



Högskolan Kristianstad

Examensarbete  
**Hösten 2010**

*VA- och kretsloppsteknikerprogrammet*

**Förbättrad vattenanvändning på  
Björnekulla fruktindustrier AB**  
För ökad lönsamhet och bättre miljö

**Författare**  
John Olsson

**Handledare**  
Peter Dahlblom

**[www.hkr.se](http://www.hkr.se)**



# Förbättrad vattenanvändning på Björnekulla fruktindustrier AB

## **Abstract**

Björnekulla Fruktindustrier AB i Åstorp vill minska kostnaderna för sin vattenförbrukning i fabriken. Det är endast en liten del av den totala vattenkonsumtionen som hamnar i slutprodukten. Majoriteten av vattnet går åt för tvättning av råvaror och maskinell utrustning. Anledningen till att kostnaderna är höga är den stora andelen kommunalt vatten som fabriken köper in. För att minska den andelen har jag undersökt två alternativ, ett eget reningsverk för återanvändning av vatten och en ny vattentäkt

För att undersöka möjligheten för ett reningsverk har jag analyserat det aktuella vattnet och sorterat ut de ämnen och parametrar som är utanför gränsvärden. Lämpliga reningssteg för att reducera och korrigera dessa parametrar har dimensionerats och sats ihop till ett komplett reningsverk.

Att anlägga en ny vattentäkt och tillföra fabriken rent grundvatten är ett enkelt alternativ för att minska kostnaderna. Geologiskt ligger dock fabriken i ett svårt område och det kan vara svårt att hitta tillräcklig mängd vatten.

Resultatet är ett förslag som kommer minska fabriken kostnader avsevärt.

## **Ämnesord:**

Vattenrening, reningsverk, Björnekulla, fruktindustri, vattentäkt, kemisk fällning, biologisk rening.



# Innehåll

<b>1 Inledning</b> .....	<b>1</b>
1.2 Syfte .....	1
<b>2 Metoder</b> .....	<b>2</b>
2.2 Studiebesök .....	2
2.3 Vatten behov .....	2
2.4 Utökning av vattentäkt .....	2
2.4.1 Brunnsutformning .....	2
2.5 Reningsverk .....	3
2.5.1 Vattnets kemiska sammansättning .....	3
2.6 Ekonomi .....	3
<b>3. Resultat</b> .....	<b>4</b>
3.1 Vattenbehov .....	4
3.2 Utökning av vattentäkt .....	4
3.2.3 Geologi .....	4
3.2.4 Brunnsutformning .....	5
3.2.5 Vattendistribution .....	5
3.3 Reningsverk .....	6
3.3.1 Vattnets kemiska sammansättning .....	6
3.3.1.1 Koliforma bakterier 35°C .....	6
3.3.1.2 E.coli .....	6
3.3.1.3 Turbiditet .....	7
3.3.1.4 Lukt .....	7
3.3.1.5 Färgtal, mätt vid 405 nm .....	7
3.3.1.6 Kemisk syreförbrukning, COD-Mn & Biokemisk syreförbrukning .....	7
3.3.1.7 pH .....	7
3.3.1.8 Alkalinitet .....	7
3.3.1.9 Konduktivitet .....	8
3.3.1.10 Hårdhet total .....	8
3.3.1.11 Ammonium .....	8
3.3.1.12 Nitrat & Nitrit .....	8
3.3.1.13 Fosfor .....	8
3.3.1.14 Kväve .....	8
3.3.1.15 Klorid .....	8
3.3.1.16 Fluorid .....	9
3.3.1.17 Sulfat .....	9
3.3.1.18 Metaller .....	9
3.3.1.19 Sammanfattning av vattenanalys .....	9
3.3.2 Reningsmetoder .....	10
3.3.2.1 Flödesutjämning .....	10
3.3.2.2 Galler och silrensning .....	11
3.3.2.3 Sandfång .....	11
3.3.2.4 Försedimentering .....	11
3.3.2.5 Dimensionering .....	12
3.3.2.6 Biosteg .....	12
3.3.2.7 Dimensionering .....	13
3.3.2.8 Kemisk Fällning .....	14
3.3.2.9 Dimensionering av kemisk fällning .....	15
3.3.2.10 Sandfilter .....	15

3.3.2.11 Bakterier .....	16
3.3.2.12 Utformning.....	16
3.4 Ekonomi .....	17
3.4.1 Alternativ 1 - Reningsverk .....	17
3.4.1.1 Fasta material kostnader .....	17
3.4.1.2 Avskrivningstid.....	17
3.4.2 Alternativ 2 - Ny vattentäkt.....	17
3.4.2.1 Investeringskostnad vattentäkt och pumputrustning.....	17
4. Diskussion .....	19
5. Erkännanden .....	21
6. Referenser: .....	22

Bilaga 1. Vattenanalys

Bilaga 2. Brunnsritning

Bilaga 3. Vattenanalys

Bilaga 4. Vattenanalys

## **1. Inledning**

Björnekulla fruktindustrier i Åstorp har sedan starten 1907 levererat frukt, bär och grönsaker till de svenska grossisterna. Verksamheten startade i första hand för att man ville ta vara på Skånes rika tillgångar på frukt och bär. Idag levererar man till grossister i hela Sverige med både utländska och lokala råvaror i sina produkter.

Företaget har under de senaste 6 månaderna i genomsnitt använt 7500 m<sup>3</sup> vatten i månaden för produktionen. Företaget har 3st egna brunnar som under samma period producerat ca 5421 m<sup>3</sup> i månaden. Detta vatten används inte i slutprodukten utan endast som kyl och tvättvatten. Man köper alltså ca 2125 m<sup>3</sup> vatten från kommunens vattennät varje månad. Dessutom tillkommer kostnaden för avlopp som är baserat på vattenuttaget.

De maskiner som behandlar råvarorna tvättas noggrant efter varje skift. Vattnet samlas upp i ett eget avlopps system och leds till företagets reningsverk. Reningsverket består av ett silgaller och ett sedimenterings steg. Vattnet från företagets toaletter och duschar går direkt ut på kommunens avloppsnät och passerar alltså inte företagets eget reningsverk.

### **1.1 Syfte**

Syftet med arbetet är att undersöka vilka möjligheter det finns för att minska kostnaden för vattnet. För Björnekullas del finns det två primära alternativ, en ny vattentäkt med tillskott av grundvatten eller behandling av avloppsvattnet i syfte att återanvända det.

## **2 Metoder**

### **2.2 Studiebesök**

För att bilda mig en uppfattning om fabriken byggd gjorde jag den 29 september 2010 ett studiebesök där fabrikschefen Fredrik Kjellberg visade mig runt på fabriken. Studiebesöket var viktigt för att jag skulle bilda mig en uppfattning om hur man skulle kunna konstruera en eventuell reningsanläggning. Vi tittade även på fabriken egna reningsverk som visade sig ha modifierats eftersom vissa steg inte längre var funktionella. Man hade bland annat kopplat bort ett sedimenteringssteg och hade endast en cyklon och ett silgaller kvar. Fredrik visste inte exakt varför sedimenteringssteget kopplats förbi. Förmodligen har det av åldern slutat fungera och istället för att reparera det har man helt enkelt kopplat bort det. Innan vattnet går ut på den kommunala ledningen mäts flödet med hjälp av ett Thompsson överfall, flödet avläses och loggas varje dag. Det bortkopplade sedimenteringssteget kan vara till hjälp vid en eventuell utbyggnad av reningen.

Utrustningen för mätning av avloppsflödet är ny, företaget har därför inte någon längre statistik för avloppsflödet. Man kunde dock ganska snabbt efter installationen konstatera att ingående flöde inte stämde överens med avloppsflödet. Det ledde till att man kunde lokalisera en trasig avloppspump. Statistik för avloppsflödet hade visat hur mycket vatten som hamnar i i sylten och hur mycket som går ut på avloppet. Den informationen är viktigt vid dimensionering av ett eventuellt reningsverk och uträkning av nya vattentäkter. I detta arbete får vi istället använda oss av det ingående flödet som dimensionerande flöde.

### **2.3 Vattenbehov**

Eftersom det inte finns statistik över avloppsflödet måste det ingående flödet användas som beräkningsunderlag. Jag har fått tillgång till ett protokoll med flödesavläsning från mitten på April 2010 till slutet på november. Jag kommer således att använda mig av vattenförbrukningen för en 6 månaders period och förutsätter att det reflekterar resterande 6 månader på året. Förbrukningen för dessa 6 månader kommer användas som underlag vid beräkningar. Protokoll jag fått tillgång till specificerar vattenmängden från egna brunnar och från kommunens nät. Jag kan med dessa siffror räkna ut hur mycket vatten företaget tar in från kommunen, hur mycket det kostar och hur mycket vatten som behövs för att den kostnaden skall minska.

### **2.4 Utökning av vattentäkt**

En metod för att minska den kommunala vattenförbrukningen är en utökning av de befintliga vattentäkterna. För att undersöka den möjligheten måste vattentillgången i området undersökas. Det gjorde jag tillsammans med Patrik Fernbrant, ingenjör på HP Borrningar i Klippan AB. Patrik har över 10 års erfarenhet från brunnsborrning och känner till området kring fabriken bra. Han har även tillgång till geologiska kartor och kunskapen för att tyda dessa.

#### **2.4.1 Brunnsutformning**

För att undersöka om alternativet med ny vattentäkt är en bra lösning ur ekonomiskt synpunkt måste jag ha en installationskostnad. Genom att titta på de geologiska förutsättningarna i området kan jag tillsammans med Patrik få fram en trolig utformning på brunnen. Med en tänkt brunnsutformning kan jag även få fram ett pris på dess utförande. I den skall sedan en pump med tillhörande styrning installeras. Totalt får jag en uppskattning på vad en ny vattentäkt skulle kosta för företaget. Investeringskostnaden och dess besparingspotential kan sedan jämföras med fabriken nuvarande vattenkostnader.



