

## PM

UPPDRAG MKB Tippen UL	UPPDRAGSLEDARE Axel Andersson	DATUM 2020-01-16
UPPDRAGSNUMMER 13000737	UPPRÄTTAD AV Maria Nordgren	KVALITETSGRANSKAD AV Claes Thureson Johanna Rennerfelt

### Stickprovtagning av per- och polyflourerande akrylsubstanser (PFAS) och polybromerade difenyletrar (PBDE) i dagvatten och grundvatten vid Högdalens industriområde

#### 1. Bakgrund och syfte

Dagvatten och grundvatten inom verksamhetsområde Tippen i Högdalens industriområde har under hösten 2019 provtagits för analys av PFAS och PBDE. Provtagningen har utförts genom att ta stickprov i fyra provtagningspunkter för dagvatten och fyra provtagningspunkter för grundvatten.

Syftet med provtagningen har varit att undersöka förekomst av PFAS och PBDE i dag- och grundvatten. Deponier och avfallsanläggningar har identifierats som potentiella spridningskällor för PFAS (NVV, 2016) och det är därför relevant att undersöka om dessa ämnen kan återfinnas i dag- och grundvatten kring Högdalstippen som innefattar både gamla deponier och nuvarande verksamhet relaterad till avfallshantering.

Icke- försämringskrav gäller samtliga ytvattenrecipienter då god status ej uppnås avseende PFOS, som är en kongen av PFAS, samt för PBDE. Icke försämringskravet gäller också alltid för allt grundvatten. Det saknas generella riktvärden för PFAS i dagvattenutsläpp, men det finns ett antal riktvärden för PFAS och PFOS, dels för MKN för grundvatten och ytvatten, som är relevanta för jämförelse.

PFAS, högfluorerade ämnen, är en ämnesgrupp varav många är toxiska, hälso- och miljöfarliga och flera av dem bioackumuleras. Ämnena förekommer inte naturligt utan är framställda av människan. PFAS har påträffats i dricksvatten på flera platser i Sverige (NVV, 2019). Ämnena som ingår i PFAS är persistenta, vilket innebär att de är mycket långlivade i miljön och kan fortsätta förorena kringliggande grundvatten, vattendrag, sediment samt jordlager över lång tid efter att användandet upphört.

## 2. Gräns- och riktvärden

### 2.1 PFAS

Det finns inga generella riktvärden för PFAS i dagvatten. Det finns dock ett antal olika bedömningsgrunder för PFAS som olika myndigheter har tagit frams. Nedan listas de värden som utgjort jämförelsevärden i denna analys (Kemikalieinspektionen, 2020). Det ska noteras att riktvärden för MKN i en recipient inte är direkt jämförbara med dagvattenutsläpp då dessa späds ut då de når en recipient. På grund av denna spädning kan halterna i dagvattenutsläpp generellt tillåtas vara högre än målhalten för MKN i en recipient.

- MKN PFAS-11 i grundvatten samt åtgärdsgräns för dricksvatten: 90 ng/l

Livsmedelsverket har satt åtgärdsgränsen för dricksvatten, vilket innebär att dricksvattenproducenten bör vidta åtgärder för att sänka halten till så låga nivåer som är praktiskt möjligt om denna gräns överskrids. Om halten överskrider 900 ng/l avråds konsumenter från att dricka vattnet. 90 ng/l är MKN för grundvatten. Om riktvärdet överskrids för en grundvattenförekomst så klassificeras dess status som otillfredsställande. Utfärdande myndigheter och lagstiftning kring MKN är: Vattenmyndigheterna, Grundvattendirektivet SGU-FS 2013:2, Sveriges Geologiska Undersöknings föreskrifter om miljö kvalitetsnormer och statusklassificering för grundvatten samt 5 kap 2 § 4 miljöbalken.

I Havs- och vattenmyndighetens Föreskrifter (HVMFS) om klassificering om miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten 2013:19 används också 90 ng/l som grund för MKN för inlandsytvatten som är dricksvattenförekomst samt kustvatten och vatten i övergångszon som är dricksvattenförekomst.

- Preliminärt riktvärde för PFOS i grundvatten: 45 ng/l

Statens geotekniska institut har utfärdat detta preliminära värde med avsikten att ange en föroreningshalt i grundvatten som inte ger oacceptabla hälsoeffekter eller oacceptabla negativa effekter på miljön.

- Grund för MKN PFOS i inlandsytvatten: årsmedelvärde 0,65 ng/l, maxvärde 36 µg/l

Gränsvärdena är specificerade i Havs- och vattenmyndighetens Föreskrifter (HVMFS) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten 2013:19 och utgör grund för miljö kvalitetsnorm (MKN). Det innebär att de ska användas endast om värde för fisk saknas. Om MKN överskrids måste vattenmyndigheten ta fram ett åtgärdsprogram för att nå MKN.

### 2.2 PBDE

I Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) anges gränsvärdet för PBDE som maximal tillåten koncentration i inlandsytvatten till 140 ng/l. Värdet avser summan av kongener av pentabromdifenyler med nummer 28, 47, 99, 100, 153 och 154. Gränsvärdena för PBDE överskrids i alla Sveriges undersökta ytvattenförekomster; sjöar, vattendrag och kustvatten. Utsläpp av PBDE har under lång tid skett i både Sverige och utomlands vilket lett till långväga luftburen spridning och storskalig atmosfärisk deposition av dessa ämnen (VISS, 2020).

