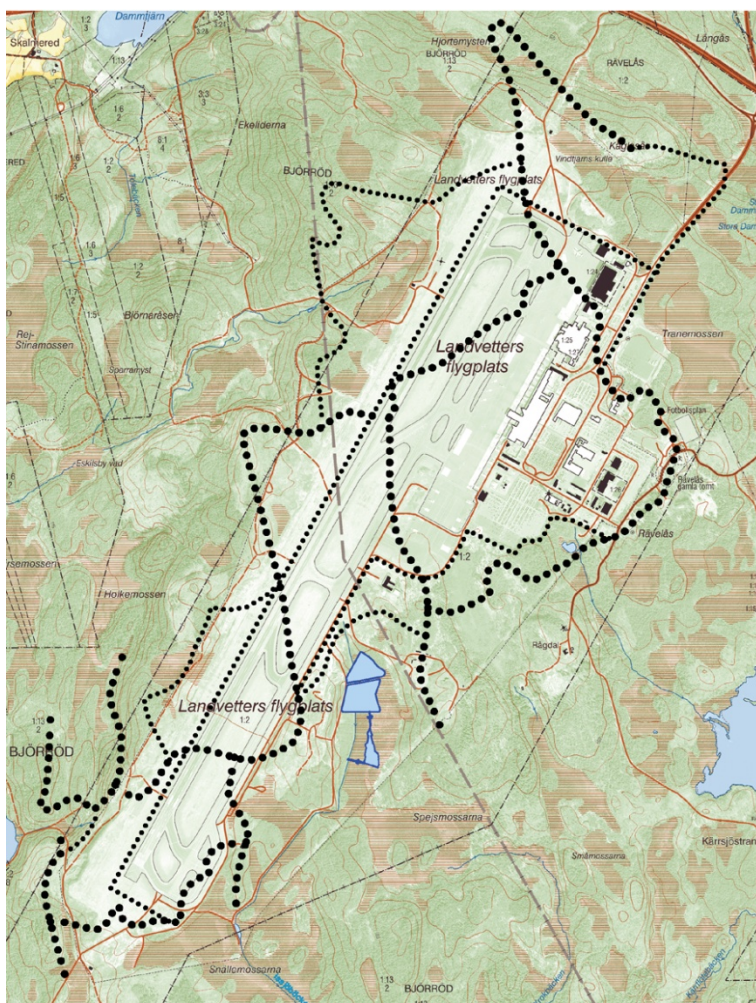




Swedavia, Göteborg - Landvetter Airport

Vattenutredning

avseende förhållanden i vattenresurser
samt miljöpåverkan

Kalmar den 13 februari 2012

VATTEN OCH SAMHÄLLSTEKNIK AB



SAMMANFATTNING	1
1. INLEDNING	3
2. GÖTEBORG – LANDVETTER AIRPORT	3
3. HYDROLOGI	4
3.1 Avrinningsförhållanden	4
3.2 Vattenmängder	6
4. GRUNDTVATTEN	13
5. VERKSAMHETER MED VATTENPÅVERKAN	24
6. RENINGSANLÄGGNINGAR	26
7. RESULTAT FRÅN PROVTAGNINGAR	29
7.1 Provtagning vid flygplatsen	31
7.1.1 Kontrollpunkter	31
7.1.2 Resultat	33
7.1.3 Sammanfattande analys	50
7.2 Recipientkontroll	52
7.2.1 Kontrollpunkter	52
7.2.2 Resultat	54
7.2.3 Sammanfattande analys	74
7.3 Spillvatten	75
7.3.1 Kontrollpunkter	75
7.3.2 Resultat	76
7.3.3 Beräknad framtida spillvattenbelastning	79
7.3.4 Sammanfattande analys	80
8. MASSBALANSER	81
9. SAMMANFATTANDE KOMMENTARER	91

SAMMANFATTNING

Denna utredning belyser förhållandena för yt-, grund- och spillvatten vid Göteborg-Landvetter Airport. Störst fokus läggs på dagens förhållanden, men beräkningar och bedömningar görs även för en prognostiserad ökning av flygtrafiken fram till år 2038 i enlighet med Swedavias ansökan om nytt tillstånd enligt miljöbalken.

Yt- och grundvattenförhållanden

Flygplatsen är belägen på en vattendelare med avrinning radiellt åt olika väderstreck. Genom anläggandet av flygplatsens dränerings- och dagvattensystem har denna naturliga avrinning förändrats så att Issjöbäcken, som avrinner i sydlig riktning, blir huvudrecipient. Issjöbäcken avrinner vidare via Lilla Issjön till Västra Ingsjön för vidare avrinning mot havet i Kungsbackafjorden.

Vid anläggandet av flygplatsen skapades ett antal sprängstensmagasin som används för infiltration av dagvatten, främst i flygplatsens centrala delar men till viss del även i norra änden av start- och landningsbanan. Under ett normalår avleds ca 1 640 000 m³ vatten till Issjöbäcken och ca 470 000 m³ norr- och västerut från flygplatsen. Beroende på nederbörden varierar flödena stort mellan torrår och våtår.

Verksamheter med vattenpåverkan, reningsanläggningar

Störst vattenpåverkan har under de senaste åren skett vinterid i samband med halkbekämpning av start- och landningsbanan samt avisning av flygplan. Vid halkbekämpning används formiat och vid avisning monopropylenglykol, två produkter som båda innehåller organiskt material och fosfor. Vid användningen frigörs även en del metaller.

I samband med nedbrytning av organiskt material förbrukas vattnets innehåll av syre. Fosfor har en gödande effekt i vattenmiljön, vilket innebär att det samtidigt även kan öka på syreförbrukningen i vattendragen när den tillväxta biomassan bryts ner. Metaller kan uppnå giftverkan i mark och vatten, varför utsläppen bör begränsas så mycket som möjligt, såväl till naturliga vattendrag som kommunalt spillvatten.

Använt halkbekämpningsmedel rinner av flygplatsen med regn- och smältvatten, medan använd avisningsvätska i så stor omfattning som möjligt samlas upp direkt på plats, dels med särskilda sugbilar vid avisningsplattan, dels genom att glykolförorenad snö hämtas med lastbil. Fram till säsongen 2009/10 avleddes insamlad glykolvätska och glykolförorenad snö till kommunens spillvattennät, men under 2010 har det byggts en indunstningsanläggning som endast avleder ca 3 % av insamlad glykol till spillvattennätet. Resten transporteras bort för återvinning till ny glykol. I slutet av 2010 togs det även i drift en ny dammanläggning för det dagvatten som rinner söderut mot Issjöbäcken. Denna behandlar dagvattnet genom luftning, sedimentering och biologisk nedbrytning.

Vattenpåverkan

- Ca 85 % av föroreningarna i flygplatsens samlade dagvatten avleds söderut mot Issjöbäcken.
- Flygplatsens dagvatten är generellt jämförbart med dagvatten från andra trafik- och industriliknande ytor. Undantaget är främst ämnena organiskt material och fosfor som båda under vintersäsongen uppvisar högre halter, periodvis mycket högre halter – främst då organiskt material. Även i recipienten uppvisar dessa ämnen halter som i jämförelse med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag är ”höga” till periodvis ”mycket höga”. Halten organiskt material är dock ”hög” även i den av flygplatsen opåverkade Sandsjöbäcken, som fungerar som referenslokal i den löpande kontrollen.
- Även kväve uppvisar ”måttligt hög” till ”hög” halt i recipienten enligt Naturvårdsverkets bedömningsvärden, trots att inga kväveprodukter används på flygplatsen. Orsakerna till dessa halter bedöms bero på fordonstrafik inom området och atmosfäriskt nedfall.
- Utförda mätningar och beräkningar tyder på att en betydande del av det organiska material, den fosfor och det kväve som tillförs flygplatsen läggs fast och/eller bryts ner inom flygplatsen - i ledningar, mark, sprängstensmagasin och diken.
- När det gäller tungmetaller uppvisar koppar, zink och i vissa fall bly ”måttligt hög” halt i omgivande vattendrag. Övriga analyserade metaller uppvisar generellt låga halter.
- Vattnet i sprängstensmagasinen har analyserats med avseende på miljöfarliga organiska ämnen (alifatiska kolväten, PAH och andra aromatiska kolväten mm). Samtliga analyser låg under detektionsnivån.
- Den ombyggda glykolhanteringen och den nyanlagda reningsanläggningen för dagvatten bedöms få stor förbättrande effekt vad det gäller utsläpp av de flesta ämnen, främst organiskt material och fosfor. Framför allt gäller detta belastningen på spillvattennätet, men även belastningen på Issjöbäcken. Om reningseffekten i dagvattendammarna blir den förväntade är det möjligt att den framtida föroreningsbelastningen på Issjöbäcken blir lägre än i nuläget.
- En grundvattenprovpunkt (G4) strax väster om landningsbanan uppvisar förhållandevis höga halterna av ett flertal ämnen, sannolikt på grund av en avslutad mindre tipp i närheten. I övrigt finns det inget som tyder på någon betydande påverkan i grundvattnet kring flygplatsen.