## **2.5 Reningsverk**

För att minska behovet av att köpa vatten från kommunen kan avloppsvattnet renas och sedan användas till tvättning av utrustning. Man kan även tänka sig att använda det renade vattnet till toaletter, den nödvändiga mängden för toalettanvändning är dock så liten att den inte ger någon större besparing. Det renade vattnet skall dock inte användas i produkten.

Eftersom vattnet från duschar och toaletter går på separat ledning direkt till kommunens avloppsverk borde förutsättningar att rena vattnet från deras eget reningsverk vara goda.

### **2.5.1 Vattnets kemiska sammansättning**

Det vatten som används för tvättning av råvaror och maskiner måste hålla dricksvattenkvalitet enligt (5). För att få fram rätt kvalitet på avloppsvattnet måste de otillåtna ämnena först identifieras. Genom en vattenanalys får jag fram den kemiska sammansättningen på avloppsvattnet och kan jämföra den med kraven enligt Livsmedelsverket. Analysen gjordes av Eurofins (se bilaga) som samtidigt undersökte bakteriehalten i vattnet.

Att även undersöka bakteriehalten är viktigt eftersom det avgör om ett bakteriedödande steg är nödvändigt i reningsprocessen. Det kan även ge en uppfattning om var andra ämnen i vattnet härstammar från.

Resultaten från analysen kommer att jämföras med gränsvärdena. Hur mycket värdet skiljer från gränsvärdet ligger sedan till grund för vilka reningsmetoder som är lämpliga och hur de ska konstrueras.

## **2.6 Ekonomi**

För att ta fram investeringskostnader för de båda alternativen har jag tagit kontakt med företag i respektive bransch. Inga av de investeringskostnader jag tar fram är specifika kostnader utan uppskattningar. Siffrorna visar ändå möjlig besparingspotential för båda alternativen.

I de kostnader jag tar fram ingår endast materialkostnader och således inte installations och driftskostnader. Framtagning av driftskostnader ligger utanför detta arbetes begränsningar. För framtagning av installationskostnader krävs besök av entreprenörer och ytterligare undersökningar vilket inte innefattas i detta arbete.

### 3. Resultat

#### 3.1 Vattenbehov

Den ingående vattenförbrukningen (m<sup>3</sup>) enligt Björnekullas protokoll är följande:

Tabell 1. Vattenförbrukning vid Björnekulla

Månad	Kommunalt vatten	Eget vatten	Total vattenförbrukning
Maj	1486	4688	6174
Juni	1802	5362	7164
Juli	913	2523	3436
Augusti	891	3540	4431
September	2455	8143	10598
Oktober	5207	8275	13482
Totalt	12754	32531	45285

Genomsnittlig förbrukning / månad:

Kommunalt vatten	2126 m <sup>3</sup>
Eget vatten	5422 m <sup>3</sup>
Totalt	7548 m <sup>3</sup>

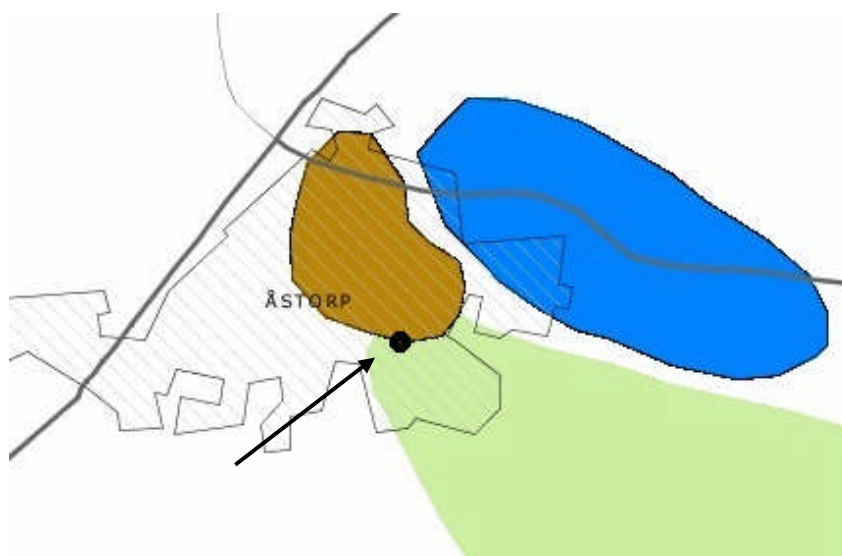
Björnekulla betalar 6,59kr /m<sup>3</sup> till kommunen (1), det innebär en genomsnittskostnad om 14 000 kr per månad. Totalt på 6 månader köper företaget in vatten för 84 050kr

För att minska kostnaden för vattnet behöver vi ett genomsnitts tillflöde på 2126 m<sup>3</sup> per månad. För att ha marginalen på rätt sida samt täcka större andel av de månader med topp förbrukning avrundar vi uppåt och använder 2200 m<sup>3</sup> per månad som beräkningsunderlag.

#### 3.2 Utökning av vattentäkt

##### 3.2.3 Geologi

Området kring Björnekullas fabrik ligger i en gränzon mellan två geologiska zoner. Förutom på de geologiska kartorna kan man även se det på Björnekullas befintliga brunnar. Den nordliga brunnen är endast 30m djup och har ett flöde på ca 300 l/min medan den sydliga brunnen är över 100 meter djup och har ett tillflöde på ca 100 l/min. Det tyder på gynnsammare förhållanden i de övre sandlagren än i de djupa akvifärens (2). Enligt den hydrogeologiska kartan ligger Björnekulla fabriken mellan två områden (3). Mot syd uppges tillrinningen till 2-5 l/s medan den mot norr kan nå ända upp till 20 l/s, se figur 1. Det är dock mycket osäkert vilket alternativ som är bäst eftersom de faktiska förutsättningarna kan variera.



Figur 1. Karta över grundvattentillgång i Åstorps kommun.  
Pilen markerar Björnekulla Fruktindustriens placering

### 3.2.4 Brunnsutformning

Det finns två sätt att utföra en ny vattentäkt på, eftersom förutsättningarna i området är svåra är det inte helt självklart vilken metod som är lämpligast.

Vill man utnyttja vattentillgångarna i berget kan man utföra en bergborrad brunn. Då infodras brunnen förbi jord och sandlager ner till fast berg. Där borraras ett öppet hål som släpper in vatten från berget (2).

En annan metod är att utnyttja vattentillgången i de över sandlagren. Då driver man infodringsrör ner till ett vattenförande sandlager, där appliceras sedan ett filter som håller sanden ute och släpper in vattnet (2).

Eftersom den effektivaste brunnen av Björnekullas befintliga är en filterbrunn bedöms även den nya kunna vara av samma typ.

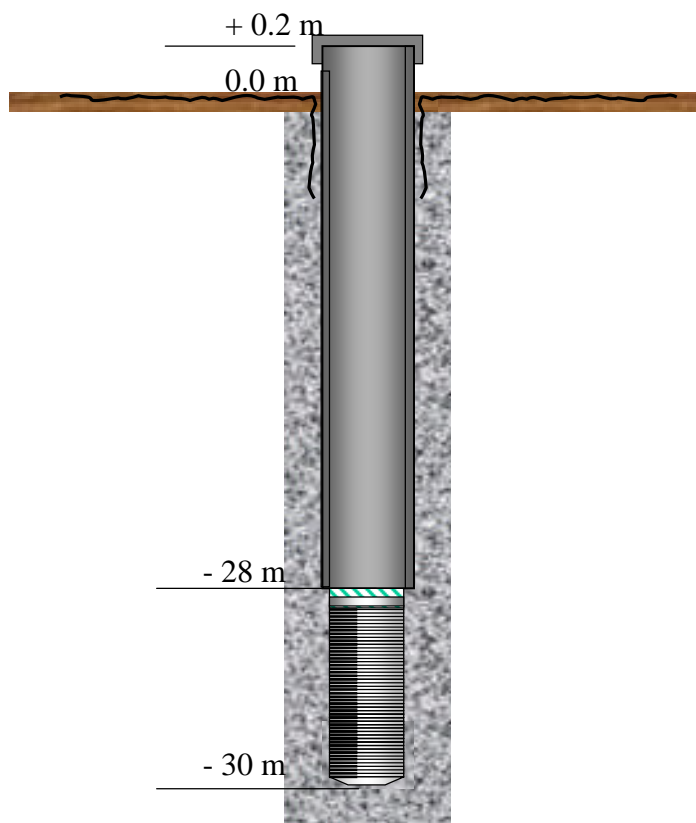
Brunnen får då ett uppskattad utseende enligt figur 2. Vattenförande lager bedöms dyka upp på ca 30 meters djup. Brunnen utformas då med stålrör ner till ca 28-29 meter, därefter appliceras ett filter från 28-29 till 30-31 meter.

Fullständig brunnsritning kan ses i bilaga 2.

### 3.2.5 Vattendistribution

För att förflytta vattnet från den borrade brunnen till fabriken använder man sig av en dränkbar pump. Pumpen sänks ner till erforderligt djup i brunnen. Pumpdjupet bestäms av vattentillgången i brunnen samt dess vilande vattenyta (2). Från brunnen dras sedan en markledning in till fabriken.

För att täcka vattenbehovet under en 8 h arbetsdag behövs ett tillflöde på ca  $10\text{m}^3/\text{h}$ .



Figur 2. Ritning över filterbrunn

### 3.3 Reningsverk

#### 3.3.1 Vattnets kemiska sammansättning

Nedan redovisas de ämnen och värden som undersöktes i vattnet från fabriken, se även bilaga 1, 3 & 4.