2 (18)

PM  
2020-01-09

### 3. Metod

Metod för provtagning har varit stickprovtagning. Dagvatten har provtagits vid fyra tillfällen i brunnar identifierade för att fånga upp så stora delar av verksamhetsområdets ytor som möjligt. I samma brunnar har prov tagits på basflöde vid ett tillfälle. Basflöde är det som förekommer i dagvattenledningar då det inte regnar, och består av inträngande grundvatten. Grundvatten har provtagits fyra gånger i fyra stycken grundvattenrör.

Grundvatten analyserades för 6 stycken PDBE-ämnen (polybromerade difenyletrar) medan av dagvatten och basflöden analyserades för 8 PDBE-ämnen. Avseende PFAS analyserades samtliga prov för PFAS-11.

Stickprovtagning ger momentanvärden och för dagvatten anses ofta inte vara en tillförlitlig provtagningsmetodik eftersom föroreningshalter i dagvattnet ofta varierar mycket. Syftet med provtagningen är däremot att identifiera förhöjda halter vilket också bedömts kunna göras med hjälp av stickprov. Halter av PFAS ämnen i dagvatten är också generellt mer konstanta över tid jämfört med andra ämnen som förekommer i dagvatten, t.ex. metaller och PAH. Orsaken är dels att PFAS är mer vattenlösligt jämfört med dessa ämnen vilket gör att vattenhalten inte i hög grad styrs av tidsvariabla parametrar som suspenderat material och DOC. En annan orsak är ofta att urlakningen från källtermer (jord) erfarenhetsmässigt är konstant över tid. Vidare sker ingen nedbrytning av de perflourerade PFAS ämnena dagvattensystemet vilket innebär att haltvariation pga. nedbrytning inte uppstår.

På grund av den begränsade haltvariationen över tid är det ofta en mycket bra strategi att mäta PFAS med stickprovtagning i flera punkter inom ett vattensystem för att fastställa haltnivåer och vart påslag sker. Detta brukar vara ett bra underlag för att vid behov och vid ett senare tillfälle mäta PFAS kontinuerligt över tid, antingen med passiva provtagare eller med flödesprovtagning. Denna strategi används exempelvis vid PFAS utredningar vid flygplatser över hela Sverige.

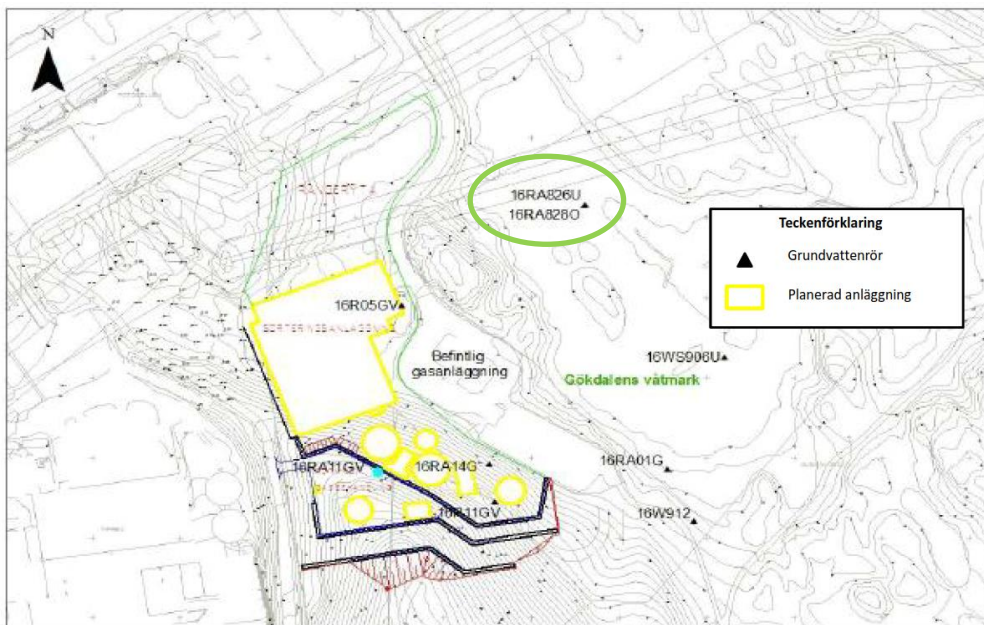
Data från provrapporterna har bearbetats genom att summan för PFAS-11 har beräknats för dagvatten (för grundvatten är denna redan beräknad i provrapporterna) och summan av de 6 analyserade PBDE-ämnena har beräknats för dagvatten och grundvatten (för dagvatten har ytterligare två ämnen analyserats men dessa ingår inte i summan). I de fall inga av de ingående ämnen rapporterats i provet, har ingen summa beräknats. I de fall minst en parameter har rapporterats har en summa beräknats, och för de parametrar som inte har rapporterats har en halt på halva rapporteringsgränsen antagits.