1. INLEDNING

Göteborg - Landvetter Airport avser att söka nytt miljötillstånd för den samlade verksamheten under 2012. Som en del i ansökans miljökonsekvensbeskrivning ingår att belysa verksamhetens påverkan på yt-, grund- och spillvatten.

Denna rapport innehåller:

- Beskrivningar av yt- och grundvattenförhållandena vid flygplatsen
- Sammanställningar och utvärderingar av insamlade analysdata för yt-, grund- och spillvatten
- Massbalanser för ett flertal av de ämnen som tillförs respektive lämnar flygplatsområdet
- Bedömningar av påverkan i omgivande vattenrecipienter och kommunalt spillvattenavlopp

Sammanställningarna, beräkningarna och bedömningarna är i huvudsak baserade på senare års mätningar och provtagningar fram till hösten 2011. Under 2010 – 2011 har ett flertal större åtgärder vidtagits i syfte att minska utsläppen och påverkan på vattensystemen, åtgärder som ännu inte följts upp och vars effekter därför endast översiktligt bedöms i rapporten. Bedömningar av föroreningspåverkan görs även för den framtida ökade flygverksamhet som anges i tillståndsansökan.

2. GÖTEBORG – LANDVETTER AIRPORT

Göteborg – Landvetter Airport är landets näst största flygplats. Flygtrafiken sker såväl in- som utrikes och antalet passagerare uppgick under 2011 till ca 4,9 miljoner passagerare. Prognoser pekar på en fördubbling av passagerantalet till 2040.

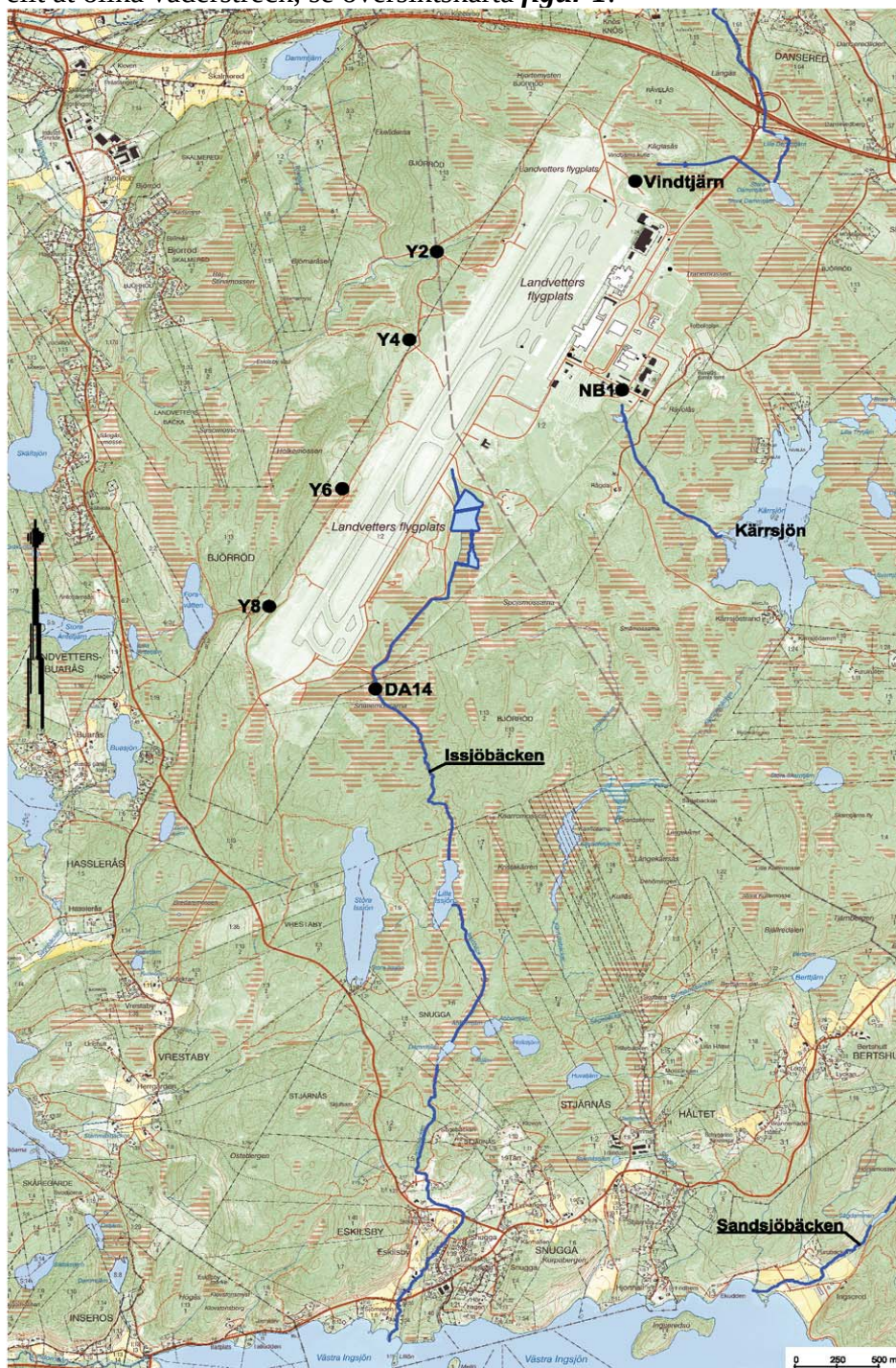
Inom flygplatsen (airside) finns en ca 3 km lång start- och landningsbana med tillhörande taxibanor samt andra områden med terminalbyggnad, ramp, hangar, drift- och servicefunktioner mm. Utanför airside (landside) finns tillfartsområden för bilar och bussar, parkeringsplatser, kontorsbyggnader, serviceområden mm. I flygplatsområdets nordöstra del sker en succesiv utveckling av kommersiella verksamheter i form av hotell- och konferensanläggningar, handel, parkeringsplatser, drivmedels- och andra serviceanläggningar. Allt spillvatten samt i stort sett allt dagvatten inom det samlade flygplatsområdet hanteras av Swedavia.

Flygplatsen är medlem i Kungsbackaåns vattenvårdsförbund och Kungsbackaåns vattenråd.

3. HYDROLOGI

3.1 Avrinningsförhållanden

Göteborg Landvetter Airport är belägen på en vattendelare med avrinning radiellt åt olika väderstreck, se översiktskarta **figur 1**.



Figur 1. Översiktskarta med provtagningspunkter i bäckar runt flygplatsen.

Genom anläggandet av flygplatsen med sina dränerings- och dagvattensystem har avrinningen förändrats så att **Issjöbäcken**, som avrinner i sydlig riktning, blir huvudrecipient. Issjöbäcken avrinner vidare via Lilla Issjön till Västra Ingsjön som i sin tur är ett biflöde till Lindomeån och därefter Kungsbackaån med mynning i havet i Kungsbackafjorden.