##### 3.3.1.1 Koliforma bakterier 35°C

Antalet koliforma bakterier i vattnet uppgår enligt provet till < 2420000 CFU/100ml.

Koliforma bakterier är ett släkte där bland annat E.coli ingår. Koliforma bakterier härstammar från tarmarna hos varmblodiga djur och kan genom avföring hamna i jordlager (4). Bakterien kan orsaka tarmsjukdomar som tex diarré men kan även orsaka feber.

Den höga halten koliforma bakterier påvisar att vattnet har varit i direkt kontakt med jord, troligen från rödbetorna som har dragit jord med sig från fälten.

Gränsen för godkänt dricksvatten ligger enligt livsmedelsverket på 10 CFU/100ml vatten. Därmed ligger värdet högt över det tillåtna (5).

##### 3.3.1.2 E.coli

E.coli, Escherichia coli, är en bakterie som finns i den nedre delen av tarmarna hos varmblodiga djur och människor (4), den påvisar alltså en direkt påverkan från avföring i det analyserade vattnet. I returvattnet från fabriken innehöll vattnet 93 000 CFU/100ml. Gränsvärdet för godkänt dricksvatten har avsevärt överskridits.

Det finns med andra ord en klar påverkan från fekala bakterier i vattnet. Enligt Kjellberg (12) skall inget avloppsvatten från toaletter eller duschar vara inkopplade på samma nät som

vattnet från fabriken. Förmodligen kommer bakterierna från tvättningen av rödbetorna som dragit gödsel från åkrarna med sig under transporten till fabriken. För att säkerställa detta måste ytterligare ett bakteriellt prov tas när rödbetssäsongen är slut alternativt vid ett tappställe där tvättvatten från rödbetorna inte ingår.

### **3.3.1.3 Turbiditet**

Turbiditeten är ett mått på vattnets grumlighet, dvs om det finns partiklar i vattnet. Vattnet från fabriken har använts till tvättning av grönsaker och maskiner, därför vet vi redan innan att vattnet är grumligt. När vattenprovet togs i samband med studiebesöket kunde man med ögat se att vattnet var grumligt, för tillfället rödfärgat efter rödbetorna. Gränsen för när grumligheten är synlig går vid 3 FNU (6). Turbiditeten i vattnet uppgick till 500 FNU

### **3.3.1.4 Lukt**

Luktens styrka vid 20°C bedöms som svag.

Lukten bedöms som jordliknande. Detta stärker våra spekulationer om att vattnet har dragit med sig mycket jordrester från tvättningen av råvaran. Där har även de påvisade bakterierna sin härkomst.

### **3.3.1.5 Färgtal, mätt vid 405 nm**

Färgen är precis som turbiditeten hög. Eftersom det provade vattnet är använt för tvättning är det inget oväntat. Det gick att se den röda färgen från rödbetorna redan vid provtagningen. Färgtalet uppgick enligt analysen till 240 mf Pt/l, det bör inte överstiga 30 (6).

### **3.3.1.6 Kemisk syreförbrukning, COD-Mn & Biokemisk syreförbrukning, BOD**

Den kemiska syreförbrukningen är ett mått på förekomsten av organiskt material i vattnet. Organiskt material är i regel växtdelar under förmultning, även kallat humus (6). Vi har redan konstaterat att vattnet är påverkat av jordrester från tvättningen vilket förklarar resultatet från analysen. Analysen visar ett COD-värde på 160 mg/l. På de analyser som företaget själv tar regelbundet kan man se att syreförbrukningen varierar stort med en topp på 4000 mg/l.

BOD, biokemisk syreförbrukning, ger ett mått på organisk o bakteriell förekomst i vattnet (7). Även den varierar stort vilket troligen kan spåras tillbaka till jordrester från tvättningen. Ett BOD värde på 0 är lika med rent vatten. Företagets egna analyser varierar mellan 580 – 1300 mg/l

### **3.3.1.7 pH**

pH värdet visar om vattnet är surt eller basiskt. Vid värdet 7 är balansen mellan vattnets vätejoner och hydroxidjoner jämn, då är vattnet neutralt (7). Vattnet blir otjänligt vid värden över 10,5 (5) men skapar i regel problem om det underskrider 6,5 (6). pH värdet i vattnet är vid provtagningstillfället 7,6. De vattenanalyser som Björnekulla själv tar regelbundet visar att pH värdet varierar mellan 4,9 till 8.

### **3.3.1.8 Alkalinitet**

Alkaliniteten är ett mått på vattnets förmåga att motstå pH förändringar (8). Har man hög alkalinitet minskar risken för att pH värdet i vattnet förändras. Björnekullas vatten har en alkalinitet på 210 mg HCO<sub>3</sub>/l. Vid halter över 60mg HCO<sub>3</sub>/l minskar risken för att pH värdet skall förändras (6). Eftersom tidigare prover av vattnet visar att pH värdet förändras ända ner till 4,9 innebär det att även alkaliniteten förändras. Förändringen kan troligen spåras tillbaka

till åkermarken där råvarorna har odlats. Förutsättningar har varit olika på åkermarkerna och alkaliniteten förändras därefter.

### **3.3.1.9 Konduktivitet**

Konduktiviteten visar vattnets ledningsförmåga och stiger om vattnet har en ökande salthalt (6). Om vattnets konduktivitet överstiger 250 mS/m bedöms vattnet som tjänligt med anmärkning (5). Vattnet från Björnekulla har en konduktivitet på 120 mS/l.

### **3.3.1.10 Hårdhet total**

Hårdheten är ett mått på vattnets halter av kalcium och magnesium. Vatten med låga halter kallas mjuka och vatten med höga halter kallas hårda (6). För att vattnet skall kallas medelhårt måste det ha halter mellan 5 och 9,8 tyska hårdhetsgrader (6). Vattnet från Björnekulla har en hårdhet på 12 tyska grader. Det innebär att tvätt och diskmedel måste doseras hårdare för att uppnå samma effekt (7).

### **3.3.1.11 Ammonium**

Höga halter ammonium kan betyda påverkan från avloppsvatten (6). Halten i Björnekullas vatten uppgår till <0,01 mg/l.

### **3.3.1.12 Nitrat & Nitrit**

Nitrat och nitrit kan visa påverkan från avlopp eller gödslad åkermark, nitrit kan även förekomma i borrade brunnar (6). Nitrit, Nitrat och Ammonium ingår i kvävecykeln där Ammonium bildas vid nedbrytning av kväverika föreningar. Ammoniumet oxideras sedan med hjälp av bakterier under syrgasrika förhållanden till nitrat. Är förhållanden istället fattiga på syrgas (anaeroba) bildas nitrit som är giftigt för många bakterier. Vid anaeroba förhållanden övergår nitrit och nitrat till kvävgas och kvävet blir inte längre vattenburet (9). Enligt analysen ligger Nitrat halten på <0,1 mg/l och Nitrit halten på <0,002 mg/l.

### **3.3.1.13 Fosfor**

Fosfor i vattnet kan antingen vara löst eller uppbundet till organiska partiklar (10). Den fosfor som växterna kan tillgodogöra sig kallas för fosfatfosfor och består av löst organisk fosfor (9). Fosfatfosfor halten i vattnet från Björnekulla är <0,005 mg/l.

Totalfosfor innefattar all tillgänglig fosfor i vattnet, dvs löst organisk fosfor, polyfosfater, löst organisk fosfor och partikulärt bunden fosfor (9).

Totalfosforhalten i Björnekullas egna vattenanalyser ligger mellan 0,31 mg/l till 15 mg/l.

### **3.3.1.14 Kväve**

Kväve i vattnet kan påvisa påverkan från jord och skogsbruksmaker (6). Totalkvävet ger ett mått på det bundna och lösta kvävet i vattnet dock ej kvävgas (9). Enligt Björnekullas egna vattenanalyser varierar kvävehalten mellan <2 mg/l till 57 mg/l i det utgående avloppsvattnet.

Den höga kvävehalten tillsammans med halterna av totalfosfor och COD samt bakterietillgången i vattnet visar en stark påverkan från jordbruksmarken där råvarorna kommer från. Variationerna i ämnena beror troligen på böndernas brukningssätt av markerna där råvarorna odlats.

### **3.3.1.15 Klorid**

Höga kloridhalter innebär salt i vattnet (6). Vid en kloridhalt på 100 mg/l benämns vattnet som tjänligt med anmärkning (9). Gränsen för när saltsmak uppträder ligger vid 300 mg/l (6).

Kloridhalten på Björnekullas vatten ligger på 170 mg/l. Vad kloridhalten kan spåras till är svårt att avgöra, det kan komma från kustnära åkermark genom avdunstning från havet. Medelkoncentrationen av klorid skiljer sig i nederbörden mellan kustnära mätpunkter och de som ligger i mellansverige. Åkermark som ligger nära vägnätet påverkas även av vägsalt (9).

Om kloridhalten är en direkt påverkan från nederbörd och vägsalt kan man anta att även den varierar beroende på vilken bonde som levererar råvaran. Dock är kloridhalten så pass hög att ytterligare källa måste ligga bakom.

### 3.3.1.16 Fluorid

Enligt (5) får fluoridhalten inte överstiga 1,5 mg/l. I vattnet från Björnekullas tvättning ligger fluoridhalten på 0,85 mg/l.

### 3.3.1.17 Sulfat

Gränsvärdet för sulfat ligger på 100 mg/l (5), för höga halter av sulfat kan orsaka korrosionsangrepp på ledningar och diarré hos barn. Halten sulfat i Björnekullas vatten är 73 mg/l.

