdäck, vilket även möjliggör nivåändringar på betongsargerna vid behov. Att ha ett längre tidsperspektiv med tanke på eventuella framtida höjda extremnivåer efter 2100 bedöms inte vara motiverat.

Om en åtgärd, stor eller liten, skulle krävas om mer än 80-120 år ger detta en mycket liten inverkan vid en livskostnadsanalys.

Om en större vattenståndshöjning skulle inträffa i Stockholm kommer det först och framförallt uppstå problem med extremnivåer. Problem kommer att uppstå på olika håll för ledningssystem, byggnader, kajer mm. Det är troligt att det vidtas regionala åtgärder med avseende på högvattennivåer (exempelvis portar typ London, Rotterdam m.fl, vilket för övrigt även föreslagits för Göteborg) istället för lokala åtgärder för att hindra översvämningar.

Länsstyrelsen anger i remissutgåva 2013 *"Rekommendationer om lägsta grundläggningsnivå längs Östersjökusten för Stockholms län"*, en rekommendation på lägsta grundläggningsnivå i Stockholm på +2,95. De har då utgått från en snedställning på 0,2m p.g.a. vind och vågor på 0,5 m, och även beaktat vattenståndshöjningar fram till 2200.

7.

Slutsatser

Finnboda pirar planeras att byggas med betongsarger på nivån +3,02. Beräkningar visar att pirarnas fribord är tillräckligt för att klara såväl en global vattenståndshöjning på 1,0 m som våguppspolning i samband med detta. Beräknad erforderligt fribord om ingen våg ska slå upp på däck är +2,00 år 2013 och +2,52 år 2100.

Nivån på Finnboda pirar kan jämföras med nivån på annan bebyggelse i Stockholm. De lägst liggande husen längs Skeppsbron har marknivåer vid fasad på cirka +2,4. Andra exempel på lägsta marknivåer vid fasad är Grand Hotell med ca +2,7, Strandvägen där flera byggnader ligger på ca +2,8-+2,9 och Handelsbankens huvudkontor vid Kungsträdgården på ca +2,9. Som jämförelse kan även tas gatan vid Nybrokajen som ligger på ca +1,9-+2,3 och gatorna vid Norrmalmstorg (Hamngatan m.fl.) på +2,5 till +2,6. Sickla Kaj-området i

PM

Finnboda pirar

Unr 61141255504

Hammarby Sjöstad har marknivåer mot fasader mot kajen på ca +2,0.¹⁾ Om vattenståndet i Stockholm stiger kommer inte pirhusen vara bland de första byggnaderna som påverkas vid extrema högvatten.

Föreslagen nivå på betongdäckens sarger på +3,02 bedöms som tillräckligt god marginal för dagens vattenstånd. Nivån innebär även att god marginal finns för SMHI:s angivna "övre" gräns för vattenståndshöjning fram till år 2100 med en marginal på ca 1,2 m från beräknad HHW till överkant betongdäckets sarg, och 2,4 m från MW. Samtliga IPCC:s klimatscenarier ger, inom ett 95% konfidensintervall, ett lägre vattenstånd år 2100 än SMHI:s övre gräns på 1m vattenståndshöjning globalt.

Även den tidigare planerade nivån för pirarna med sarger på +2,52 hade klarat dessa nivåer inklusive uppspolning från vågor för år 2100.

Prognoser på vattenståndsförändringar efter år 2100 bedöms inte behöva beaktas vid val av nivåer på Finnroda pirar.

Stockholm 2014-04-16

Ramböll Sverige AB
Samhällsbyggnad

Erik Arnér
Handläggare

Håkan Sandstedt
Granskare

1) Nivåuppgifterna är hämtade från höjduppgifter på grundkartor och på gällande detaljplaner.