Öster om flygplatsen avvattnas marken naturligt mot **Kärresjön** som avrinner via Kärresjöbäcken i sydlig riktning mot Västra Ingsjön. Flygplatsens insamlingssystem för dag- och dräneringsvatten är konstruerat så att detta vatten huvudsakligen skall avledas mot Issjöbäcken, men under senare år har viss avledning av detta vatten skett österut (se punkt NB-1 på kartan i **figur 1**), varför en uppföljande kontroll av ledningssystemet pågår.

I den **västra delen** av flygplatsen finns ett antal lågstråk som avvattnas via bäckar mot sydväst och väst, punkt Y2, Y4, Y6 och Y8 i **figur 1**. Bäckarna vid Y2, Y4 och Y6 rinner så småningom vidare mot norr och tillförs Mölndalsån. Bäckarna vid Y8 avrinner däremot via sjön Forsvatten till Lindomeån och Kungsbackaån i vilken den faller ut strax nedströms Västra Ingsjön. Till dessa bäckar kan förväntas dels ett grundvattenutflöde såväl i jord som i berg, dels en viss avrinning från banområdet. Huvuddelen av bandagvattnet från den södra delen av banans västra kant samlas dock upp och leds till Issjöbäcken via en sedimenteringsdamm i flygplatsens sydöstra hörn.

I den norra delen av flygplatsens västra kant sker infiltration av en del av det uppsamlade dagvattnet till sprängstensmagasin och därigenom fortsatt avrinning mot väster via den naturliga grundvattenströmningen (se angiven vattendelare på karta i **figur 4**). Resten av det insamlade dagvattnet leds via ledningssystemet mot Issjöbäcken.

I nedanstående vattenmängdsberäkningar beaktas strömningen mot väster och norr. I syfte att skapa ett framtida underlag för bedömning av vattenmängdernas fördelning har där även vissa flödesmätningar i fält vid olika utströmningspunkter genomförts.

I **norr** avvattnas markerna naturligt via **Vindtjärn** vidare mot **Mölndalsån**, se **figur 1**. På motsvarande sätt som beskrivits för de västra delarna infiltreras en del av det uppsamlade dagvattnet från detta område och leds därför mot norr via grundvattentransporten medan resten av dagvattnet leds till Issjöbäcken. Även en parkeringsyta i flygplatsens nordöstra hörn avvattnas mot norr och Mölndalsån.

Cirka 4 km öster om flygplatsen framrinner **Sandsjöbäcken** i sydlig riktning och mynnar i den östra delen av Västra Ingsjön. Bäckarna används vid recipientundersökningar som referensvattendrag.

3.2 Vattenmängder

De vattenmängder som avrinner genom en viss sektion i ett avvattningsystem är beroende av ett stort antal faktorer. Grundläggande är naturligtvis aktuell nederbörd och dess fördelning över året samt övriga meteorologiska förhållanden. Härtill kommer markslag, vegetation, lutningar mm. För att skapa ett översiktligt underlag för den totala avrinningen från flygplatsområdet till de olika recipienterna runt flygplatsen har nedanstående beräkningar genomförts. Beräkningarna avser hela år (normala och våta år) respektive delar av året. Detta kan inte direkt jämföras med sådana dimensioneringsregler som tillämpas för konstruktion av ledningsnät och pumpstationer o dyl. I första hand ger beräkningarna dock underlag till storleken på de relationer som gäller mellan utflödet av vatten till de olika recipienterna. Vidare ger beräkningarna information om vilka totala vattenmängder som är dimensionerande för befintlig och eventuell framtida dagvattenhantering. Resultatet från de beräknade vattenmängderna presenteras i **figur 4**.

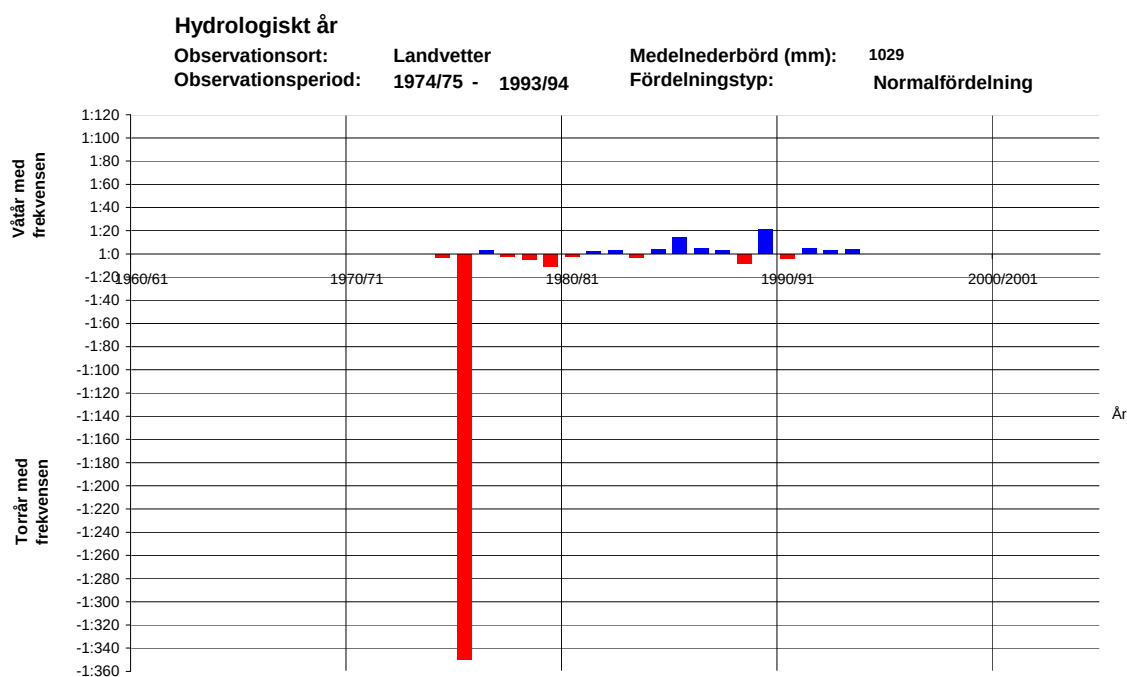
Nederbörd

Underlag i form av i fält uppmätta och dimensionerande vattenmängder i det korta respektive långa perspektivet har enbart varit tillgängligt i begränsad omfattning. I syfte att skapa ett översiktligt underlag angående vattenmängder har därför kompletterande översiktliga beräkningar utförts enligt följande.

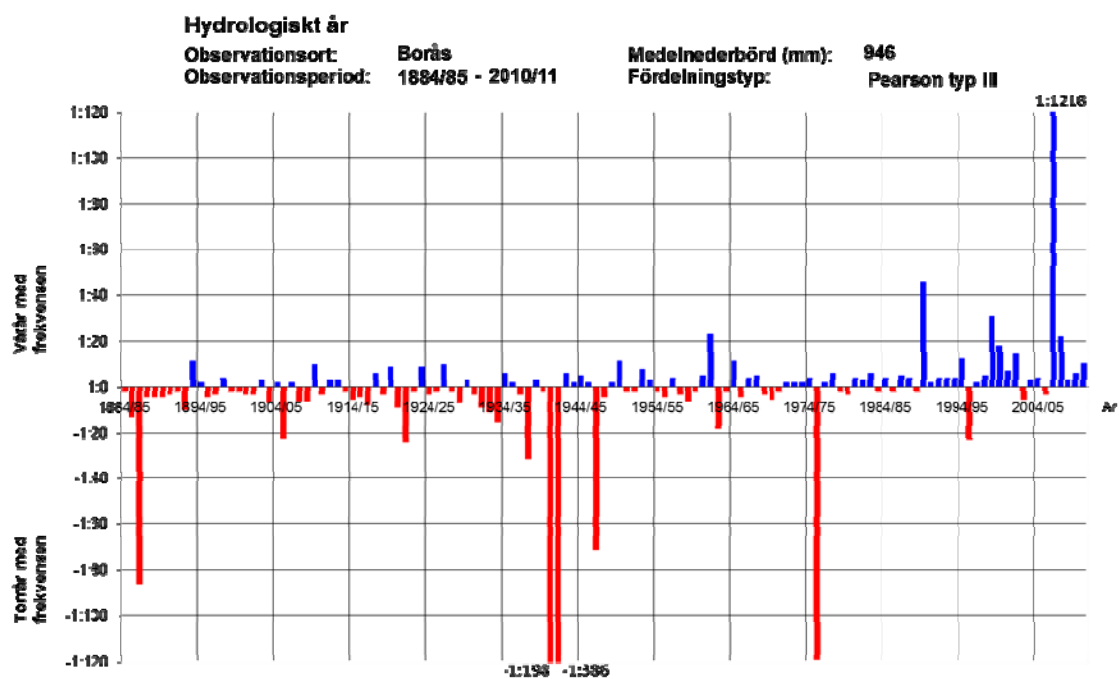
Baserat på officiella nederbördsmätningar har data bearbetats statistiskt. SMHI har (har haft) mätstationer vid Landvetter, Bollebygd och Borås med följande mätperioder:

Landvetter	1974-1995
Bollebygd	1961-2005
Borås	1884-2011

Dessa tre mätserier har bearbetats statistiskt enligt Pearssons frekvensfunktion III. Resultatet redovisas i form av sannolikheten för att en viss årsnederbörd ska överskridas respektive underskridas, uttryckt som en gång per xx antal år, se **figur 2-3**. Av diagrammen framgår betydelsen av att använda så långa mätserier som möjligt för att fånga upp extrema år på våta respektive torra sidan. Borås-stationen har därvid den klart längsta mätserien. Flertalet år (hydrologiska år) ligger relativt nära medelvärdet (korta staplar).



Figur 2. Statistisk bearbetning av nederbördsdata vid Landvetter 1974/75 1994/95



Figur 3. Statistisk bearbetning av nederbördsdata vid Borås 1884/85 – 2010/11.

I **tabell 1** redovisas medelvärde samt våtår 1:10¹ respektive våtår 1:20 och 1:100 för de olika stationerna. Av denna jämförelse framgår att nederbörden vid de olika stationerna ligger på ungefär samma nivå, d.v.s. utan alltför stora lokalklimatiska skillnader. Landvetter ligger dock något högre än Borås men då skall beaktas den väsentligt längre mätserien i Borås. I här aktuellt sammanhang bedöms därför Borås-värdena vara lämpliga att lägga till grund för övergripande beräkningar.

Tabell 1. Nederbörd under medel- och våtår vid SMHI:s stationer.

Station	Landvetter	Bollebygd	Borås
Medelår, mm	1029	956	946
Våtår 1:10, mm	1247	1151	1169
Våtår 1:20, mm	1310	1207	1248
Våtår 1:100, mm	1426	1311	1413

Avrinnande vattenmängder

Vid dimensionering av dagvattenledningssystem görs traditionella beräkningar baserat på regnintensiteter med olika återkomsttider samt bedömning av avrinningskoefficienter för olika typ av delytor (asfalt, tak, gräs o s v), beräkningar som genomfördes i samband med konstruktionen och utbyggnaden av flygplatsen. I det sammanhanget utformades flygplatsens dagvattensystem på det speciella sätt som beskrivs i **kap 3 Grundvatten**. Framförallt skapades utjämningsmagasin i de stora sprängstensfyllningar, som ändå med hänsyn till massbalans och bärighet var aktuella att utföra. Dessa s k sprängstensmagasin ger dels en utjämning av flödet, dels förutsättningar för viss kvittblivning och rening av dagvattnet. Utformningen innebar att ledningsnätet kunde ges förhållandevis klena dimensioner genom att ett stort antal infiltrationsbrunnar anordnades i vilka regnvatten "aktivt" förs ner i sprängstensfyllningarna.

De beräkningar som nu utförts baserat på aktuell statistiskt bearbetad nederbörd är översiktliga och syftar till att ge ett underlag för bedömning av vilka totala vattenmängder som avrinner från flygplatsen på årsbas (uppdelat på vinter- och sommarperiod).

Beräkningsförutsättningar

Vid beräkningen av avrinnande vattenmängder till de olika utströmningspunkterna har i detta fall, som nämnts ovan, flygplatsens uppbyggnad och dagvattensystemets konstruktion speciell betydelse. Ett 60-tal infiltrationsbrunnar anordnades på ledningsnätet varigenom en betydande del av dagvattnet kunde spridas ner till sprängstensmagasinen varifrån det efter fördröjning avsågs le-

¹ En årsnederbörd som statistiskt återkommer vart tionde år.

das vidare till recipienter, framförallt Issjöbäcken. En inventering av infiltrationsbrunnar och ledningsnät ger ingen enhetlig bild av hur stor andel av nederbörden/dagvattnet som går via ledningar respektive infiltreras, se även **kapitel 3 Grundvatten**. På årsbas har emellertid denna fördröjning mindre betydelse. Eftersom det inte finns någon entydig bräddnivå för utgående ledning från dagvattenledningarna till infiltrationsbrunnarna har emellertid i dessa beräkningar antagits att 75 % av dagvattnet leds ner via infiltrationsbrunnarna. Varje regntillfälle med sitt speciella förlopp torde dock vara avgörande för denna fördelning.

Eftersom dagvattensystemet utformades enligt principerna för Lokalt Omhändertagande av Dagvatten så torde det vara uppenbart att strävan var att huvuddelen av dagvattnet skulle ledas via sprängstensmagasinen för utjämning och rening. Detta motiverar ansatsen 0,75 respektive 0,25 enligt ovan. Vid beräkning av totala vattenmängder på års- eller månadsbas har dock denna fördelning marginell betydelse eftersom vattnet efter utjämning leds vidare till recipienten. Utformningen av dagvattensystemet var en grundläggande konstruktionslösning vid utbyggnaden av flygplatsen och motiverades av att skapa förutsättningar för utjämning och viss lokal behandling av dagvattnet, se även "Föroreningstransport via grundvattenströmning", sid 21. Vid dimensionering av ledningar, pumpar mm bör dock lokala erfarenheter av flödesvariationer i olika punkter beaktas.

En beräkning av arealen för de olika delavrinningsområdena baserat på dagvattensystemets utformning, grundvattendelare och topografi har lagts till grund för vattenmängdsberäkningarna nedan.

Beräkningen av totala årsvattenmängder respektive för vinterperioden (okt-mars) samt oktobermånaden avseende nederbörd av olika statistisk frekvens har sammanställts på karta i **figur 4** och **figur 5**.

Beräkningsförutsättningar:

Avrinningskoefficient natur- och grönmark	0,1
Avrinningskoefficient banområde inkl stråkområde	0,8
Avrinningskoefficient terminalområde inkl mindre grönytor	0,8
Avrinningskoefficient natur/våtmarksområde	0,25
Infiltrationskoefficient natur- och grönmark	0,1
Andel dagvatten som tillförs sprängstensmagasin	0,75

Det ska särskilt noteras att beräkningarna bygger på **nederbördsstatistik från Borås** eftersom denna mätserie är särskilt lång varigenom enstaka extrema år ges en mer "värderad" betydelse. Det finns dock anledning att beakta att den statistiska bearbetningen av nederbörden i Landvetter ger indikation på att det kan vara en cirka **5 % högre nederbörd i Landvetter än Borås**. I vissa sammanhang kan det därför vara anledning att höja de beräknade vattenmängderna med faktorn cirka 1,05.