### 3.3.1.18 Metaller

Det finns många olika metaller som kan förekomma i vattnet. Generellt betecknas de som lättmetaller och tungmetaller där tungmetaller är de med högre densitet än 5 gram per kubikcentimeter (9). Tungmetallerna är generellt sett giftiga men vissa är även livsnödvändiga i små doser, dit hör till exempel järn, mangan och zink (9). I tabell 1 visas uppmätta metallhalter jämte gränsvärden enligt livsmedelsverket.

Tabell 2. Uppmätta metaller och dess gränsvärden enligt livsmedelsverket

Ämne	Resultat	Gränsvärde*	Enhet
Arsenik	0,0017	0,01	mg/l
Kalcium	70	100	mg/l
Kadmium	<0,00002	0,005	mg/l
Kobolt	0,0014	-	mg/l
Krom	0,0021	0,05	mg/l
Koppar	0,0008	2	mg/l
Järn	2,7	0,2	mg/l
Kalium	27	12**	mg/l
Magnesium	11	30	mg/l
Mangan	0,29	0,05	mg/l
Natrium	160	100	mg/l
Nickel	0,0036	0,02	mg/l
Bly	0,00042	0,01	mg/l
Vanadin	0,0020	-	mg/l
Zink	0,0018	-	mg/l

\* Gränsvärden enligt Livsmedelsverkets föreskrift SLVFS 2001:30

\*\* Värden över 12 mg/l anses anmärkningsvärda enligt Alcontrol.

### 3.3.1.19 Sammanfattning av vattenanalys

Analysen visar att ämnena i tabell 3 är högre än tillåtna gränsvärde enligt livsmedelsverkets föreskrift SLVFS 2001:30.

Tabell 3. Ämnen vars gränsvärde överskridits.

Parameter	Uppmätt värde	Gränsvärde	Enhet
– Koliforma bakterier	>2 420 000	10	antal/100ml
– E. Coli	93 000	påvisad	i 100ml
– Turbiditet	500	1,5	FNU
– Lukt styrka	Svag	svag	
– Lukt art	Jordliknande		
– Färgtal	240	30	mg/l Pt
– Kemisk syreförbrukning	160		mg/l
– Hårdhet total	12	>5 <9,5	Dth
– Klorid	170	100	mg/l
– Järn	2.7	0,2	mg/l
– Kalium	27	12	mg/l
– Mangan	0.29	0,05	mg/l
– Natrium	160	100	mg/l

Tabell 4 visar ämnen som inte ingår i livsmedelsverkets föreskrift SLVFS 2001:30 men som behövs reduceras för att önskvärd vattenkvalité skall uppnås.

Tabell 4. Övriga ämnen

Parameter	Uppmätt värde	Enhet
– Fosfor	6-15	mg/l
– Kväve	22-57	mg/l
– Biokemisk syreförbrukning	500-1300	mg/l

### 3.3.2 Utformning av reningsverk

Se figur 2 för schematisk ritning

#### 3.3.2.1 Flödesutjämning

För att mängden inköpt vatten skall vara minimalt måste i genomsnitt 2200 m<sup>3</sup> vatten renas i månaden. Som man kan se under 3.1 Vattenbehov är flödet ojämnt under de 6 månader som siffrorna är tagna från. Om vi istället renar 2500 m<sup>3</sup> vatten varje månad täcker vi behovet av tillskottsvatten från kommunen i 5 av 6 månader. Renar vi denna mängd varje månad kan man dessutom minska uttaget från sina egna brunnar en aning.

För att reningen skall fungera optimalt måste flödet vara konstant. Blir flödet för stort genom reningsstegen blir inte tillräcklig mängd ämnen avskiljda och vattnet uppnår inte rätt kvalitet. Blir flödet för lågt blir uppehållstiden i reningsstegen längre, det kan leda till överdosering av kemikalier och för hög slamålder.

Det dimensionerande flödet (Q<sub>dim</sub>) blir således 2500 m<sup>3</sup> per månad. Detta flöde skall tas ur det totala avloppsflödet som enligt 3.1 Vattenbehov varierar mellan 3400 m<sup>3</sup> och 13400 m<sup>3</sup> per månad. För att få ett jämnt flöde över dygnet måste det vattnet som kommer under fabriken aktiva timmar magasineras och fördelas till reningsverket jämnt över dygnet.



Dygnsflödet blir då enligt följande:

2500 m<sup>3</sup> / månad  
625 m<sup>3</sup> /vecka  
80,6 m<sup>3</sup> /dag  
3,4 m<sup>3</sup> / timme

Under en normal 8 timmars arbetsdag kommer således ca 80m<sup>3</sup> vatten att anlända till reningsverket. För att få ett jämnt flöde till reningsverket renas 3,4 m<sup>3</sup>/h.

För att magasinera hela dygnsflödet behövs en bassäng på ca 80m<sup>3</sup>. Samtidigt som avloppsvattnet fyller bassängen tas även 3,4m<sup>3</sup>/h timme ut för rening. Under en arbetsdag tas således 27,2m<sup>3</sup> vatten ut för rening. Erforderlig bassängvolym blir då 52,8m<sup>3</sup> enligt följande:

$$80 - 27,2 = 52,8$$

För att ha marginal mot flödesvariationer görs en utjämningsbassäng på 55m<sup>3</sup>. Övrigt flöde går till det kommunala avloppet

Bassängen kan göras med måtten 5x5x2,2m

### **3.3.2.2 Galler och silrensning**

För att förhindra att grova partiklar kommer in i reningsverket inleder man reningsprocessen med ett silgaller (11). Det är en enkel form av rening som avskiljer grova partiklar mekaniskt.

Det befintliga reningsverket innefattar en mekanisk grovrening med automatisk avskiljning av material från gallret, denna kan fortsätta att användas.

### **3.3.2.3 Sandfång**

Eftersom vissa råvaror tvättas innan de tas in i produktionen samt att tvättvattnet rinner av längs golvet kan man anta att sandhalten i vattnet är stor. För att avskilja sanden från vattnet använder man sig av ett sandfång. Sandfånget låter sanden sedimentera till fällans botten där den skrapas eller pumpas vidare (11).

Det vattenprov som analyserades togs efter fabriken reningsverk och innehöll inga sandpartiklar. Man kan således anta att reningsverkets cyklon avskiljer sand och jordpartiklar med tillfredställande resultat.

### **3.3.2.4 Försedimentering**

I försedimenteringen avlägsnas den fosfor som finns bundet i fasta partiklar, vanligt är att cirka 10-25% av den ingående fosfor avlägsnas (11).

Vid dimensionering av sedimenteringsbassänger används begreppet ytbelastning.

Ytbelastning visar hur många meter vattnet transporteras under en timme och anges i enheten m/h. För att beräkna ytbelastningen används följande formel:

$$Ytbelastning = \frac{Q}{A}$$

Q: Flöde, m<sup>3</sup>/h

A: Area, m<sup>2</sup>

Enligt teorin om ytbelastning spelar inte djupet på bassängen någon roll, praktiken visar dock att grunda bassänger ger sämre avskiljning än djupa. Detta beror främst på att erosion gör att avskilda partiklar dras med av vattenströmmen. För att få en bra avskiljning bör bassängen vara minst 2,5m djup enligt (11).

### 3.3.2.5 Dimensionering

För att uppnå en god belastningsminskning på efterföljande reningssteg bör inte ytbelastningen vara högre än 1-3 m/h i försedimenteringen (11).

Med en bassäng på 1x3 meter får man en area på 3m<sup>2</sup> och en ytbelastning enligt följande:

$$\frac{3,4}{3} = 1,13 \text{ (m/h)}$$

Djupet på bassängen bör vara 3 meter (11).

### 3.3.2.6 Biosteg

Genom sandfånget och försedimenteringen är vattnet förberett för att behandlas. Det andra steget i reningsprocessen är ett biosteg.

I biosteget kommer primärt kväve men även kemisk syreförbrukning och biokemisk syreförbrukning att reduceras (11). Eftersom luftning är en del av processen kommer även järn och manganhalterna att reduceras genom oxidering och sedimentering. Luftningen kommer även ha en positiv inverkar på vattnets lukt (12).

I naturen kan kvävet omvandlas mellan olika oxidationsstadier (11). I reningen skall vi styra så att dessa förlopp sker i önskad ordning. Det kommer leda till att ammoniumbundet kväve i syrgasrika förhållanden oxideras till nitritjoner och sedan till nitratjoner. Processen kallas för nitrifikation (11).

Totalförloppet för oxidation av ammoniumjoner till nitratjoner sker enligt följande:

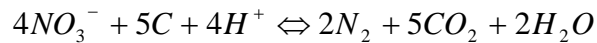


För varje gram kväve som oxideras förbrukas 4,6 g Syre och 0,14 g vätejoner frigörs.

De flesta bakterier får sin energi genom att oxidera organiskt material. De nitrifierande bakterierna erhåller energi genom att oxidera ammonium eller nitrit. För att bygga upp celler behöver bakterierna kol, vilket de nitrifierande bakterierna får från koldioxid. Att uppta koldioxid tar mycket energi från bakterierna och resulterar i en långsam tillväxt. Det är därför viktigt att de nitrifierande bakterierna har tillräckligt lång uppehållstid. Tillväxten påverkas positivt av högre halter syre och/eller ammonium samt av högre temperatur. Det ideala pH värdet ligger mellan 7,5 – 8,6 (6).

För att oxidera det nitratbundna kvävet till kvävgas måste miljön göras anaerob. I brist på syre börjar bakterierna reducera kvävet i nitraten till bland annat nitrit och sedan vidare till kvävgas. Kvävgasen lämnar sedan vattenfasen och går ut i atmosfären. Denna process kallas för denitrifikation. När det råder syrebrist måste bakterierna istället ta sin energi genom nedbrytning av organiskt material (6).