Utöver summan har medelvärdet av uppmätt halt för respektive ämne under provtagningsstillfällena beräknats för dag- och grundvattenprover. I de fall då ett ämne påvisades vid minst 1 tillfälle under provtagningsperioden och i övriga tillfällen under rapporteringsgräns, antogs halten vara halva rapporteringsgränsen vid de övriga tillfallen. Vissa prover har innehållit störningar som gör det svårt att analysera provet för vissa parametrar. Av den anledningen har vissa parametrar förhöjda rapporteringsgränser. De förhöjda rapporteringsgränserna har också halverats vid summering och beräkning av medelvärde. Denna metod kan leda till att beräknade värden är något överskattade.





Figur 2. Grundvattenrör för provtagning är **16RA14G** och **16W912** som är inringade med grönt.



Figur 3. Grundvattenrör för provtagning synliga i bilden ovan är **16RA826U** och **16RA828O** som är inringade med grönt.

## 4. Resultat från provtagning

### 4.1 Dagvatten

Sammanställda analysresultat från provtagningen redovisas i Tabell 1 - 4 nedan. Resultatet redovisar lägsta uppmätta värden i enskilt stickprov (min), högsta uppmätta halten i enskilt stickprov (max) samt medelvärde av de fyra stickproverna (medel).

#### 4.1.1 Brunn 1. Stockholm Exergi

I brunn 1 har i jämförelse med övriga provtagningspunkter avvikande få ämnen påvisats. I denna brunn släpps även renat rökavattenkondensat från verksamheten ut vilket kan ha spätt ut dagvattnet under provtagningarna. Data över utsläpp av rökavattenkondensat har analyserats och det är svårt att knyta en specifik mängd som släppts ut vid det exakta provtagningstillfället. Däremot har utsläpp förekommit sporadiskt kring provtagningstillfällena. Det kan också konstateras att det troligen finns en inblandning av rökavattenkondensat vid samtliga provtagningstillfällen då provernas temperaturer legat mellan cirka 17 och 31 grader Celsius vilket är långt över temperaturen på proverna från övriga brunnar som legat kring 4 grader Celsius. Det provtagningstillfälle med störst nederbörd har också gett de maximala halterna vilket också tyder på att proverna är utspädda med rökavattenkondensat. Vid detta provtagningstillfälle var provets temperatur 17 grader Celsius. Brunn 1 bedöms av denna anledning inte vara en representativ provtagningspunkt, och resultat från denna bör inte utgöra underlag för beslut.

Av de för dagvatten 8 analyserade PBDE-ämnen påvisades ett av dessa, kongen (variant) 209, vid 3 av 4 provtagningstillfällen. Kongen 209 ingår dock inte i summan som avses i gränsvärdet för MKN för PBDE.

Vad gäller PFAS detekterades 5 av 11 ingående parametrarna i PFAS-11 vid 1 av 4 provtagningstillfällen. Medelvärdet av PFAS-11 underskrider 90 ng/l, som både utgör åtgärdsgräns för dricksvatten och MKN för grundvatten.

PFOS påvisades inte (<3 ng/l) i något prov (preliminärt riktvärde för PFOS i grundvatten som är 45 ng/l och MKN i inlandsytvatten som är 0,65 ng/l).

6 (18)

PM  
2020-01-09

Tabell 1. Uppmätta min- och maxhalter i enskilda prov samt beräknade medelhalter i dagvattnet i Brunn 1.

Dagvatten Brunn 1				
Ämne	Enhet	DV min	DV medel	DV max
<b>PDBe (polybromerade difenyletrar)</b>				
DekaBDE #209*	ng/l	<1	3,4	5,2
2,2',4,4',5,5'-HxBDE #153	ng/l	<1	<1	<1
2,2',4,4',5,6'-HxBDE #154	ng/l	<1	<1	<1
2,2',4,4',6-PnBDE #100	ng/l	<1	<1	<1
2,2',4,4',5-PnBDE #99	ng/l	<1	<1	<1
2,2',4,4'-TeBDE #47	ng/l	<1	<1	<1
2,4,4'-TrBDE #28	ng/l	<1	<1	<1
2,2',3,4,4',5,6-HpBDE #183*	ng/l	<1	<1	<1
<b>Summa PBDE (6)</b>	<b>ng/l</b>	<b>-**</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>PFAS (högfluorerade ämnen)</b>				
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<3	<3	<3
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	ng/l	<3	<3	<3
PFOS, total	ng/l	<3	<3	<3
Perfluorpentansyra (PFPeA)	ng/l	<5	<5	8,7
Perfluorhexansyra (PFHxA)	ng/l	<3	3,55	9,7
Perfluorheptansyra (PFHpA)	ng/l	<3	<3	3,7
Perfluoroktansyra (PFOA)	ng/l	<3	3,4	9,1
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS)	ng/l	<3	<3	<3
Perfluorbutansyra (PFBA)	ng/l	<5	<5	9,1
Perfluorononansyra (PFNA)	ng/l	<5	<5	<5
Perfluordekansyra (PFDA)	ng/l	<5	<5	<5
<b>Summa PFAS-11</b>	<b>ng/l</b>	<b>-</b>	<b>28.2</b>	<b>51</b>

