



# Bagarsjön

## Nivåvariationer samt förslag till åtgärder

2015-02-05

**Bagarsjön**

Nivåvariationer samt förslag till åtgärder

2015-02-05

Beställare: Nacka Kommun  
Granitvägen 15  
131 81 Nacka

Beställarens representant: Birgitta Held Paulie

Konsult: Norconsult AB  
Box 8774  
402 76 Göteborg

Uppdragsledare Agnetha Bergström  
Handläggare Agnetha Bergström

Uppdragsnr: 1033261

Kvalitetsgranskad av: Axel Emanuelsson

# Sammanfattning

Det dimensionerande 50-årsflödet inklusive klimatfaktor till Bagarsjön har beräknats till ca 440 l/s.

Bagarsjön är en näringsrik sjö och allt för låga vattennivåer i sjön kan leda till igenväxning. Enligt Hans Maniettes utredning 2004 anger intressenter att nivån bör hållas mellan +15,85 och +16,30 möh – +16,35 möh men indikationer finns på att nivån har nått +16,45 möh. I sin utredning skriver han också att de boende inte har varit direkt påverkade av höga vattennivåer de senaste åren.

Den befintliga kulverten under Ekallén behöver i dagsläget inte bytas ut för att acceptabla nivåer skall hållas. Vid platsbesöket inmättes en provisorisk tröskel i kulvertmynningen till nivån +16,15 möh vilket antas vara en önskad normal nivå i sjön. Detta provisoriska överfall begränsar utflödet avsevärt och bör avlägsnas. Istället har ett förslag på permanent överfall på nivån +16,1 möh tagits fram.

Problemet idag är att diket nedströms trumman under Ekallén har tillåtits att bitvis nästan växa igen. Diket måste rensas och återställas till befintliga lutningar och utformningar. Trumman under Sockenvägen bör också rensas då denna är kraftigt igensatt och vatten står nästan upp till överkant på trumman.



# Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b> .....	<b>7</b>
1.1	Syfte.....	7
1.2	Organisation.....	7
<b>2</b>	<b>Geografiskt läge och problembeskrivning</b> .....	<b>9</b>
2.1	Platsbesök .....	11
<b>3</b>	<b>Tillrinning</b> .....	<b>15</b>
3.1	Avrinning.....	16
<b>4</b>	<b>Dimensionering av sjöns utlopp</b> .....	<b>17</b>
4.1	Förutsättningar .....	17
4.2	Kulvertar .....	17
4.3	Dikets utformning .....	18
4.4	Överfall .....	19
<b>5</b>	<b>Diskussion och rekommendationer</b> .....	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>Referenser</b> .....	<b>23</b>



# 1 Inledning

Bagarsjön är en populär badsjö för boende i södra Boo.

På uppdrag av Nacka kommun, skall nivåvariationer i Bagarsjön utredas och förslag till åtgärder för att vattennivåerna skall hållas inom acceptabla nivåer tas fram. Vidare skall eventuella åtgärder föreslås för att sjöns utlopp skall klara ett 10- samt 50-årsregn. Förr bestod sjöns tillrinningsområde till stora delar av jordbrukslandskap och nu består det i huvudsak av bebyggelse och asfalterade vägar.

Det finns ingen miljödom för sjön idag. Nivåerna som anges i rapporten är RH00. Detta för att det ska vara lättare att relatera till uppmätta nivåer och tidigare utredningar. Differensen mellan RH2000 och RH00 är +0,52 m.

## 1.1 Syfte

Utredningen syftar till att utreda om befintlig kulvert och sjöns utlopp är dimensionerat för att klara ett 10- och 50-års regn utan att risk för översvämning av sjönära fastigheter föreligger. Därtill skall åtgärder föreslås för att förhindra eventuella översvämningssproblem. En bedömning skall göras om nedströmsliggande markavvattningsföretag påverkas och därmed bör avvecklas.

Krav finns på en robust konstruktion för att enkelt kunna underhålla utloppet så att framtida risker för igensättning minimeras.

## 1.2 Organisation

Agnetha Bergström har varit Norconsults uppdragsledare och handläggare i ärendet.