Totalförloppet för denitrifikation sker enligt följande:



I processen avlägsnas 0,07 g vätejoner för varje gram reducerat kväve.

Vid nitrifikation frigörs vätejoner som bidrar till en pH-sänkning. Denitrifikationen förbrukar vätejoner och motverkar pH-sänkningen, dock ej i samma utsträckning som nitrifikationen sänker pH. Tillsammans med vattnets alkalinitet kan dock pH-sänkningen helt bromsas. Vätejonerna förbrukar vätekarbonatjonerna och ger kolsyra, denna faller sedan sönder till koldioxid och vatten. Koldioxid är en gas och kommer att försvinna till atmosfären.

För att bibehålla en bra bakteriekultur i biosteget måste man från sedimenteringen pumpa tillbaka slammet. Då återförs de nyttiga bakterierna som behövs för att avskiljningen skall fungera. Dock måste visst slam avlägsnas så att man får en bra ålder på bakterierna. Detta kallas aktivslamsprocess (6).

Vi vet genom Björnekullas egna vattenprover att pH-värdet varierar över tiden. För att bibehålla ett pH-värde mellan 7,5 – 8,6 måste vattnet pH-justeras innan det kommer in i biosteget. Hålls inte pH-värdet inom dessa värden kommer nitrifikationen att stanna av och kväveavskiljningen blir inte tillräcklig.

En rätt dimensionerad biologisk rening kan under normalbelastning uppnå en effekt av 95% BOD-reduktion (6).

### 3.3.2.7 Dimensionering

En lämplig ytbelastning är 0,5 – 1,5 m/h för en biologisk rening med aktivslam (6). Jag har även undersökt vad ytbelastningen och uppehållstiden är på reningsverk i Stockholm (13), Kävlunge (14) och Torekov (15). I dessa reningsverk ligger uppehållstiden i luftningsbassängerna mellan 1,5 – 13h. Uppehållstiden räknas ut med följande formel.

$$HRT = \frac{V}{Q} h, \text{ där}$$

$$V = 2 \times 3 \times 3$$

$$V = 18 m^3$$

HRT: Hydraulisk uppehållstid, h

V: Bassängens volym, m<sup>3</sup>

Q: Flöde m<sup>3</sup>/h

Om vi använder oss av en luftningsbassäng med måtten 2x3x3 får vi ett HRT-värde på 5,29

$$HRT = \frac{18}{3,4}$$

$$HRT = 5,29h$$

Då får vi ett värde som hamnar mellan de värden de befintliga anläggningarna i Stockholm, Kävlinge och Torekov har.

Efter luftningen skall vattnet vidare till en anaerob zon. Där förbrukas syret och slam sedimenterar till botten. Man bör ha en låg ytbelastning på sedimenteringen efter luftningen. Detta för att säkerställa att även de minsta flockarna avskiljs. I de fall vattnet passerar ett sandfilter efter den biologiska reningen är det även viktigt att vattnet har ett lågt partikelinnehåll. Partiklarna kommer annars att påverkar filtrets spoltider negativt (6).

Ytbelastningen bör ligga mellan 0,8 – 1,5 m/h (6).

Har vi en bassäng med måtten 2x2x3 får vi en ytbelastning enligt följande:

$$A = 2 \times 2$$

$$A = 4$$

$$Ytbelastning = \frac{3,4}{4}$$

$$Ytbelastning = 0,85m/h$$

Slammet som bildas pumpas tillbaka till luftningen, ca 10% tas ut som överskottsslam.

Vattnet går sedan vidare till den kemiska behandlingen.

### 3.3.2.8 Kemisk Fällning

I det biologiska steget avlägsnas primärt kväve och BOD men även en viss del fosfor avskiljs. För att vattnet skall gå att återanvända måste fosforhalten reduceras ytterligare. För att få maximal fosfor avskiljning flockar man fosfor på kemisk väg. Genom att tillsätta järn eller aluminiumsalter bildar fosfor svårslösliga partiklar i vattnet. Dessa partiklar kan sedan avskiljas genom till exempel sedimentering. Med kemisk fällning kan man uppnå en fosforreduktion på 80-95 %. De flockar som bildas kommer även att attrahera de organiska partiklar som kan finnas kvar i vattnet (6).

Den kemiska fällningen kan utföras med fyra olika metoder, direktfällning, förfällning, simultanfällning och efterfällning. Kombinerar man någon eller några av ovanstående metoder kallas det för flerpunktsfällning (6).

Vid direktfällning använder man sig av kemisk fällning som enda metod efter den mekaniska reningen. Nackdelen är att endast den BOD och det kväve som är bundet i partiklar fälls ut och avlägsnas (6).

Om man genomför den kemiska fällningen innan försedimenteringen och det biologiska steget kallas det förfällning. Då bildas flockarna i sandfånget och sedimentationen sker i försedimenteringen. Vid denna metod avlägsnas även en stor del partikulärt organiskt material i samband med fosforreduktionen. Doserar man fällningskemikalien för hårt blir fosforhalten för låg till det biologiska steget och kväveavskiljningen blir lidande (6).

Simultanfällning innebär att man tillsätter fällningskemikalien i det biologiska steget, strax innan luftningen eller i luftningsbassängen. Flockningen sker då i samband med luftningen av vattnet. Bioslammet och kemsammet avskiljs då i samma sedimenteringsbassäng, det kan leda till att den totala mängden slam måste ökas för att mängden biologiskt aktivt slam skall vara tillräcklig (6).

Den effektivaste metoden för att reducera fosfor och BOD-halt är efterfällning. Metoden innebär att fällningskemikalien tillsätts efter den biologiska reningen. Vattnet leds sedan till en flockningskammare där kemikalien blandas in i vattnet, för att flockar inte skall slås sönder är det viktigt att inte blandningen görs för fort. Därefter får vattnet sedimentera så att flockarna avlägsnas (6).

Eftersom vi eftersträvar maximal avskiljning av fosfor och BOD är efterfällning den metod som lämpar sig bäst för vårt vatten.

### **3.3.2.9 Dimensionering av kemisk fällning**

Enligt (10) bör vattnet ha en uppehållstid om 10- 20 minuter i flockningskammaren. Blir uppehållstiden för lång finns det risk att flockar river av material från varandra när de krockar. Eftersom flödet vi skall rena är ganska lågt blir det en väldigt liten behållare för flockning. Det kan komma att hämma inblandningen av flockningsmedlet samt orsaka att det blir för stor turbulens i flockningsbehållaren. Blir turbulensen för stor kommer inte flockarna att bli tillräckligt stora. För att få en optimal kemisk behandling delar jag därför upp behandlingssteget i två steg.

När vattnet anländer samlas det först upp i en första bassäng, en buffert. När denna är full pumpas hela bassängens vattenmängd till nästa bassäng i samma storlek. Under pumpningen tillsätts fällningskemikalien. Under de första 10-20 minuterna sker omrörning i denna bassäng, denna avstannar sedan och de bildade flockarna får sjunka till botten. När buffertbassängen åter är full pumpas vattnet vidare från reaktionsbassängen och slammet skrapas bort.

Vi använder oss av samma storlek på bassäng som vid luftningen i biosteget. Det ger oss en bassäng på  $18\text{m}^3$ . Med angivet flödet tar det 5,29h att fylla bassängen enligt tidigare uträkning.

När buffertbassängen är full pumpas vattnet till reaktionsbassängen samtidigt som fällningskemikalien tillsätts. Under ca 15 minuter skall sedan vattnet cirkuleras för att få optimal inblandning av kemikalien. Det ger oss cirka 5h timmar till sedimentering. Räkna vi bort tiden för pumpning från buffert till reaktionsbassängen och vidare till sandfiltren, ca 30 minuter var, får vi en effektiv sedimentationstid på ca 4h.

När sedimenteringen är utförd pumpas vattnet till ett sandfilter

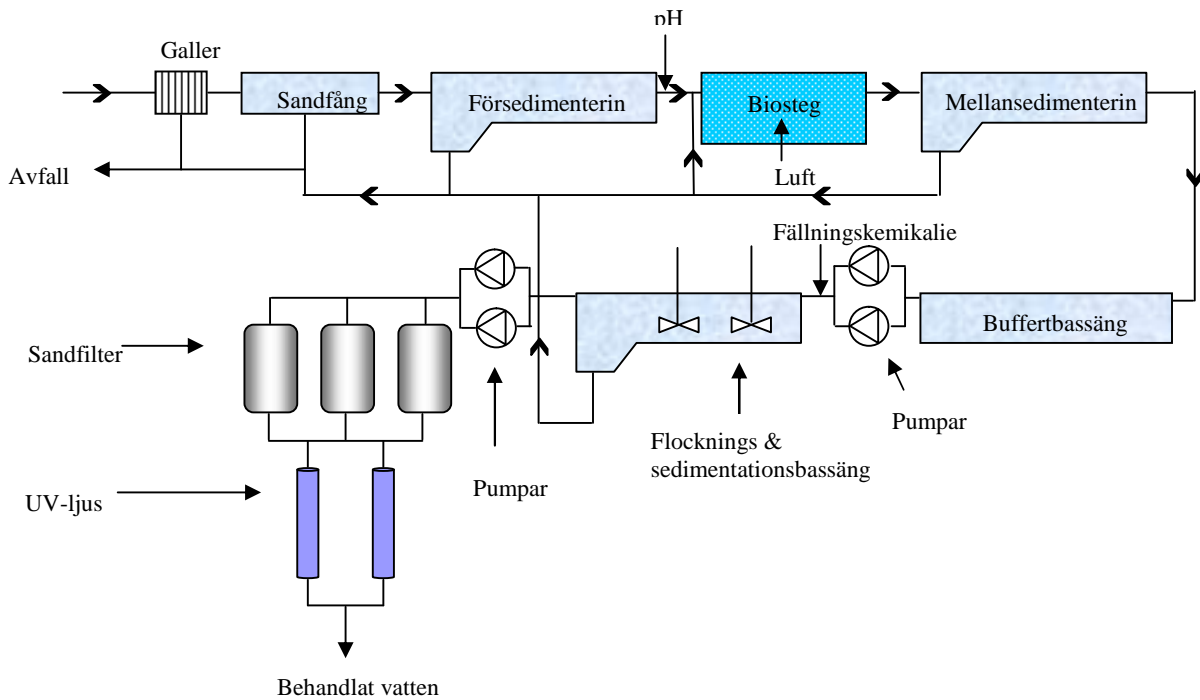
För pumpningen installerar vi två parallella pumpar som vardera ger  $36\text{-}40\text{ m}^3/\text{h}$ . Dessa kan ombesörja att vattnet flyttas från buffertbassängen till flockningsbassängen på ca 15 minuter.