\*ingår ej i summa PBDE (6), \*\*- innebär att värdet är under rapporteringsgräns

#### 4.1.2 Brunn 2. Suez norra

Av de 8 analyserade PBDE-ämnena påvisades upp till 4 av dessa under provtagningsperioden, varav (antal ämnen som påvisades varierade mellan olika provtagningstillfällen). Kongen 153 har en förhöjd rapporteringsgräns pga smutsat prov och därför ligger medelvärdet över normal rapporteringsgräns utifrån använd beräkningsmetodik trots att kongenen inte påvisats (maxvärdet utgörs av den förhöjda rapporteringsgränsen, vilken halverats vid beräkningar). Högst halter har kongen 209 som inte ingår i den summan som avses i gränsvärdet för MKN. Varken medel- eller maxvärde överskrider gränsvärde för god kemisk ytvattenstatus på 140 ng/l.

Vad gäller PFAS påvisades upp till 8 av de 11 ingående parametrarna i PFAS-11 (antal ämnen som påvisades varierade mellan olika provtagningstillfällen). Min-, medel- och maxvärde överskrider 90 ng/l. Medelvärdet av PFAS-11 har beräknats till 170 ng/l.

Medelvärdet för PFOS har beräknats till 92 ng/l vilket överskrider preliminärt riktvärde för PFOS i grundvatten som är 45 ng/l och MKN i inlandsytvatten som är 0,65 ng/l.

Tabell 2. Uppmätta min- och maxhalter i enskilda prov samt beräknade medelhalter i Brunn 2.

Dagvatten Brunn 2				
Ämne	Enhet	DV min	DV medel	DV max
<b>PDBE (polybromerade difenyletrar)</b>				
DekaBDE #209*	ng/l	4.7	23	46
2,2',4,4',5,5'-HxBDE #153	ng/l	<1	<1	<6
2,2',4,4',5,6'-HxBDE #154	ng/l	<1	<1	<1
2,2',4,4',6-PnBDE #100	ng/l	<1	<1	<1
2,2',4,4',5-PnBDE #99	ng/l	<1	2.1	4.6
2,2',4,4'-TeBDE #47	ng/l	<1	1.3	2.8
2,4,4'-TrBDE #28	ng/l	<1	<1	<1
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE #183*	ng/l	<1	<1	1.7
<b>Summa PBDE (6)</b>	<b>ng/l</b>	<b>-**</b>	<b>6</b>	<b>11.9</b>
<b>PFAS (höglfluorerade ämnen)</b>				
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<3	<3	3.3
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	ng/l	5.8	18	35
PFOS, total	ng/l	65	92	99
Perfluorpentansyra (PFPeA)	ng/l	7.3	8.7	9.5
Perfluorhexansyra (PFHxA)	ng/l	8	9.9	15
Perfluorheptansyra (PFHpA)	ng/l	<3	<3	4.7
Perfluoroktansyra (PFOA)	ng/l	4.9	6	7.6
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS)	ng/l	5.5	23	67
Perfluorbutansyra (PFBA)	ng/l	<5	<5	<5
Perfluorononansyra (PFNA)	ng/l	<5	<5	<5
Perfluordekansyra (PFDA)	ng/l	<5	<5	<5
<b>Summa PFAS-11</b>	<b>ng/l</b>	<b>107</b>	<b>169</b>	<b>249</b>

\*ingår ej i summa PBDE (6), \*\*- innebär att värdet är under rapporteringsgräns

8 (18)

PM  
2020-01-09

#### 4.1.3 Brunn 3. Suez södra

Upp till 3 av de 8 analyserade PBDE-ämnena påvisades vid provtagningarna (antal ämnena som påvisades varierade mellan olika provtagningstillfällen). Högst halter har kongen 209 som inte ingår i den summan som avses i gränsvärdet för MKN. Varken medel- eller maxvärde överskrider gränsvärde för god kemisk ytvattenstatus på 140 ng/l.

Vad gäller PFAS påvisades upp till 9 av de 11 ingående parametrarna i PFAS-11 (antal ämnena som påvisades varierade mellan olika provtagningstillfällen). Medel- och maxvärde överskrider 90 ng/l medan minvärdet är under 90 ng/l. Medelvärde av PFAS-11 har beräknats till 218 ng/l.

Medelvärde för PFOS har beräknats till 93 ng/l vilket överskrider preliminärt riktvärde för PFOS i grundvatten som är 45 ng/l och grund för MKN i inlandsytvatten som är 0,65 ng/l.

Tabell 3. Uppmätta min- och maxhalter i enskilda prov samt beräknade medelhalter i dagvattnet i Brunn 3.