## 2 Geografiskt läge och problembeskrivning

Bagarsjön är belägen i kommundelen Boo i Nacka kommun. Sjön har enligt SMHI ett medeldjup på 2,8 m och ett maxdjup på 5,9 m. Sjöns areal anges på kommunens hemsida till 6 ha och av SMHI anges 5,6 ha. Inmätning på karta ger arean 5,6 ha vilket är det som också har valts vid beräkningar inom detta projekt. Sjön har höga halter av närsalter vilket innebär att risk för igenväxning föreligger om vattennivåerna blir alltför låga.



Figur 2-1: Översikt över Bagarsjön

Förut bestod marken inom tillrinningsområdet till stora delar av jordbruksmark som allt eftersom har ersatts av bebyggelse. Till följd av detta har naturliga flödesdämpare försvunnit och avrinningen till sjön är betydligt snabbare idag, vilket kan medföra stora nivåvariationer i sjön om inte utloppet är rätt dimensionerat.

Utloppet från Bagarsjön ligger i den östra delen där det nu ligger en kulvert under Ekallén med dimensionen 500 mm. Vattnet leds från Bagarsjön och ut i Baggensfjärden, på vägen passerar ett markavvattningsföretag, se Figur 2-2.



**Figur 2-2 Bagarsjöns utlopp**

Eftersom sjön är näringsrik rensas den kontinuerligt från växtlighet med sjöslåtter, vilket genererar löst material som kan komma att sätta igen trånga passager.

I uppgifter i ansökan till vattendomstolen angående sjöns muddring år 1984 angavs sjöns högsta nivå till +16,29 och den lägsta till +16,07. Vid samtal med intressenter i samband med utredning 2004 ansågs att sjöns lägsta nivå inte bör vara lägre än +15,85 och den högsta +16,30 – +16,35. Sjöns högsta nivå den senaste tiden har bedömts till ca +16,45 möh. Vid platsbesöket i december 2014 inmättes en provisorisk tröskel som placerats i kulvertens inlopp, denna låg på nivån + 16,15 möh, vilket antas vara en önskad normal nivå i sjön.

Eftersom tröskeln är placerad i kulvertens mynning innebär detta en kraftig begränsning av avbördningskapaciteten, mindre än 0,1 m<sup>3</sup>/s kan avbördas med denna lösning.

Nedströms utloppet återfinns ett inaktivt markavvattningsföretag.

## 2.1 Platsbesök

Vid platsbesök den 3 december 2014 noterades mycket växtlighet i nära anslutning till diket som leder vattnet ut från Bagarsjön, bitvis så pass mycket att diket nästan vuxit igen. Dikets slänt och botten utgörs i huvudsak av lerhaltiga jordar som har eroderat vid höga flöden i diket. Ca 30 meter nedströms Ekalléns kulvertutlopp återfinns en bergklack i diketsbotten. Hans Maniette noterar en högsta dikesbotten på +15,96 möh nedströms spillvattenledningens utlopp, vilket tros vara denna bergklack.



**Figur 2-3 Växtlighet i och i nära anslutning till utloppsdiket. Bilden längst ned till höger visar en begränsade sektion vid den plats där träd återfinns i samma sektion som en befintlig bergklack i dikets botten.**

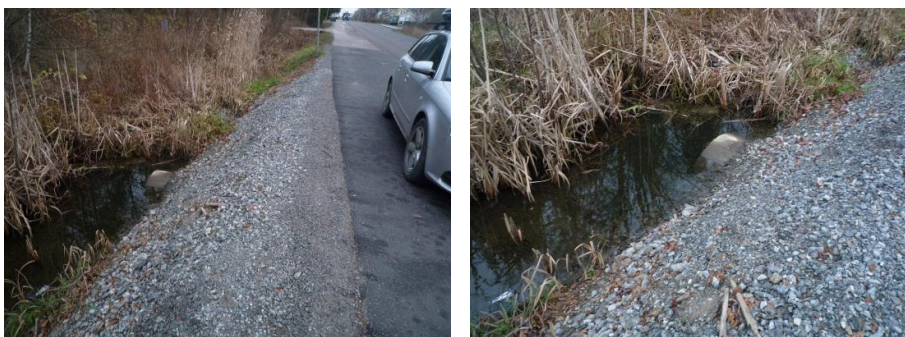
Kulvertarnas verkliga kapacitet skiljer sig markant från den teoretiska. Vid platsbesöket upptäcktes att utloppet från Bagarsjön idag styrs av ett överfall som är placerat i kulvertinloppet under Ekallén. Överfallet är ca 45 cm brett och utgörs av en ca 0,5 cm tjock plåt.