### **3.3.2.10 Sandfilter**

Trots flera sedimenteringssteg kan små partiklar fortfarande finnas kvar i vattnet. För att säkerställa att vattnet är fritt från partiklar används ett sandfilter. Ett sandfilter kan vara uppbyggt på två sätt, trycklöst eller trycksatt. Vilket som är lämpligast beror till stor del på vattenflödet. Ett trycksatt filter klarar av högre flöde men är dyrt att konstruera om flödet är

för stort. Ett öppet filter kan belastas med  $5-10 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  och ett trycksatt med  $10-15 \text{ m}^3/\text{m}^2 \cdot \text{h}$  (12).

Efter den kemiska fällningen är färdig har vi en vattenvolym på  $18 \text{ m}^3$  som avlägsnas från det kemiska steget så fort som möjligt. Utan att påverka sedimenteringstiden avsevärt kan vi räkna med att pumpa ut vattnet på en halvtimme, det ger oss ett timflöde på  $36 \text{ m}^3/\text{h}$ . För att klara av det flödet kan vi antingen ha 3st trycksatta filter om  $1 \text{ m}^2$  var, då klarar vi mellan  $30 \text{ m}^3/\text{h}$  och  $45 \text{ m}^3/\text{h}$ . Har vi istället ett trycklöst filter om  $4 \text{ m}^2$  klarar vi ett flöde mellan  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  och  $40 \text{ m}^3/\text{h}$ .



Figur 3. Ritning reningsverk

Använder vi oss av 3st parallella trycksatta filter får vi ett system som fortfarande är funktionellt även om ett filter skulle sluta fungera. Dessa filter kan även backspola under tiden vattnet sedimenterar i den kemiska behandlingen.

För pumpningen används två parallella pumpar med en individuell kapacitet på  $18-20 \text{ m}^3/\text{h}$ .

### 3.3.2.11 Bakterier

För att säkerställa att vattnet inte innehåller några bakterier innan det återanvänds får det passera igenom ett UV-filter. Även här bör vi ha minst två stycken filter för att driften inte skall stanna helt om ett filter skulle gå sönder.

### 3.3.2.12 Utformning

Med de ovan nämnda reningsmetoderna kommer reningsverket att se ut enligt figur 3.

## 3.4 Ekonomi

### 3.4.1 Alternativ 1 - Reningsverk

I anläggandet av reningsverket finns många stora kostnader. Bland annat är installationskostnaden hög, det beror mycket på det stora antalet reningssteg som vattnet måste passera. Materialkostnaden blir också hög till följd utav reningsverkets storlek.

#### 3.4.1.1 Fasta materialkostnader

En del kostnader såsom installationskostnaden är mer eller mindre rörlig beroende på byggtiden. Bra riktvärden för de kostnaderna tas enkelt in med hjälp av anbudsupphandlingar från entreprenörer. Det förfaringssättet gäller givetvis även för materialkostnaden. För att få en uppskattning om reningsverkets installationskostnad har jag tagit kontakt med leverantörer och fått fram ca pris på de stora posterna i reningsverkets utformning, tabell 4.

Tabell 4. Förteckning över materialkostnader

Material	Kostnad	Antal	Totalkostnad
Bassäng 5x5x2,2	75 000:-	1	75 000:-
Bassäng 2x3x3	45 000:-	3	135 000:-
Bassäng 2x2x3	40 000:-	1	40 000:-
Utrustning för pH justering	20 000:-	1	20 000:-
Kompressor för luftning	15 000:-	1	15 000:-
Pump á 36-40 m <sup>3</sup> /h	20 760:-	2	41 520:-
Pump á 18-20 m <sup>3</sup> /h	12 060:-	2	24 120:-
Doseringspump, flockningskemikalie	13 000:-	1	13 000:-
Sandfilter á 1m <sup>2</sup> , aut backspolning	82 000:-	3	246 000:-
UV-filter	15 500:-	4	62 000:-
Rör installationer	50 000:-	1	50 000:-
El installationer	40 000:-	1	40 000:-
			761 640:-

#### 3.4.1.2 Återbetalningstid

Investeringskostnaden exklusive installationskostnaden uppgår till 761 640:- kronor exkl moms. Om reningsverket producerar 2200m<sup>3</sup> vatten utgår helt behovet av tillskott från kommunen i 5 av 6 månader. Med gällande taxa om 6,59kr/m<sup>3</sup> och en genomsnittsförbrukning om 2125,6m<sup>3</sup> ger det en besparing på 14008kr/månad. På ett helår ger det således en ca besparing om 140 080 kronor. Eftersom genomsnittsförbrukningen är baserat på 6 månader kan den totala besparingen variera något.

Med den besparingen tar det ca 5,4 år att tjäna in investeringen av ett reningsverk.

### 3.4.2 Alternativ 2 - Ny vattentäkt

När det gäller anläggande av ny vattentäkt fanns det två alternativ på brunnsutförande. Området är svårt ur ett geologiskt perspektiv. Det är omöjligt att på förhand veta vilken typ av brunn som kommer ha högst funktion. Med de befintliga brunnarnas kapacitet som underlag bedömdes att en filterbrunn var det lämpligaste alternativet (2).

#### 3.4.2.1 Investeringskostnad vattentäkt och pumputrustning

Kostnad för utförande av brunn samt utrustning för pumpning har jag fått av Patrik Fernbrant på HP Borrningar Klippan AB, se tabell 5.

Tabell 5. Förteckning över materialkostnader.

Material	Kostnad	Antal	Totalkostnad
Borrad filterbrunn 30m	67 000:-	1	67 000:-
Dränkbar pump, Qmax 250 l/min	25 000:-	1	25 000:-
Brunnsöverbyggnad samt markslang	15 000:-	1	<u>15 000:-</u>
			107 000:-

Investeringskostnaden exklusive installationsarbete uppgår således till 107 000:- exklusive moms. Årskostnaden för det kommunala vattnet uppgår enligt tidigare uträkningar till 140 080:-. Denna summa kan med en ny vattentäkt helt sparas in. Det visar också att kostnaden för en ny vattentäkt är insparad på mindre än 1 år.



## 4. Diskussion

Enbart på de enkla ekonomiska beräkningar jag gjort står det klart att en ny vattentäkt är det främsta alternativet. För att korrekt dimensionera och projektera ett reningsverk av det här slaget behövs betydligt större och djupare underlag än vad jag haft tillgång till under detta arbete. För att nämna några parametrar som noggrannare måste undersökas kan vattenflödet, bakteriehalten och fabriken rörsystem nämnas.

Skall ett reningsverk anläggas måste rörsystemen i fabriken separeras så att rätt vatten kommer till rätt punkt. Även detta en avsevärd investering.

Den höga halten av fekala bakterier i vattnet var något som förvånade mig. Vattnet har i fabriken process ingen kontakt med något som kan orsaka bakteriehalten. Det kan således spåras tillbaka till rödbetornas odling. Det är inte alls säkert att den bakteriehalten förekommer året runt eftersom fabriken är väldigt säsongsvarierad. När jag tog mina vattenprover var fabriken mitt uppe i rödbetssäsongen och beredde rödbetor för fullt. Vattnet ser förmodligen helt annorlunda ut när fabriken gör hallonsylt eller jordgubbssaft. För att få ett väl fungerande reningsverk under hela året måste därför vattnet undersökas under en hel säsong. Det fanns det inte utrymme för i detta arbete.

För att göra mer exakta beräkningar över vattenbesparingen måste vattenförbrukningen i fabriken loggas mer noggrant. Hur mycket vatten fabriken tar in vet vi, frågan är var vattnet tar vägen. Hur mycket vatten används för tvättning? Hur mycket går till kokning av rödbetor? Hur mycket hamnar i produkten? Används det bara kommunalt vatten i produkten eller används även det egna? Hur mycket går det direkt på det kommunala nätet och hur mycket går till det egna reningsverket?

Det är inte bara investeringskostnaden som talar emot ett reningsverk. Underhåll och driftkostnader är högre och mer komplicerade för ett reningsverk. Reningsverket har flera pumpar och doseringsmaskiner som måste vara funktionella. Vid pH justeringen och den kemiska flockningen skall kemikalier handhas och kontrolleras. Säkerhetsfaktorn är dessutom sämre. Är det så att vattnet har stora variationer vad gäller kvalitet under ett år är det inte omöjligt att vattnet inte alltid uppnår rätt kvalitet. Skulle något otillåtet ämne nå slutprodukten skulle det innebära katastrof för företaget.

Vad gäller utformningen av reningsverket är det inte omöjligt att försedimenteringen kan skippas. Detta eftersom det kommer föregås av en stor utjämningsbassäng. Det kommer givetvis att ske en sedimentering i denna och det är således inte säkert att det finns något material kvar att sedimentera när vattnet kommer till försedimenteringen.