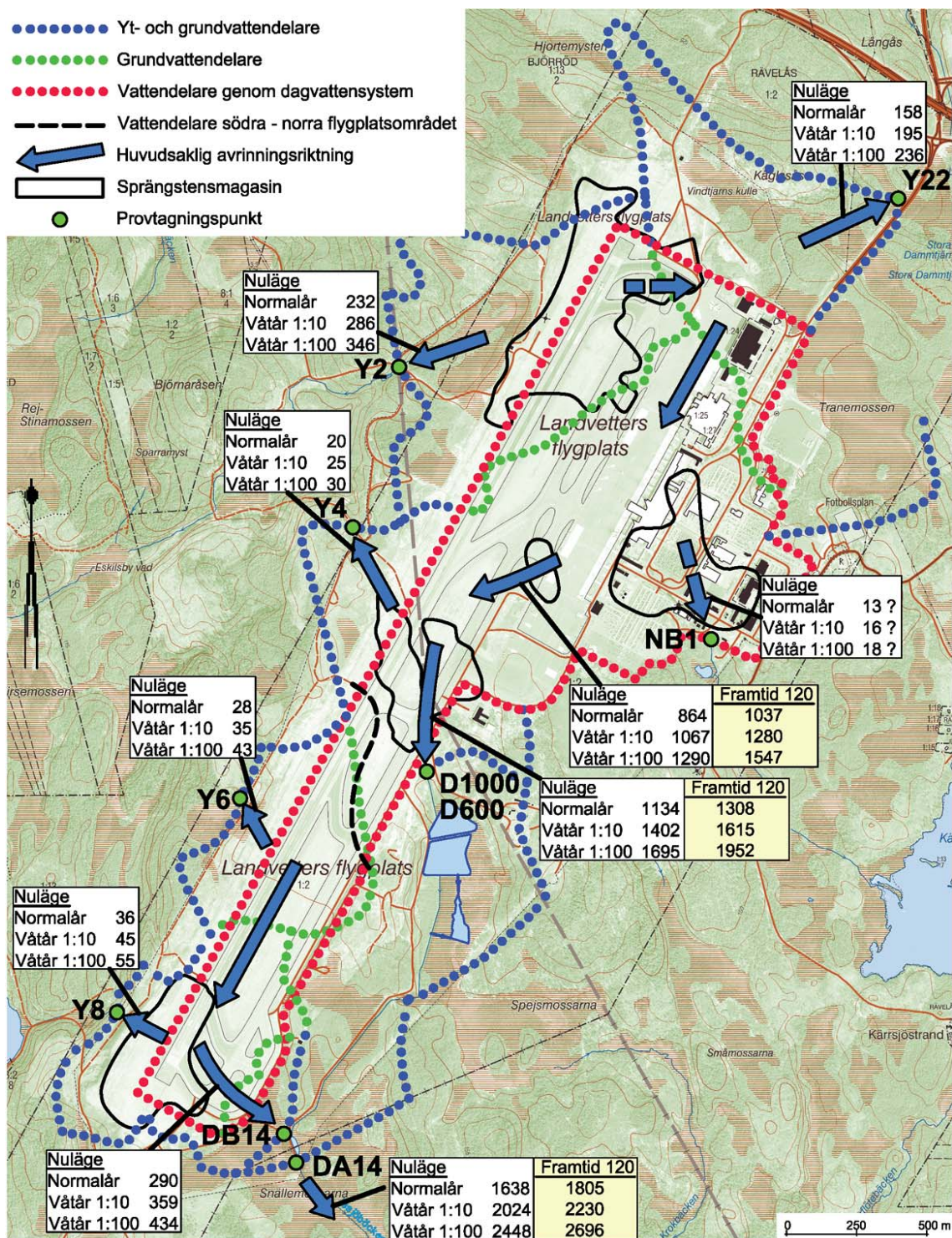
I dimensioneringssammanhang vad gäller vattenanläggningar har det i domstolssammanhang blivit praxis att dessutom beakta effekter av framtida **klimatförändringar**. I sådana fall brukar detta illustreras genom en ökningsfaktor på nederbörden med en **faktor 1,3**. Det är emellertid tveksamt om en sådan uppräkning är tillämplig när det gäller årsnederbörd. Den statistiska spridningen mellan normalår och våtår ovan är väl så viktig att beakta.

En annan effekt av klimatiförändringar kan bli en förändring av mängden kemikalier som behövs av säkerhetsskäl i form av avisning av flygplan samt halkbekämpning av bansystemet. Det kan emellertid inte avgöras i förväg vad klimatiförändringen leder till i detta avseende. Det är de lokalklimatiska förhållandena vid varje tillfälle som avgör säkerhetsarbetet och såväl temperatur som nederbörd kan förändras i olika riktningar, speciellt inom det känsliga intervallet kring nollstrecket.

Självfallet utgör beräkningar enligt ovan en teoretisk beräkning och speglar framför allt fördelningen till olika utströmningspunkter baserat på samma förutsättningar. Vid dimensionering av anläggningar är erfarenheter från lokala, verkligt uppmätta vattenmängder väl så viktiga. En avstämning av uppmätta flöden vid D-A14 tyder dock på att flödesmätaren ger orealistiskt höga flöden. I avvaktan på en noggrannare kalibrering av denna flödesmätare bör de uppmätta flödena främst användas för att spegla en variation i flödet under åren. Bedömning av transporten av föroreningar och speciellt fördelningen till olika recipienter bör dock ske baserat på angivna teoretiska vattenmängder.

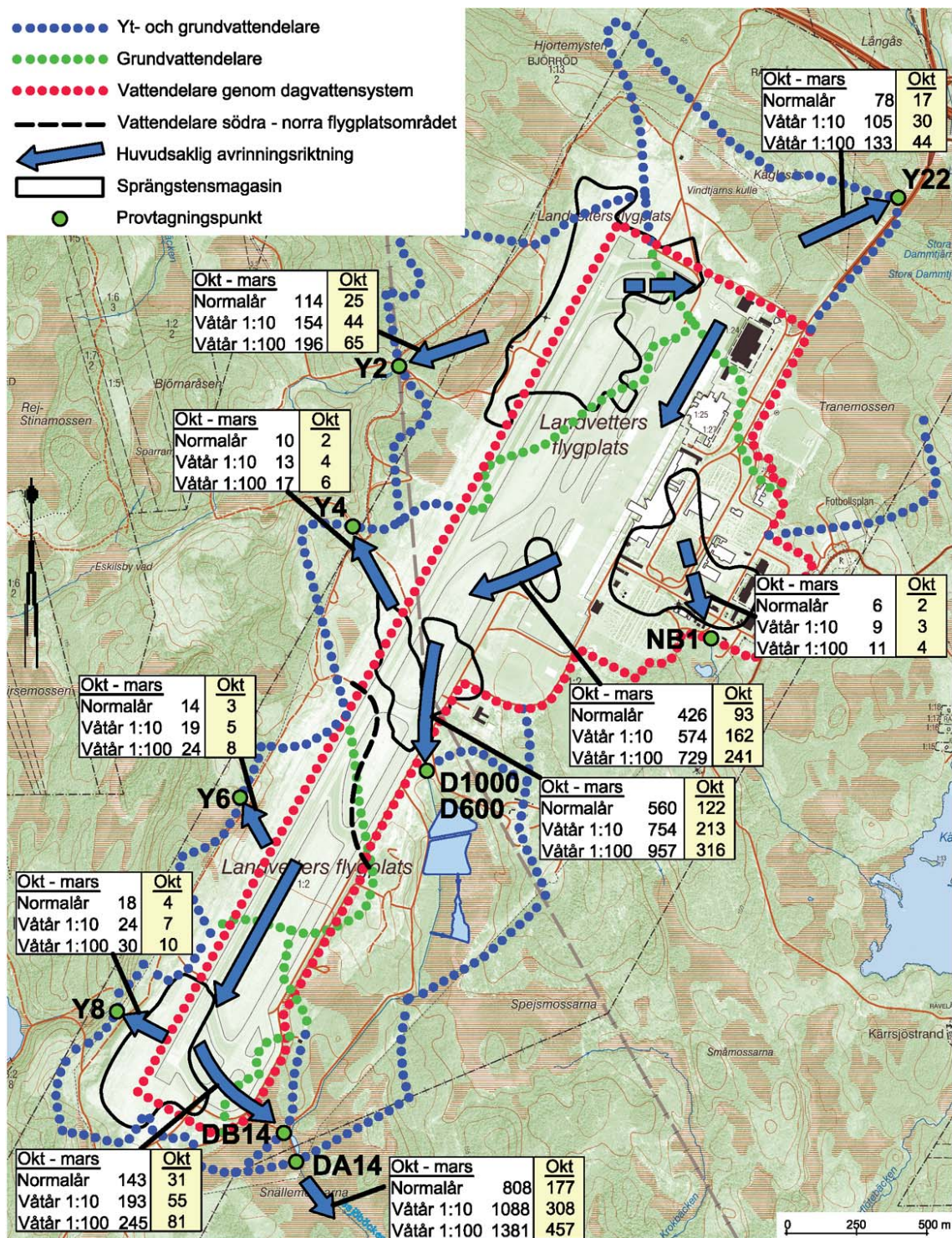
På kartan i **figur 4** anges även beräknade årsvattenmängder vid framtida utbyggnad (inklusive ökad trafik) av flygplatsen. Redovisningen på kartan avser slutlig situation enligt ansökan, dvs 120 000 flygrörelser. Beräkningar som underlag för dimensionering av anläggningar har emellertid även utförts för stegvis utbyggnad till 80 000 respektive 100 000 flygrörelser. Nuläge avser de ytor som är hårdgjorda och dimensionerade för dagens trafikvolym, dvs 60 000 flygrörelser. För aktuella prognosticerade trafikökningar har Swedavia bedömt nedanstående tillkommande hårdgjorda ytor. I beräkningarna beaktas i vilken utsträckning dessa ytor tas i anspråk från nuvarande grönytor/naturmark respektive ligger inom ban- och terminalområde som redan har huvudsaklig hårdgjord struktur.