Figur 2-4 De två översta bilderna visa kulvertinloppet under Ekallén med överfallet. De två undre visar utloppet ur samma kulvert samt diket nedströms. På bilden längst ned till höger kan mynningen från en dagvattenledning skönjas, inringad.

Diket nedströms trumman var vattenfyllt till ett djup av någon decimeter och ca en meters bredd. Denna flödesarea bibehölls nästan ända fram till den begränsande sektion som visas i Figur 2-3. Där ökade hastigheten och flödesarean minskade. Efter ytterligare ca 30 meter breddar sig diket och växtligheten ökar markant. Vatten har svårt att därifrån ta sig vidare.

Vägtrumman under Sockenvägen, ca 350 m nedström Bagarsjöns utlopp, var fylld upp till överkanten, och det såg likadant ut på den södra sidan av vägen, se Figur 2-5.



**Figur 2-5** Norra respektive södra sidan av Sockenvägen, trumman som leder vattnet från Bagarsjön vidare mot Baggensfjärden.

Området kring kulvertens södra del var kraftigt igenslammat vilket troligtvis gäller för stora delar av kulverten. Kapaciteten är långt ifrån den teoretiska och risken för att vattennivån på var sida om vägen stiger vid kraftigare regn är överhängande.



**Figur 2-6** Bagarsjöns utlopp. Kulverterna under Sockenvägen och Kompassvägen är inringade.

Diket leds därefter vidare, se Figur 2-6, och korsar Kompassvägen. Där var flödet fritt vid platsbesöket och trumman var jämförelsevis i gott skick och vattnets framkomlighet betydligt bättre.

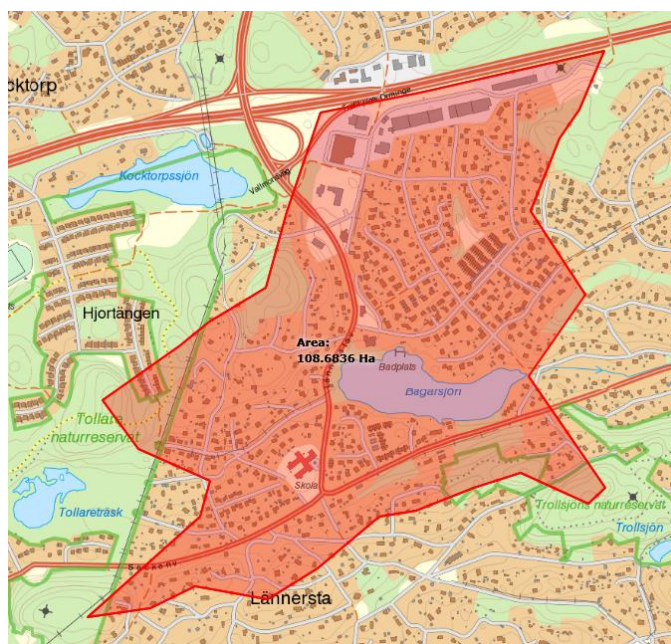


**Figur 2-7 Inlopp och utlopp till kulvert under Kompassvägen.**

Slutsatsen är därmed att det finns flera förträningar mellan Bagarsjöns utlopp och Kompassvägen som vid en stor nederbörd skulle kunna medföra höga nivåer i Bagarsjön och längs dess utloppsväg.

### 3 Tillrinning

Tillrinningsområdet har rekognoserats vintern 2003 och våren 2004 av Hans Maniette. Han bedömde området till ca 1.10 km<sup>2</sup> vilket stämmer bra överrens med Nacka kommuns uppgifter på 1.08 km<sup>2</sup> och det som uppskattas på karta inom detta projekt.



Figur 3-1 Ungefärligt avrinningsområde till Bagarsjön.

Inom området återfinns skog, sjö och bebyggelse, se Figur 3-1.

Tillrinningsområdet består av ca 6 % sjö, 76 % bebyggelse och 12 % skog och ca 6 % industrimark.