Man kan även tänka sig att ändra utformningen på den kemiska fällningen. Istället för att ha två bassänger i serie efter varandra skulle de kunna placeras parallellt och köras intermittent. Då skulle samma effekt uppnås men installationskostnaden skulle stiga ytterligare.

Eftersom reningsbehovet blev så lite utslaget över hela dygnet ( $3,4\text{m}^3/\text{h}$ ) kan man undersöka förutsättningarna att rena med någon typ av SBR metod. SBR står för Satsvis Biologisk Rening. Det innebär att man tar in en viss mängd vatten i en reaktionsbehållare. Där får vattnet sedan genomgå samma steg som i reningen beskriven i detta arbete, skillnaden är att allt utförs i samma behållare i olika steg. När vattnet är färdigt pumpas det ut och nytt vatten pumpas in. Ett sådant system borde vara billigare att installera. Man kommer dock inte ifrån osäkerhetsfaktorerna.

Om fabriken hade haft ett större behov av kyla än vad de för tillfället har tror jag att man hade kunnat hitta en väldigt bra lösning för avloppsvattnet. Då hade det med största sannolikhet räckt med sedimentering för att bli av med partiklarna, sedan hade vattnet kunnat köras direkt ut på kylanläggningen. Nu är kylbehovet så lite att det knappast lönar sig med en sådan investering.

Att använda vattnet som kylmedia är annars väldigt intressant, ännu intressantare är att använda det till värme. Med dagens värmepumpar kan man utvinna mycket energi ur vatten som håller en temperatur mellan 5 – 10°C. Jag vet inte hur fabriken värmer sina lokaler men det kan vara något värt att titta på. Det kanske finns möjlighet att sälja vattnet för energiutvinning till grannen? Genom att tjäna pengar på vattnet har man på sätt och vis minskat kostnaderna för detsamma.

När det gäller alternativet med ny vattentäkt är det ganska klart att installationskostnaden inte är i närheten av vad ett reningsverk kostar. Det är dessutom betydligt enklare i drift och underhåll. Det osäkra med en vattentäkt är som nämnt tidigare tillgången på vatten. Skulle en eventuell brunn ha begränsad tillrinning är ändå kostnaderna så små i jämförelse att det finns utrymme för att göra två vattentäkter.

Den största osäkerheten förutom tillrinningen torde vara vattnets kvalitet. Det är mycket ovanligt att grundvattnet innehåller för människan skadliga bakterier. Det är däremot inte alls ovanligt att vattnet kan innehålla förhöjda halter av järn och mangan eller ha avvikande pH eller hårdhet. De nuvarande brunnarna har inte dessa problem men det är inget som skall uteslutas.

Jag anser att det står helt klart att en ny vattentäkt kommer minska kostnaderna för Björnekullas vattenförbrukning avsevärt.

## **5. Erkännanden**

Genom dessa rader vill jag rikta ett stort tack till alla de som hjälpt mig i processen med detta arbete. Det stöd jag fått från HP Borrningar i Klippan AB och dess anställda värdesätter jag högt. Jag vill speciellt tacka Tony Jernström, Göran Persson, Mikael Johansson och Patrik Fernbrant. Vidare vill jag även rikta ett tack till Björnekulla fruktindustrier som låtit mig göra mitt examensarbete på deras fabrik. Där är det speciellt Fredrik Kjellberg och Jan-Erik Lindberg som varit behjälpliga. Tack även till mina lärare på Kristianstad högskola och min handledare Peter Dahlblom.

## 6. Referenser:

1. Åstorps kommun. TAXA för Åstorps kommuns allmänna vatten- och avloppsanläggningar (Elektronisk) (2008-10-27) Tillgänglig: <http://www.astorp.se/download/18.875dee12accc72fbc80001842/VA-taxa+fr+090101.pdf> (2010-11-05)
2. Fernbrant, Patrik. Ingenjör HP Borrningar Klippan AB. (Personlig kontakt) 2010-12-02
3. Hydrogeologiska kartan. SGU Ser nr 15, 3B Höganäs NO / 3C Helsingborg NV. Uppförd: Gustafsson, Ove 1986 – 1989
4. Jordbruksverket. Vad är EHEC och VTEC?. (Elektronisk) (2010) Tillgänglig: <http://www.sjv.se/amnesomraden/djur/omdjurenblirsjuka/smittsammadjursjukdomar/hecvtec.4.2399437f11fd570e67580001326.html> (2010-11-10)
5. Livsmedelverkets föreskrifter om dricksvatten (SLVFS 2001:30)
6. Alcontrol laboratories. Dricksvatten för enskild förbrukning. (Elektronisk) (2009) Tillgänglig: [http://www.alcontrol.se/LinkedFiles/Brunnar2009\\_09.pdf](http://www.alcontrol.se/LinkedFiles/Brunnar2009_09.pdf) (2010-11-10)
7. Johansson, Mikael. Ingenjör HP Borrningar klippan AB. (Personlig kontakt) 2010-12-06
8. Naturvårdsverket. Klintwall, Lars. Alkalinitet och försurningspåverkan hos grundvatten. (Elektronisk) (2010) Tillgänglig: <http://www.naturvardsverket.se/sv/Tillstandet-i-miljon/Bedomningsgrunder-for-miljokvalitet/Grundvatten/Alkalinitet-och-forsurningspaverkan/> 2010-10-30
9. Bydén, Stefan, Larsson, Anne-Marie & Olsson, Mikael. Mäta Vatten, Undersökningar av sött och salt vatten. Göteborgs universitet, 2003
10. Svenskt Vatten, Publikation U2. Avloppsteknik 2, reningsprocessen. Stockholm 2007
11. Svenskt Vatten, publikation P72. Dricksvattenteknik, ytvatten. Stockholm 2007
12. Kjellberg, Fredrik. Fabrikschef Björnekulla Fruktindustrier AB. (Personlig kontakt)
13. Stockholm Vatten. Henriksdals Reningsverk (Elektronisk) (2004) tillgänglig: [http://www.stockholmvatten.se/commondata/infomaterial/Avlopp/Henriksdals\\_reningsverk\\_04.pdf](http://www.stockholmvatten.se/commondata/infomaterial/Avlopp/Henriksdals_reningsverk_04.pdf)
14. Kävlinge kommun. Information om biobassänger (Elektronisk) (2011-01-05) tillgänglig: <http://www.kavlinge.se/toppmeny/byggabo/vattenochavlopp/studiebesok/biobassanger.4.1222c56f108e2cd70de800061.html>
15. Båstad kommun, Tekniska förvaltningen. Miljörapport 2009, Torekovs reningsverk (Elektronisk) (2009) Tillgänglig: <http://www.nsva.se/Global/Dokument/Milj%C3%B6rapporter/Milj%C3%B6rapport%202009%20Torekov.pdf?epslanguage=sv>



# Analysrapport



HP Borringar i Klippan AB  
Idrottsvägen 19  
264 31 Klippan

Rapport utfärdad av  
ackrediterat laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



Journalnr	V026924-10	Sida 1 (2)
Kundnr	8470334-1739849	
Provtyp	Industrivatten	
	Provtagningsdatum	2010-10-06
	Provet ankom	2010-10-06
	Analysrapport klar	2010-10-19
Provets märkning	Utgående industrivatten 1	

Analysnamn	Resultat	Enhet	Måto.	Ref/instr.	Ort
Antal koliforma bakterier 35°C	>2420000	/100ml		Colilert	J
Antal E.coli	93000	/100ml		Colilert	J
Turbiditet	500	FNU	± 20 %	SS-EN 27027 utg 1	LE
Lukt styrka vid 20°C	Svag			SLV 900101	LE
Lukt art	Jordliknande			SLV 900101	LE
Färgtal, matt vid 405nm	240	mg Pt/l	± 20 %	SS EN ISO 7887:3 mod	LE
Kemisk syreförbrukn, COD-Mn	160	mg/l	± 20 %	F.d. SS028118-1mod	LE
pH	7.6		± 5 %	SS 028122-2.Titro.	LE
Alkalinitet	210	mg HCO3/l	± 10 %	SS-EN ISO 9963-2	LE
Konduktivitet	120	mS/m	± 10 %	SS EN 27888	LE
Hårdhet total	12	dH		Ber. värde (Ca + Mg)	LE
Ammonium-nitrogen	<0.01	mg/l	± 15 %	SS-EN 11732:2005/Kone	LE
Nitrat-nitrogen	<0.1	mg/l	± 20 %	SS028133-2/Kone	LE
Nitrit-nitrogen	<0.002	mg/l	± 15 %	SS-EN 26777/Kone	LE
Fosfatfosfor	<0.005	mg/l	± 30 %	SS EN ISO 6878:2005/Kone	LE
Klorid	170	mg/l	± 15 %	StMeth 4500 -Cl/Kone	LE
Fluorid	0.85	mg/l	± 10 %	StMeth 4500-F/Kone	LE
Sulfat	73	mg/l	± 15 %	StMeth 4500-SO4/Kone	LE
Arsenik As (filtrerat)	0.0017	mg/l	± 15 %	ICP-MS	LE
Kalcium Ca (filtrerat)	70	mg/l	± 15 %	ICP-AES	LE
Kadmium Cd (filtrerat)	<0.00002	mg/l	± 25 %	ICP-MS	LE
Kobolt Co (filtrerat)	0.0014	mg/l	± 10 %	ICP-MS	LE
Krom Cr (filtrerat)	0.0021	mg/l	± 10 %	ICP-MS	LE
Koppar Cu (filtrerat)	0.00081	mg/l	± 25 %	ICP-MS	LE
Järn Fe (filtrerat)	2.7	mg/l	± 10 %	ICP-AES	LE
Kalium K (filtrerat)	27	mg/l	± 10 %	ICP-AES	LE
Magnesium Mg (filtrerat)	11	mg/l	± 15 %	ICP-AES	LE
Mangan Mn (filtrerat)	0.29	mg/l	± 15 %	ICP-AES	LE
Natrium Na (filtrerat)	160	mg/l	± 15 %	ICP-AES	LE
Nickel Ni (filtrerat)	0.0036	mg/l	± 15 %	ICP-MS	LE
Bly Pb (filtrerat)	0.00042	mg/l	± 10 %	ICP-MS	LE
Vanadin V (filtrerat)	0.0020	mg/l	± 20 %	ICP-MS	LE
Zink Zn (filtrerat)	0.0018	mg/l	± 35 %	ICP-MS	LE

Metallerna är filtrerade enligt SS028150-2.  
Förklaring till förkortningar och \*, se omstående sida.