Dagvatten Brunn 3				
Ämne	Enhet	DV min	DV medel	DV max
<b>PBDE (polybromerade difenyletrar)</b>				
DekaBDE #209*	ng/l	9,6	34	52
2,2',4,4',5,5'-HxBDE #153	ng/l	<1	<1	<1
2,2',4,4',5,6'-HxBDE #154	ng/l	<1	<1	<1
2,2',4,4',6-PnBDE #100	ng/l	<1	<1	<1
2,2',4,4',5-PnBDE #99	ng/l	1,1	2,0	2,7
2,2',4,4'-TeBDE #47	ng/l	<1	1,4	2
2,4,4'-TrBDE #28	ng/l	<1	<1	<1
2,2',3,4,4',5',6'-HpBDE #183*	ng/l	<1	<1	<1
<b>Summa PBDE (6)</b>	<b>ng/l</b>	<b>-**</b>	<b>5.4</b>	<b>6.7</b>
<b>PFAS (höglfluorerade ämnen)</b>				
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<5	<5	6,7
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	ng/l	<3	7,2	22
PFOS, total	ng/l	20	93	270
Perfluorpentansyra (PFPeA)	ng/l	<5	11	21
Perfluorhexansyra (PFHxA)	ng/l	9,6	24	31
Perfluorheptansyra (PFHpA)	ng/l	<3	3,7	7,3
Perfluoroktansyra (PFOA)	ng/l	7,2	8,5	13
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS)	ng/l	9,4	48	40
Perfluorbutansyra (PFBA)	ng/l	<5	14,2	<30
Perfluoronansyra (PFNA)	ng/l	<5	<5	<5
Perfluordekansyra (PFDA)	ng/l	<5	<5	<5
<b>Summa PFAS-11</b>	<b>ng/l</b>	<b>62</b>	<b>218</b>	<b>431</b>

\*ingår ej i summa PBDE (6), \*\*- innebär att värdet är under rapporteringsgräns

#### 4.1.4 Brunn 4. Selaövägen

Av de för dagvatten 8 analyserade PBDE-ämnen påvisades ett av dessa, kongen 209, vid 3 av 4 provtagningstillfällen. Kongen 209 ingår dock inte i summan som jämförs mot MKN för PBDE. Ingen av de i gränsvärdet ingående kongenerna har påvisats.

Vad gäller PFAS detekterades upp till 7 av de 11 ingående parametrarna i PFAS-11 (antal ämnen som påvisades varierade mellan olika provtagningstillfällen). Min-, medel- och maxvärde överskrider 90 ng/l. Medelvärde av PFAS-11 har beräknats till 161 ng/l.

Medelvärde för PFOS har beräknats till 4,9 ng/l vilket underskrider preliminärt riktvärde för PFOS i grundvatten på 45 ng/l men inte MKN i inlandsytvatten som är 0,65 ng/l.

Tabell 4. Uppmätta min- och maxhalter i enskilda prov samt beräknade medelhalter i dagvattnet i Brunn 4.

Dagvatten Brunn 4				
Ämne	Enhet	DV min	DV medel	DV max
<b>PDBE (polybromerade difenyletrar)</b>				
DekaBDE #209*	ng/l	<1	1,8	3
2,2',4,4',5,5'-HxBDE #153	ng/l	<1	<1	<1
2,2',4,4',5,6'-HxBDE #154	ng/l	<1	<1	<1
2,2',4,4',6-PnBDE #100	ng/l	<1	<1	<1
2,2',4,4',5-PnBDE #99	ng/l	<1	<1	<1
2,2',4,4'-TeBDE #47	ng/l	<1	<1	<1
2,4,4'-TrBDE #28	ng/l	<1	<1	<1
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE #183*	ng/l	<1	<1	<1
<b>Summa PBDE (6)</b>	<b>ng/l</b>	<b>-**</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>PFAS (höglfluorerade ämnen)</b>				
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<3	<3	<3
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	ng/l	3	3,6	3,9
PFOS, total	ng/l	3,2	4,9	8,8
Perfluorpentansyra (PFPeA)	ng/l	36	42	48
Perfluorhexansyra (PFHxA)	ng/l	45	52	56
Perfluorheptansyra (PFHpA)	ng/l	10	11,5	12
Perfluoroktansyra (PFOA)	ng/l	21	23	25
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS)	ng/l	<3	<3	<3
Perfluorbutansyra (PFBA)	ng/l	14	16	17
Perfluorononansyra (PFNA)	ng/l	<5	<5	<5
Perfluordekansyra (PFDA)	ng/l	<5	<5	<5
<b>Summa PFAS-11</b>	<b>ng/l</b>	<b>140</b>	<b>161</b>	<b>179</b>

\*ingår ej i summa PBDE (6), \*\*- innebär att värdet är under rapporteringsgräns

10 (18)

PM  
2020-01-09

## 4.2 Basflöde

Analysresultat från provtagningen redovisas i Tabell 5. PBDE-ämnen påvisades bara i basflödesprovet från Brunn 4 och endast 1 av 8 ämnen (även här kongen 209 som inte ingår i summan som avses i gränsvärdet för god kemisk ytvattenstatus).

För Brunn 1 och Brunn 3 är summan av PFAS-11 lägre i basflödesprovet än vad medelvärdet av dagvattenproverna är. För Brunn 2 och Brunn 4 är summan PFAS-11 högre i basflödesprovet än i medelvärdet av dagvattenproverna.

För Brunn 1 är halten PFAS-11 under 90 ng/l (inga ingående parametrar påvisades), i övriga brunnar är halten över 90 ng/l, se Tabell 5.