Området innehåller > 5%, hårdgjord yta och bör därför ej beräknas som avrinning från naturmark. Området definieras som urban mark och tillrinningen har beräknats med rationella metoden. Bagarsjöns avrinningsområde är ca 1,08 km<sup>2</sup>. En klimatkoefficient på 1,2 är vald. Regnintensiteten för ett regn med blockregnsvaraktighet 24 timmar och återkomsttiden 50 år är 11,4 l/s och ha, vilket ger ett flöde på ca 440 l/s. Totalt kommer det då ca 38 000

m<sup>3</sup> till Bagarsjön. Sjöns yta har mätts på karta och precis som SMHI anger så har ytan uppskattats till 5,6 ha. Detta innebär att ytan stiger ca 0,68 meter om ingen avrinning sker.

### 3.1 Avrinning

Bagarsjön har sitt utlopp i den östra delen av sjön. Strax nedströms kulverten under Ekallén återfinns idag ett markavvattningsföretag.

Kulverten under Ekallén har enligt inmätning vintern 2014 en lutning av ca 19 ‰. Kulvert är enligt samma inmätning ca 11,2 meter lång. Framför inloppet återfanns idag ett överfall med en ungefärlig bredd av 45 cm på nivån ca +16,15. Nivån antas vara den önskade nivån av de boende runt sjön, varför detta har beaktats i samband med utformningen av utloppet.

Kulvertens kapacitet när denna går full har enligt tabell bedömts till ca 500 l/s, kulverten går full på nivån ca +16,4 möh.

Lägsta bottennivå nedströms trumman under Ekallén har av Hans Maniette mätts in till + 15,96 möh, vilket var nedströms den befintliga spillvattenledningen. Detta tros av författaren vara den bergklack som noterades vid platsbesöket i december 2014. Vid detta tillfälle kunde inte klacken mätas in.

Sträckan ytterligare nedströms är igenväxt och vattnet skulle vid en högflödessituation spridas ut på omgivande mark istället för att avbördas. Kulverten under Sockenvägen är kraftigt igensatt och dess kapacitet är långt under den teoretiska. Sträckan mellan Ekallén, Sockenvägen och Fregattvägen ingår i ett gällande markavvattningsföretag. Det är företagets skyldighet att se till att vattendragets fastställda bottendjup bibehålls. Platsbesöket påvisade att så inte är fallet. En diskussion bör tas med företaget och ett ställningstagande bör göras om företaget bör/skall vara kvar eller om tillsynen skall tillfalla kommunen. Om markavvattningsföretaget skall vara kvar måste underhållet av diket genast återupptas.



# 4 Dimensionering av sjöns utlopp

## 4.1 Förutsättningar

Kulverten under Ekallén har en teoretisk kapacitet på ca 500 l/s. Idag har ett provisoriskt överfall placerats i kulvertens inlopp. Tröskelnivån mättes vid platsbesöket till ca +16,15 möh, vilket innebär att halva kulverten blockeras. Genom öppningen som blir kan < 100 l/s avbördas vid en sjöyta på +16,4 möh.

Om utloppet ser ut som idag finns risk att de önskade nivåerna om +16,3 – +16,35 möh överskrids. Under förutsättning att den lilla öppningen vid kulverten är igensatt och ingen avbördning sker stiger ytan ca 0,68 m vid ett regn med återkomsttiden 50 år. Ovan innebär att nivån når ca + 16,83 möh om sjön ligger i nivå med den idag befintliga tröskeln när regnet startar. Vattennivån bör inte utgöra någon fara eller risk för bostadsplan, däremot kommer en del uthus och bryggor att vara i riskzonen.

## 4.2 Kulvertar

Men en antagen råhet på  $k=0,5$  och en lutning enligt inmätning år 2014 på 19 ‰, är kapaciteten i kulverten  $\leq 600$  l/s. Med samma antagna råhet och med en lutning enligt inmätning 2004 på 16 ‰ fås kapaciteten ca 550 l/s vid full trumma, vilket i befintligt skick är på nivån ca +16,4 möh. Angiven kapacitet är teoretisk utifrån Colebrooks diagram.

Så länge inte kulvertens inlopp blockeras på det sätt som är gällande idag så bör den befintliga kapaciteten i kulverten vara tillräcklig. Detta innebär att nivån i sjön blir ca +16,3 vid ett dimensionerande 50-årsregn. Marginalerna är dock små och mindre begränsningar i kulverten kan medföra högre vattennivåer.