Eurofins Environment Sweden AB, Box 737, 531 17, Lidköping, Sweden Tel: + 46 (0)10 490 8100, Web: [www.eurofins.se](http://www.eurofins.se)

# Analysrapport



Rapport utfärdad av  
ackrediterat laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



Journalnr	V026924-10
Kundnr	8470334-1739849
Provtyp	Industrivatten

Sida 2 (2)

Ulla Eriksson. Rapportansvarig kemist

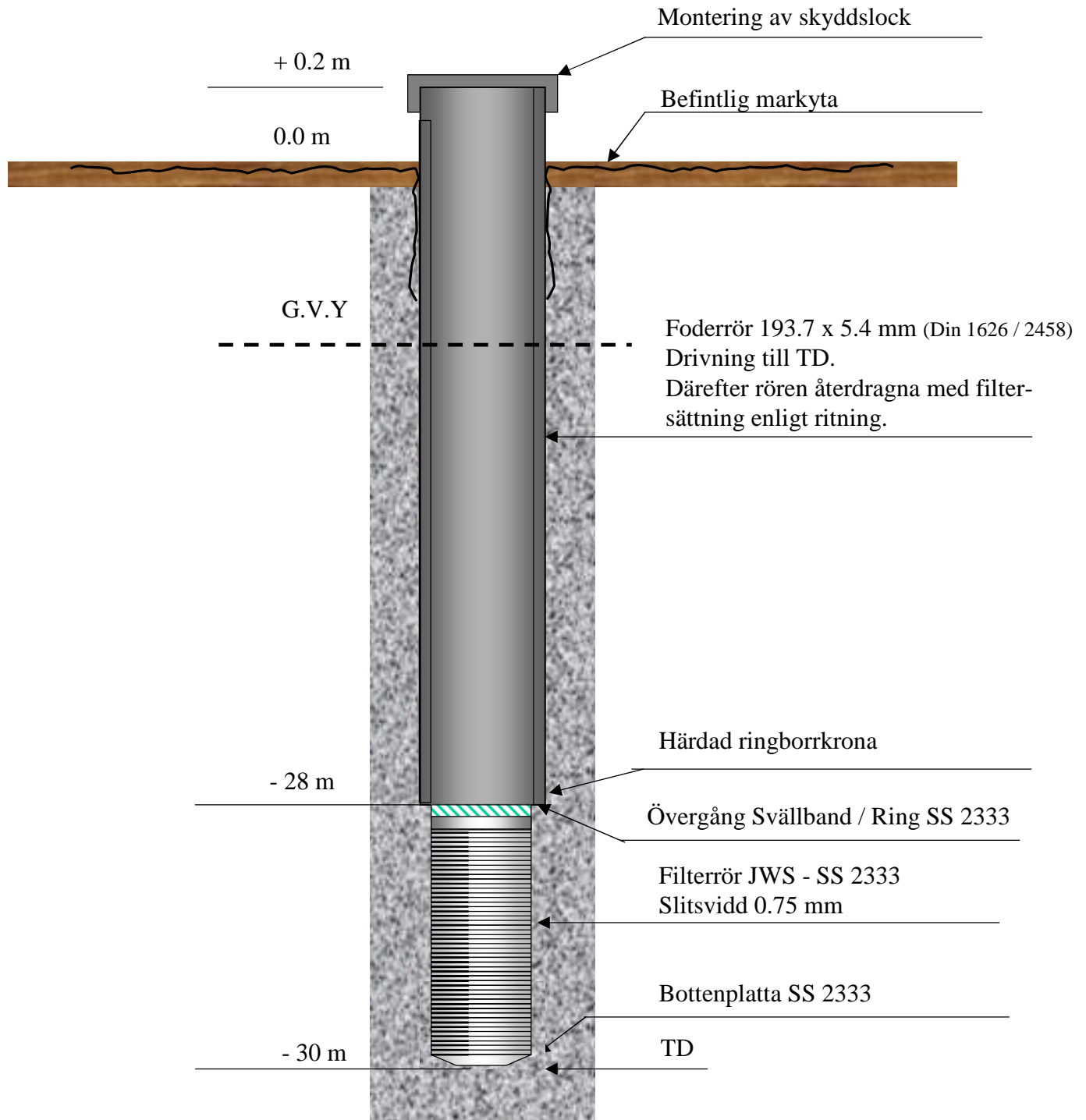
må-to 010-4908188 (allm.frågor kundsupport 010-4908170)

*Denna rapport är en osignerad rapportkopia*

Metallerne är filtrerade enligt SS028150-2.  
Förklaring till förkortningar och \*, se omstående sida.

Eurofins Environment Sweden AB, Box 737, 531 17, Lidköping, Sweden Tel: + 46 (0)10 490 8100, Web: [www.eurofins.se](http://www.eurofins.se)

## Bilaga 2



### Anmärkningar:

- 1) Borrmätod: DTHS / Tubex - 193.7 x 182.9 mm
- 2) Hammarborrningen utföres med högr. kompressor utrustad med efterkylare samt filtersystem för optimal luftkvalitet - sk. "tekniskt oljefri luft". Inga tillsatsmedel användes under borrning.

BRUNNSRITNING FÖR:

### Formationsfilterbrunn

Förlorat filter



Datum: 2010-12-16

Uppförd: John Olsson

Kontroll: Patrik Fernbrant  
 HP Borrningar

#### Beskr: Filterbrunn typ "förlorat filter"

- (1) Foderrörsdrivning dim 193.7 mm TD
- (2) Filtersättning samt uppdragning av foderrör.
- (3) Rensblåsning, Jetblåsning av filterlängd.
- (4) Kapacitetstest mha blåsning



# Analysrapport

Björnekulla Frukthindustrier AB  
Anna Kerstin Hansson  
Tvärgatan 1  
265 31 Åstorp

Rapport utfärdad av  
ackrediterat laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



Journalnr	VK005379-10	Sida 1 (1)	
Kundnr	80758-1712335		
Provtyp	Industrivatten		
Provpunkt	Björnekulla Fukt		
Provtagare/referens	A-K Hansson	Provtagningsdatum	2010-08-18
		Provet ankom	2010-08-19
		Analysrapport klar	2010-09-16
Provets märkning	Avloppsvatten		

Analysnamn	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	Ort
Biokemisk syreförbrukning, BOD7	580	mg/l	± 30 %	SS-EN 1899-1,2 ann B	LE
Kemisk syreförbrukning, kromat	1000	mg/l	± 10 %	Spectroquant	LE
Fosfor total	6.8	mg/l	± 10 %	SS EN ISO6878:2005/TRAACS	LE
Kväve total (Kjeldahl + dew)	22	mg/l	± 5;20% 6	SS028101	LFA
pH	4.9		± 5 %	SS 028122-2.Titro.	LE

Paola Nilson, Kemist, 010-490 8148

Allmänna frågor: Kundsupport miljö 010-490 8110

*Denna rapport är elektroniskt signerad*

Kopia till:

Va-Verket  
Gåsebäcksvägen 4  
Helsingborg

Förklaring till förkortningar och \*, se omstående sida.

Eurofins Food & Agro Sweden AB, Box 887, 531 18, Lidköping, Sweden Tel: + 46 (0)10 490 8300, Web: www.eurofins.se

# Analysrapport

Björnekulla Fruktindustrier AB  
Anna Kerstin Hansson  
Tvärgatan 1  
265 31 Åstorp

Rapport utfärdad av  
ackrediterat laboratorium

Report issued by  
Accredited Laboratory



Journalnr	VK007010-10	Sida 1 (1)	
Kundnr	80758-1723292		
Provtyp	Industrivatten		
Provtagare/referens	A-K Hansson	Provtagningsdatum	2010-09-08
		Provet ankom	2010-09-09
		Analysrapport klar	2010-09-17
Provets märkning	Avloppsvatten		

Analysnamn	Resultat	Enhet	Mäto.	Metod/ref	Ort
Biokemisk syreförbrukning, BOD7	1300	mg/l	± 30 %	SS-EN 1899-1,2 ann B	LE
Kemisk syreförbrukning, kromat	4000	mg/l	± 10 %	Spectroquant	LE
Fosfor total	15	mg/l	± 10 %	SS EN ISO6878:2005/TRAACS	LE
Kväve total (Kjeldahl + dew)	57	mg/l	± 5;20% 6	SS028101	LFA
pH	5.0		± 5 %	SS 028122-2.Titro.	LE

Paola Nilson, Kemist, 010-490 8148

Allmänna frågor: Kundsupport miljö 010-490 8110

*Denna rapport är elektroniskt signerad*

Kopia till:

Va-Verket  
Gåsebacksvägen 4  
Helsingborg

Förklaring till förkortningar och \*, se omstående sida.

Eurofins Food & Agro Sweden AB, Box 887, 531 18, Lidköping, Sweden Tel: + 46 (0)10 490 8300, Web: www.eurofins.se