I Brunn 1 påvisades ingen PFOS. Preliminärt riktvärde för PFOS i grundvatten på 45 ng/l och grund för MKN i inlandsytvatten 0,65 ng/l överskrider i Brunn 2 där uppmätt halt är 68 ng/l. I Brunn 3 och Brunn 4 ligger uppmätt värde under dessa gränsvärden.

Tabell 5. Uppmätta halter i Brunn 1 – 4 vid stickprovtagning (ett provtagningstillfälle) på basflöde.

Ämne	Enhet	Brunn 1	Brunn 2	Brunn 3	Brunn 4
<b>PDBE (polybromerade difenyletrar)</b>					
DekaBDE #209*	ng/l	<1	<1	<1	2,5
2,2',4,4',5,5'-HxBDE #153	ng/l	<1	<1	<1	<1
2,2',4,4',5,6'-HxBDE #154	ng/l	<1	<1	<1	<1
2,2',4,4',6-PnBDE #100	ng/l	<1	<1	<1	<1
2,2',4,4',5-PnBDE #99	ng/l	<1	<1	<1	<1
2,2',4,4'-TeBDE #47	ng/l	<1	<1	<1	<1
2,4,4'-TrBDE #28	ng/l	<1	<1	<1	<1
2,2',3,4,4',5',6-HpBDE #183*	ng/l	<1	<1	<1	<1
<b>Summa PBDE (6)</b>	<b>ng/l</b>	<b>-**</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>PFAS (högluorerade ämnen)</b>					
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	<3	<20	<10	<3
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	ng/l	<3	8,6	<4	3,8
PFOS, total	ng/l	<3	68	33	3,9
Perfluorpentansyra (PFPeA)	ng/l	<5	<20	<10	47
Perfluorhexansyra (PFHxA)	ng/l	<3	31	<20	59
Perfluorheptansyra (PFHpA)	ng/l	<3	7,4	5,9	12
Perfluoroktansyra (PFOA)	ng/l	<3	14	16	26
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS)	ng/l	<3	26	29	<3
Perfluorbutansyra (PFBA)	ng/l	<5	<30	<50	17
Perfluorononansyra (PFNA)	ng/l	<5	<5	<5	<5
Perfluordekansyra (PFDA)	ng/l	<5	<5	5,6	<5
<b>Summa PFAS-11</b>	<b>ng/l</b>	<b>-</b>	<b>195</b>	<b>139</b>	<b>177</b>

\*ingår ej i summa PBDE (6), \*\*- innebär att värdet är under rapporteringsgräns

### 4.3 Grundvatten

Sammanställda analysresultat från provtagningen redovisas i Tabell 6 - 9 nedan. Resultatet redovisas som lägsta uppmätta värden i enskilt stickprov (min), högsta uppmätta halten i enskilt stickprov (max) samt medelvärde av de fyra stickproverna (medel).

Ingen av de undersökta PDBE-ämnena påvisades i något av grundvattenrören.

PFOS påvisades i samtliga prover men uppmätta maxvärden underskrider i samtliga fall preliminärt riktvärde för PFOS i grundvatten på 45 ng/l (maximalt uppmätt halt 9,4 ng/l i rör 16W912G).

Summan PFAS-11 underskrider i samtliga prov gränsvärdet för god kemiskt ytvattenstatus och dricksvattenåtgärd på 90 ng/l.

Halter av PFAS är högre i det övre magasinet än det undre magasinet.

Tabell 6. Uppmätta min- och maxhalter i enskilda prov samt beräknade medelhalter i grundvattenrör 16W912G.

16W912G				
Ämne	Enhet	GV min	GV medel	GV max
<b>PDBE (polybromerade difenyletrar)</b>				
2,2',4,4',5,5'-HxBDE #153	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,2',4,4',5,6'-HxBDE #154	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,2',4,4',5-PnBDE #99	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,2',4,4',6-PnBDE #100	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,2',4,4'-TeBDE #47	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,4,4'-TrBDE #28	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
<b>Summa PBDE (6)</b>	<b>ng/l</b>	-	-	-
<b>PFAS (högfluorerade ämnen)</b>				
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	2,2	2,6	2,6
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	ng/l	7,6	8,2	8,5
PFOS, total	ng/l	11	9,4	9,4
Perfluorpentansyra (PFPeA)	ng/l	10	19	21
Perfluorhexansyra (PFHxA)	ng/l	7,9	9,3	8,9
Perfluorheptansyra (PFHpA)	ng/l	4,3	5,6	6,6
PFOA, total	ng/l	11	14	17
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS)	ng/l	<0,3	0,15	<0,3
Perfluorbutansyra (PFBA)	ng/l	3,6	4,5	6,7
Perfluoronansyra (PFNA)	ng/l	<0,6	0,3	<0,6
Perfluordekansyra (PFDA)	ng/l	<0,6	0,3	<0,6
<b>Summa 11 PFAS</b>	<b>ng/l</b>	<b>58</b>	<b>73</b>	<b>81</b>

12 (18)

PM  
2020-01-09

Tabell 7. Uppmätta min- och maxhalter i enskilda prov samt beräknade medelhalter i grundvattenrör 16RA14G.