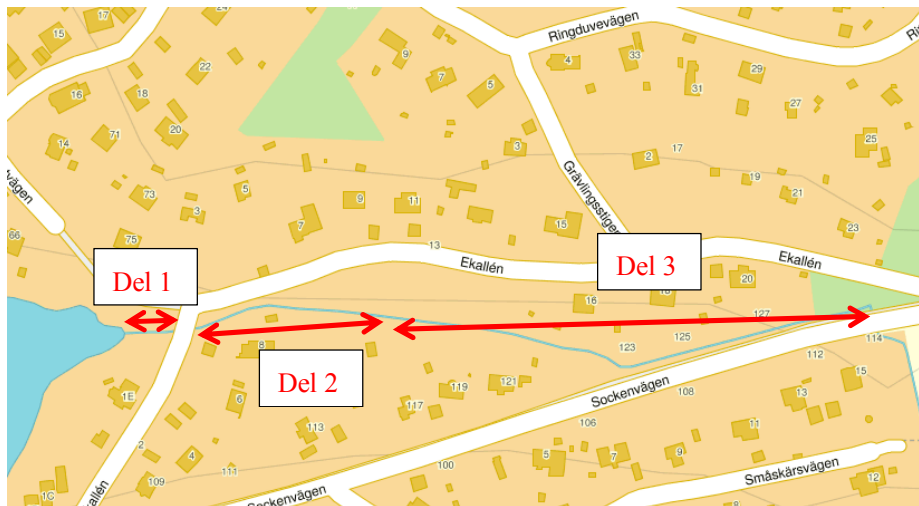
För att öka marginalerna och ta höjd för att eventuella växtdelar begränsar flödesarean vid ett 50-års regn, kan trumman under Ekallén bytas ut och ersättas med en större trumma. Förslagsvis 700 mm som klarar dimensionerande flöde vid nivån +16,22 möh med grundläggning och inloppsnivå som idag.

Drygt 350 meter nedströms trumman under Ekallén finns en större trumma som går under Sockenvägen. Denna var vid platsbesöket kraftigt igenväxt och för att förhindra översvämningar på sträckan Ekallén – Sockenvägen måste denna rensas liksom diket mellan dessa kulvertar som är kraftigt igenväxt.

Eventuella nya trummor eller vid upprustning av befintliga skall dessa för det akvatiska livet förses med max 1 dm naturgrus, storlek ca 20-100 mm. Trummorna skall anslutas med inloppet till kulverten på samma nivå som diket.

### 4.3 Dikets utformning

Utloppet från sjön och diket fram till trumman, del 1 i figur nedan, bör ha en bottenbredd på 1 m och en lutning på 1 ‰. Enligt dikningsföretagets handlingar anlades diket i lutning ca 13 ‰ de första 100 metrarna, del 2, nedströms trumman under Ekallén för att sedan, del 3, övergå till 0,6 ‰, vilket är ett minimikrav. Dessa förhållanden bör återupprättas och bibehållas.



Figur 4-1 Olika delsträckor för utloppet från Bagarsjön.

Idag är diket delvis kraftig igensatt och kulverten som leder vattnet under Sockenvägen har en kapacitet som är långt ifrån den teoretiska.

Släntlutningar bör göras i lutning 1:2, framförallt uppströms Ekalléns trumma och minst 1:1,5 nedströms, detta för att minska risken för erosion och släntras som kan påverka flödesarean negativt. Bottenbredden 1 meter bör hållas hela vägen.

Dikesbotten skall ansluta i nivå med kulvertens inlopp för att få en bra strömbild in i kulverten.

## 4.4 Överfall

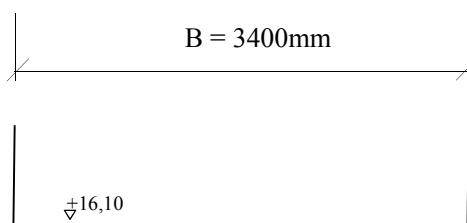
Det finns överfall med specialdesignad utformning för exakta krav på noggrannhet och nivåintervall, överfall som ger noggranna resultat för låga flöden samtidigt som dämningen vid höga flöden blir liten. Dessa måste kalibreras i fält eller i laborationer för att få till exakt dimensionering.

Inom detta uppdrag har en teoretisk utformning av tröskel tagits fram. För att i största möjliga mån bibehålla den vattennivån som var vid platsbesöket och som styrdes av ett provisoriskt överfall, har ett förslag på överfall på nivån +16,10 möh tagits fram.