- 80 000 flygrörelser: + 191 000 m² (total utökning)
- 100 000 flygrörelser: endast justeringar inom befintligt banområdet
- 120 000 flygrörelser: + 65 000 m² (total utökning)



Figur 4.

Beräknade årsvattenmängder i tusental m^3 , baserat på nederbördsstatistik för Borås (exkl klimatteffekt). Nuläge = dagens trafik. Framtid = utökad trafik med utökade hårdgjorda ytor (120 000 rörelser per år). NB1-värdena förutsätter att överledningen av vatten från centrala sprängstensmagasinet till Kroksjö-magasinet fungerar på avsett sätt.



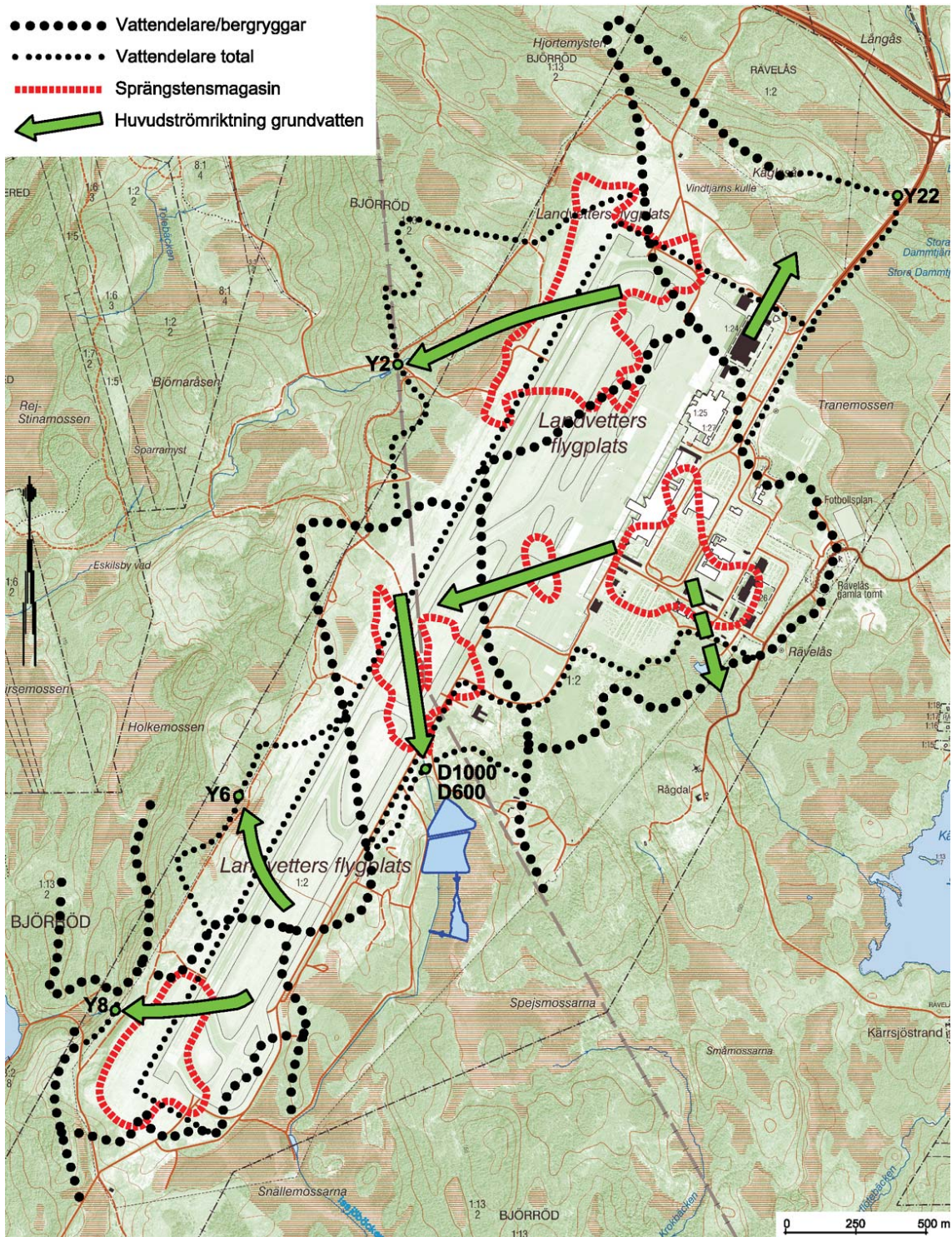
Figur 5.

Beräknade vattenmängder i tusental m^3 för angiven period, baserat på nederbördsstatistik för Borås (exkl klimateffekt). NB1-värdena förutsätter att överledningen av vatten från centrala sprängstensmagasinet till Kroksjö-magasinet fungerar på avsett sätt.