16RA14G				
Ämne	Enhet	GV min	GV medel	GV max
<b>PDBE (polybromerade difenyletrar)</b>				
2,2',4,4',5,5'-HxBDE #153	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,2',4,4',5,6'-HxBDE #154	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,2',4,4',5-PnBDE #99	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,2',4,4',6-PnBDE #100	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,2',4,4'-TeBDE #47	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,4,4'-TrBDE #28	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
<b>Summa PBDE (6)</b>	<b>ng/l</b>	-	-	-
<b>PFAS (högfluorerade ämnen)</b>				
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	0,5	0,48	<0,6
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	ng/l	0,39	0,38	0,66
PFOS, total	ng/l	4,8	5,6	6,4
Perfluorpentansyra (PFPeA)	ng/l	12	13	14
Perfluorhexansyra (PFHxA)	ng/l	5,3	7,7	14
Perfluorheptansyra (PFHpA)	ng/l	1,6	1,7	1,7
PFOA, total	ng/l	6,9	7,2	6
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS)	ng/l	<0,3	0,15	<0,3
Perfluorbutansyra (PFBA)	ng/l	2,9	2,2	<3
Perfluoronansyra (PFNA)	ng/l	<0,6	0,3	<0,6
Perfluordekansyra (PFDA)	ng/l	<0,6	0,3	<0,6
<b>Summa 11 PFAS</b>	<b>ng/l</b>	<b>34</b>	<b>38</b>	<b>43</b>

Tabell 8. Uppmätta min- och maxhalter i enskilda prov samt beräknade medelhalter i grundvattenrör 16RA826U.

16RA826U				
Ämne	Enhet	GV min	GV medel	GV max
<b>PDBe (polybromerade difenyletrar)</b>				
2,2',4,4',5,5'-HxBDE #153	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,2',4,4',5,6'-HxBDE #154	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,2',4,4',5-PnBDE #99	ng/l	<0,3	<0,3	<1
2,2',4,4',6-PnBDE #100	ng/l	<0,3	<0,3	<1
2,2',4,4'-TeBDE #47	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,4,4'-TrBDE #28	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
<b>Summa PBDE (6)</b>	<b>ng/l</b>	-	-	-
<b>PFAS (högfluorerade ämnen)</b>				
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	0,79	1,0	0,96
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	ng/l	0,73	0,75	0,68
PFOS, total	ng/l	0,7	1,2	1,2
Perfluorpentansyra (PFPeA)	ng/l	11	8,3	9,2
Perfluorhexansyra (PFHxA)	ng/l	2,4	3,3	4
Perfluorheptansyra (PFHpA)	ng/l	1,1	1,5	1,6
PFOA, total	ng/l	1,9	3,6	4
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS)	ng/l	<0,3	0,47	<0,3
Perfluorbutansyra (PFBA)	ng/l	3,2	4,0	4,6
Perfluornonansyra (PFNA)	ng/l	<0,6	0,3	<0,6
Perfluordekansyra (PFDA)	ng/l	<0,6	0,3	<0,6
<b>Summa 11 PFAS</b>	<b>ng/l</b>	<b>22</b>	<b>24</b>	<b>26</b>

14 (18)

PM  
2020-01-09

Tabell 9. Uppmätta min- och maxhalter i enskilda prov samt beräknade medelhalter i grundvattenrör 16RA828O.

16RA828O				
Ämne	Enhet	GV min	GV medel	GV max
<b>PDBE (polybromerade difenyletrar)</b>				
2,2',4,4',5,5'-HxBDE #153	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,2',4,4',5,6'-HxBDE #154	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,2',4,4',5-PnBDE #99	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,2',4,4',6-PnBDE #100	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,2',4,4'-TeBDE #47	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
2,4,4'-TrBDE #28	ng/l	<0,3	<0,3	<0,3
<b>PFAS (höglfluorerade ämnen)</b>				
Perfluorbutansulfonat (PFBS)	ng/l	2,4	3,0	3,3
Perfluorhexansulfonat (PFHxS)	ng/l	1,8	2,9	3,2
PFOS, total	ng/l	1,9	3,5	4,5
Perfluorpentansyra (PFPeA)	ng/l	15	24	26
Perfluorhexansyra (PFHxA)	ng/l	5,5	10,0	13
Perfluorheptansyra (PFHpA)	ng/l	2,7	4,7	6,5
PFOA, total	ng/l	4,2	6,8	9,5
Fluortelomersulfo. (6:2 FTS)	ng/l	<0,3	0,15	<0,3
Perfluorbutansyra (PFBA)	ng/l	6,5	11,4	12
Perfluornonansyra (PFNA)	ng/l	<0,6	0,3	<0,6
Perfluordekansyra (PFDA)	ng/l	<0,6	0,3	<0,6
<b>Summa 11 PFAS</b>	<b>ng/l</b>	<b>40</b>	<b>66</b>	<b>78</b>

#### 4.4 Belastningsberäkning

Årlig belastning av PDBE och PFAS har överslagsmässigt beräknats från avrinningsområdena till respektive provtagningspunkt (brunn 2, 3 och 4, brunn 1 har strukits då denna ej bedöms vara representativ) genom att multiplicera medelhalterna i Brunn 2, Brunn 3 och Brunn 4 med årsavrinning till respektive provtagningspunkt.