Överfallet kan förslagsvis placeras 10-20 meter uppströms kulvertinloppet.

Med en bottenbredd i diket på 1 meter på nivån +15,5 möh och släntlutning 1:2 fås en bredd av 3,4 m på nivån +16,1 möh.

Överfallet enligt förslag i Figur 4-2 avbördar ca 1000 l/s vid nivån +16,4 vilket är densamma som kulvertinloppets överkant. Det innebär att det idag är kulverten som blir begränsande vid ett maxflöde och överfallet som styr miniminivån.



**Figur 4-2 Förslag på utskovströskel i Bagarsjön**

Överfallet skall tåla att vegetation periodvis samlas på uppströmssidan utan att konstruktionen ger sig. Ett överfall i betong kan därför vara lämpligt. En spont bör slås ned till fast botten, helst till berg. Sponten bör slås ned till ett djup som motsvarar den dubbla tänkbara vattenpelaren, vilket innebär ca 2 meter. Därefter gjuts betong runt sponten.

För att bottenlevande organismer skall kunna passera överfallet övervägdes en passage i form av ett hål i nivå med dikesbotten. Detta förkastades dock eftersom det finns risk att vattenhastigheten genom öppningen blir för stor för organismerna. Istället föreslås en med naturgrus stenkädd passage förbi överfallet på anslutande mark, se Figur 4-3, nästa sida. Passagens högsta bottennivå bör vara samma som överfallets nivå, dvs +16,1 möh för att inte få en avsänkning av sjön till nivåer lägre än denna. Bottenlutningen rekommenderas vara mellan 1,5-2%.



**Figur 4-3 Förslag på placering av överfall samt förbipassage för bottenlevande organismer.**

## 5 Diskussion och rekommendationer

Det första som måste göras i Bagarsjön är att återställa diket i det skick som sig bör. Dvs. med de lutningar som angavs i dikningsföretagets handlingar samt enligt förslag i denna rapport.

Den provisoriska tröskeln innebär en stor risk och vid större regn och snösmältning kommer denna orsaka att nivån i Bagarsjön stiger eftersom kapaciteten avsevärt försämras då halva kulvertinloppet blockeras. Denna bör avlägsnas och ersättas med ett mer beständigt och rätt dimensionerat överfall en bit uppströms kulvertinloppet.

Så som diket nedströms kulverten under Ekallén ser ut nu kan inte avbördat vatten från Bagarsjön tar sig vidare på grund av igensatta flödesvägar. Detta kan få konsekvenser för angränsande mark och vägar, som kan komma att undermineras av höga vattenstånd. Det är markavvattningsföretagets skyldighet att underhålla diket. Eftersom detta inte gjorts kan kommunen skaffa sig tvångsrätt enligt Miljöbaken genom att påvisa de skador som kan uppstå om detta inte utförs. Detta är en temporär lösning, som om ett antal år måste utföras igen om igenslamningen fortsätter. För att få till en långsiktig lösning är rekommendationen att avveckla eller ompröva avvattningsföretaget.

Om företaget skall vara kvar måste en förbättring av underhållet genast ske och åtgärder sättas in snarast.

Överfallet och utloppet från Bagarsjön skall rensas och kontrolleras med jämna mellanrum. Förslagvis en gång på hösten och en gång på våren.



## 6 Referenser

- [1] Dimensionering av allmänna avloppsledningar, *Publikation P90, 2004, Svenskt vatten*
- [2] Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem, *Publikation P104, 2011, Svenskt vatten*
- [3] VVMB310 Hydraulisk dimensionering, *Publikation 2008:61, Vägverket.*
- [4] Länsstyrelsens WebbGIS
- [5] SMHI, [www.smhi.se](http://www.smhi.se)
- [6] Hydraulik för V-teknologer, *Häggström, 1999, Chalmers*
- [7] Nacka Sjöar Nr5, Bagarsjön, *HM projektering, Hans Maniette, 2004.*
- [8] Birgitta Held Paulie, *Nacka Kommun*, telefon och mail nov-dec 2014.
- [9] Bat Cofra AB, telefon och internet, [www.batcofra.se](http://www.batcofra.se), dec 2014



**Norconsult AB**

Hantverkargatan 5

112 21 Stockholm

08-462 64 30, fax 08-462 65 70

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