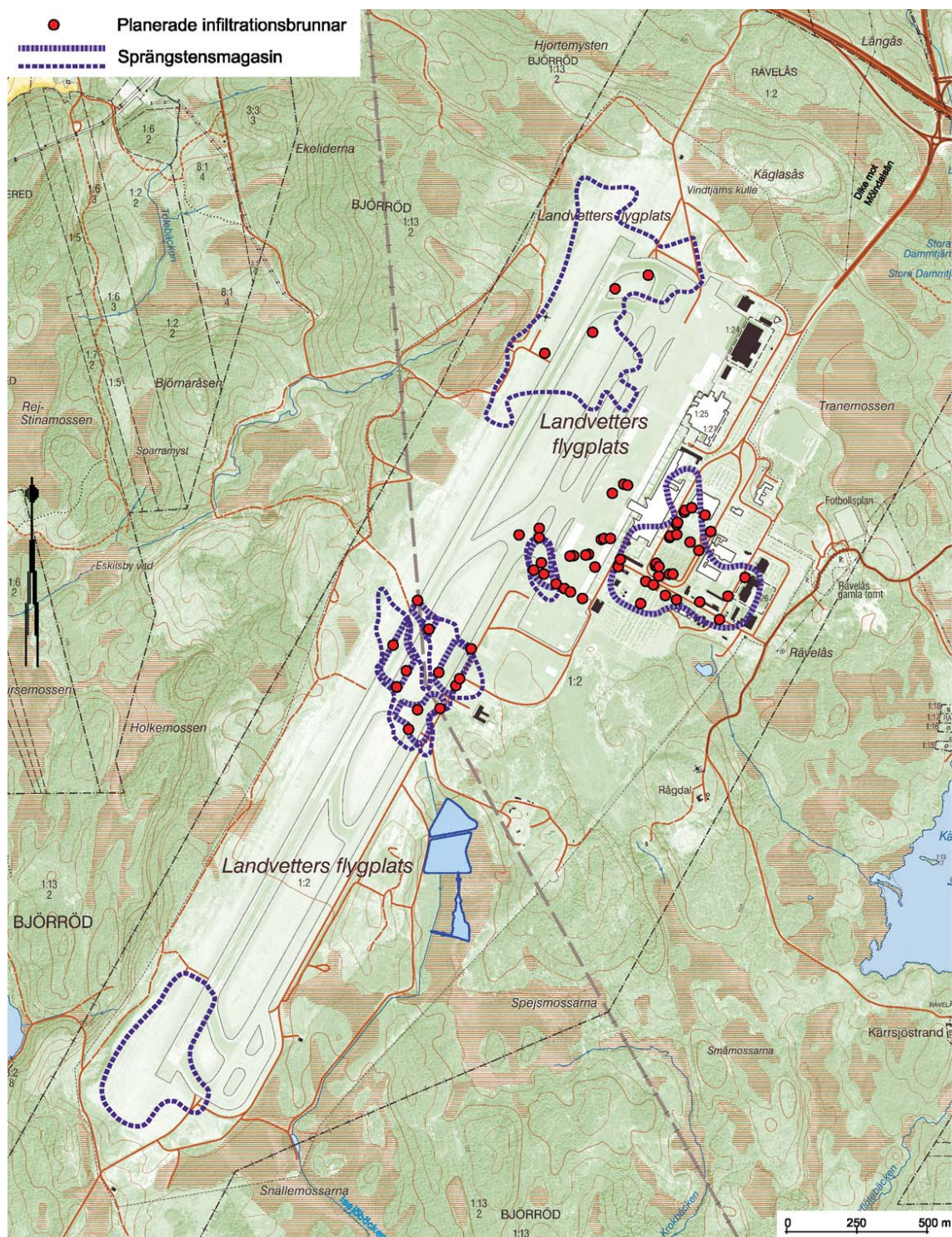
4. GRUNDVATTEN

Baserat på äldre tekniska handlingar och geologiskt/topografiskt kartunderlag har en översiktlig beskrivning av grundvattendelare för flygplatsområdet utarbetats, **figur 6**. Av speciell betydelse är den framtolkade bergöverytan. Inom flygplatsområdet bedöms denna bergtopografi vara styrande för grundvattenavrinningen, speciellt som svackorna varit fyllda av organiskt material, som i stor utsträckning har ersatts av nerkrossat berg, se nedan. I områdena runt själva flygplatsen finns jordlager av morän i vilka grundvattenströmningen bedöms sammanfalla med markytans topografi. Den sammanvägda bilden av tillrinningsområden och de naturliga utströmningsriktningarna redovisas översiktligt i **figur 6**. I denna bild anges också den konstgjorda överströmning som anordnats från det centrala terminalområdet till utlopp mot Issjöbäcken, se nedan.

Inom dessa tillrinningsområden finns hårdgjorda ytor inom flygplatsen, vilka mer eller mindre förhindrar naturlig grundvattenbildning genom infiltration av regnvatten. Å andra sidan finns i de ursprungliga lågpartierna (där organisk jord helt eller delvis grävts bort) utfyllnad med nerkrossat berg. I flertalet av dessa sk sprängstensmagasin tillförs regnvatten (dagvatten) genom infiltration via särskilda infiltrationsbrunnar som anbringats på dagvattensystemets ledningsnät, se **figur 7**. Nyligen utförda inventeringar av dagvattensystemet ger dock inget entydigt svar på hur utloppsledningarna från dagvattenledningar till infiltrationsbrunnarna har anbringats (med avseende på nivå i förhållande till dagvattenledningens vattengång). Hur stor del av dagvattnet som infiltreras beror framför allt på det individuella regnets intensitet och omfattning och kan därför bara uppskattas. I denna utredning görs därför nu antagandet att andelen regnvatten som avleds via utjämning/behandling i sprängstensmagasinen är 0,75 medan 0,25 leds direkt via ledningar till utlopp i aktuella dikesrecipenter.



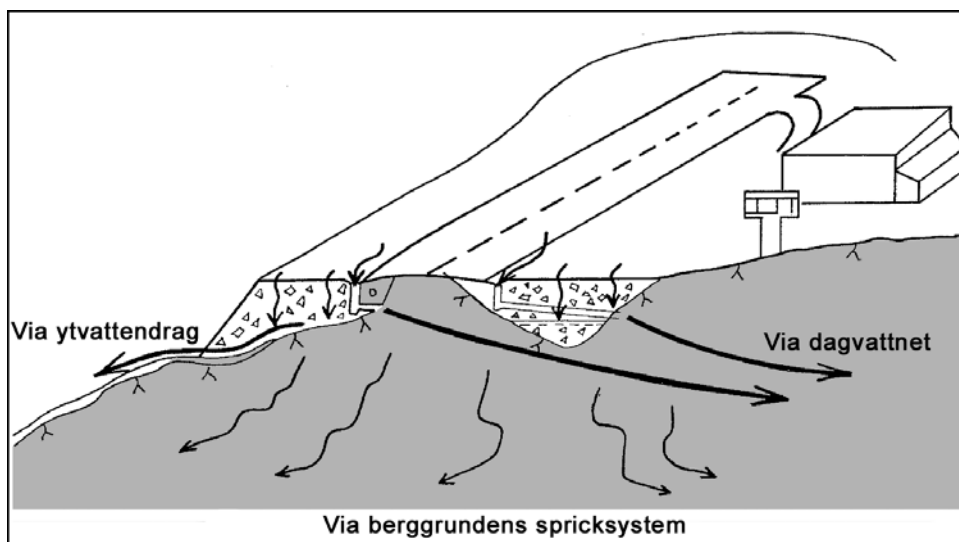
Figur 6. Illustration över grundvattendelare i berg och jord samt punkter där utströmning till ytvattendrag sker. Notera även överledningen från terminalområdet.



Figur 7. Illustration över anlagda sprängstensmagasin inkl angivande i vilka delar total urgrävning utförts. Angivna infiltrationsbrunnar avser planerade brunnar.