Årsmedelflöde (beräknat) till respektive provtagningspunkt redovisas nedan. Avrinningsområdet till respektive brunn har använts som indata vid beräkningen. Årsmedelflödet har beräknats för befintlig verksamhet utifrån gällande illustrationsplan.

##### Årsmedelflöden

Brunn 2: befintligt årsmedelflöde = 13 000 m<sup>3</sup>/år, efter genomförande av planen: 19 000 m<sup>3</sup>/år

Brunn 3: befintligt årsmedelflöde = 14 000 m<sup>3</sup>/år, efter genomförande av planen: 12 000 m<sup>3</sup>/år

Brunn 4: befintligt årsmedelflöde = 13 100 m<sup>3</sup>/år, efter genomförande av planen: 15 100 m<sup>3</sup>/år

Från Brunn 2 och 3 avleds dagvattnet vidare Magelungen.

Från brunn 4 avleds dagvattnet vidare till Mälaren och Himmerfjärden (halva året till respektive recipient). Beräknat årsmedelflöde i brunn 4 för befintlig verksamhet (ÅVC Trädgård) och Gasnätet Stockholms avrinning inkluderats och summa är 13 100 m<sup>3</sup>/år (Gasnätet Stockholm står för 3100 m<sup>3</sup>/år).

Tabell 10. Beräknad årlig belastning av PFAS och PBDE från avrinningsområdena till brunn 2-4.

	Brunn	2	3	4
Uppmätta halter	PFAS-11 halt (ng/l)	159	218	161
	PBDE halt (ng/l)	6	5.4	-
Befintlig situation	Årsavrinning (m <sup>3</sup> /år)	13000	14000	13100
	PFAS-11 belastning (g/år)	2.1	3.1	2.1
	PBDE Belastning (mg/år)	78	75.6	-

## 5. Slutsatser och diskussion

Eftersom PFAS-ämnena är antropogena är påvisade halter ett tecken på att provet är påverkat. PFAS har hittats i samtliga provtagningspunkter för dagvatten vilket innebär att det finns en påverkan från verksamheterna inom planområdet, däremot är halterna relativt låga jämfört med vad som påträffats i andra provtagningar, exempelvis har Johannelundstoppen halter av PFAS-11 över 400 ng/l (LST, 2017).

Grundvatten:

- PBDE har inte påvisats i något av grundvattenproverna.
- PFAS har påvisats i grundvattnet vilket innebär att det är påverkat. Eftersom proverna är tagna nedströms deponin är det troligt att det är källan. Halterna av PFAS-11 i de undersökta grundvattenrören underskrider dock MKN för grundvatten på 90 ng/l.

Dagvatten:

- PDDE har påvisats i samtliga provtagningspunkter för dagvatten. I brunn 1 och brunn 4 däremot enbart kongen 209 som inte ingår i den summa som avses i gränsvärdet för god kemisk ytvattenstatus. I brunn 2 och brunn 3 har flera kongener påträffats varav flera ingår i summan som avses i gränsvärdet. Halterna är därmed påverkade, men ligger dock långt under gränsvärdet.
- En tydlig påverkan kan noteras i uppmätta halter av PFAS då dessa ligger långt över gränsvärden för MKN. Gränsvärden för MKN är dock inte direkt jämförbart med accepterade halter i dagvattenutsläpp då dessa naturligt späds ut i recipienten och dessa halter ofta är högre.
- Om basflödeshalterna konsekvent varit mycket högre än dagvattenhalterna hade det kunnat vara en indikation på att verksamheterna har en mindre påverkan. Så är dock inte fallet och det är troligt att verksamheterna har en påverkan.

Bedömning kring huruvida åtgärder behövs för rening av PFAS i dagvatten behöver göras i ett större perspektiv där man tittar på belastning från flera punktkällor, tillsammans med nytta och rimlighet att sätta in åtgärder på specifika platser. För att utvärdera hur verksamheterna påverkar recipienten behöver belastningen undersökas i relation till total belastning till recipienten. Eventuella behov av fortsatta utredningar, bör hanteras på ett annat sätt än via detaljplaneprocessen.

Det finns krav från Vattenmyndigheterna på åtgärdsprogram för PFAS, vilket är ett verktyg för att kunna planera åtgärder på ett miljömässigt och ekonomiskt strategiskt sätt för att uppnå så stor reduktion som möjligt av skadliga ämnen till recipienten.

## 6. Referenser

Havs- och vattenmyndigheten (2019) *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2019:25) om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten*

Kemikalieinspektionen (2019) *Gränsvärden och riktvärden för PFAS*

Länsstyrelsen Stockholm (2017) *Detaljplan för kvarteret Tippen m.m. i stadsdelarna Högdalen och Fagersjö, Stockholms stad. Dnr: 2015-19270*

Naturvårdsverket (2016) *Högfluoreradeämnen (PFAS) och bekämpningsmedel. Rapport 6709.*

---

18 (18)

PM  
2020-01-09