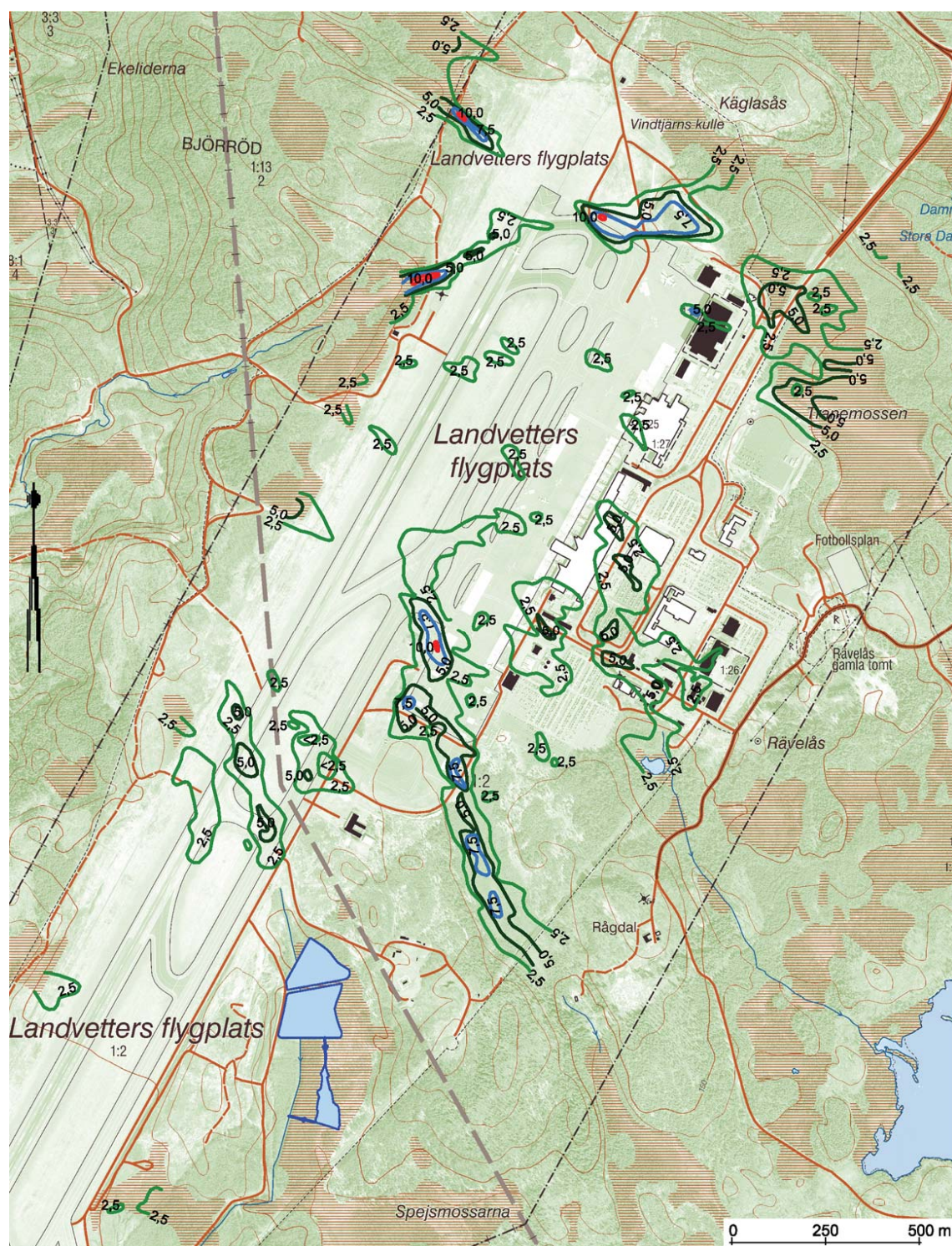
De områden som fyllts ut med nerkrossat berg redovisas i **figur 7 ovan**. Det centrala magasinet under terminalområdet och magasinerna i f.d. Stenstjärn och f.d. Kroksjön har ursprungligen styrts så att det infiltrerade regnvattnet efter fördröjning och naturliga reningsprocesser bräddas över till Issjöbäcken vid punkten D1000/D600, se **figur 6**. Under rull- och taxibanor grävdes de organiska jordarna i Kroksjön och Stenstjärn ut till fast botten (huvudsakligen berg) medan under "övriga" ytor (stråkytor mm) lämnades delar av sjöarnas botten-sediment kvar under bergkrossutfyllnaden, **figur 7**. Baserat på äldre geotekniska undersökningar redovisas i **figur 9** djupet under markytan till fast grundläggningsbotten i flertalet av de naturliga svackor som sedan fylldes ut med bergkross och etablerades som s.k. sprängstensmagasin. Vid den inventering av befintliga brunnar som genomfördes under hösten 2011 var det inte möjligt att klarlägga i vilken utsträckning organisk jord kan ha trängt in i sprängstensfyllningen. Det finns dock inga indikationer på att detta skulle skett i någon större utsträckning eftersom inga påtagliga sättningar i markytan har upptäckts.

Det vatten som infiltreras i sprängstensmagasinet i norra banändan har ingen kontrollerad avrinning utan avrinningen styrs av det naturliga grundvattensystemet. Övrigt regnvatten som infiltrerar på naturlig väg till grundvatten via genomsläpplig jord i markytan har också en naturlig avrinning som styrs av den naturliga grundvattenströmningen, se **figur 6**. Principerna för de olika sprängstensmagasinen och vattenavrinningen från dessa framgår av **figur 8**. Härav framgår också att det kan finnas spricksystem i berggrunden som kan transportera bort en del grundvatten till omgivningen.



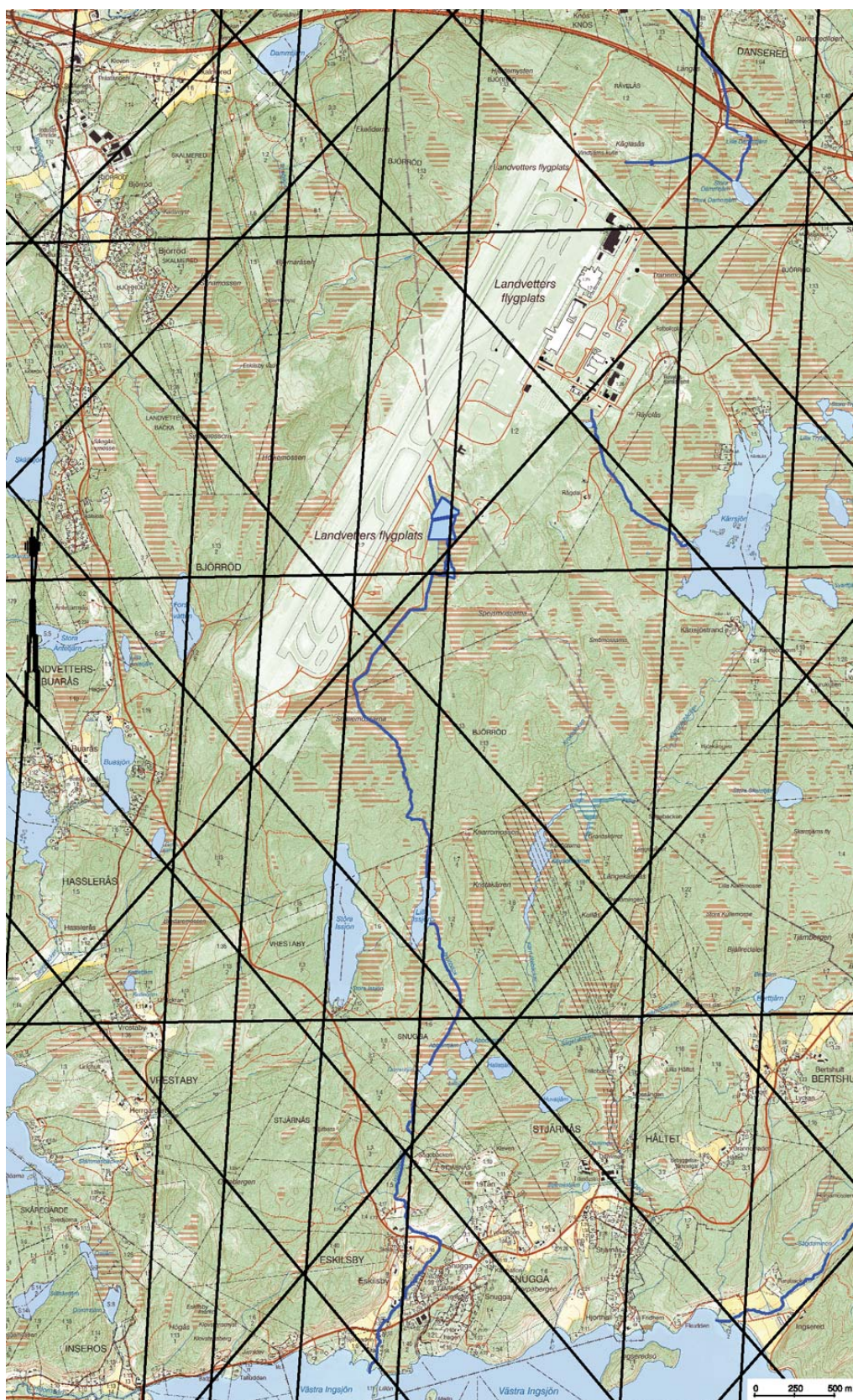
Figur 8. Illustration av avrinning/spridning av grundvatten från de olika sprängstensfyllningarna under flygplatsen (efter VIAK 900116)

Inte heller sprängstensmagasinet vid den södra banändan har kontrollerad avrinning till Issjöbäcken utan avrinningen styrs av grundvattenavrinningen, **figur 6**. I detta magasin finns dock inga infiltrationsbrunnar anlagda på dagvattenledningarna.



Figur 9. Illustration över djupet till fast botten i de svackor där organisk jord grävdes bort i samband med flygplatsens utbyggnad (sifferangivelser vid grön linje).

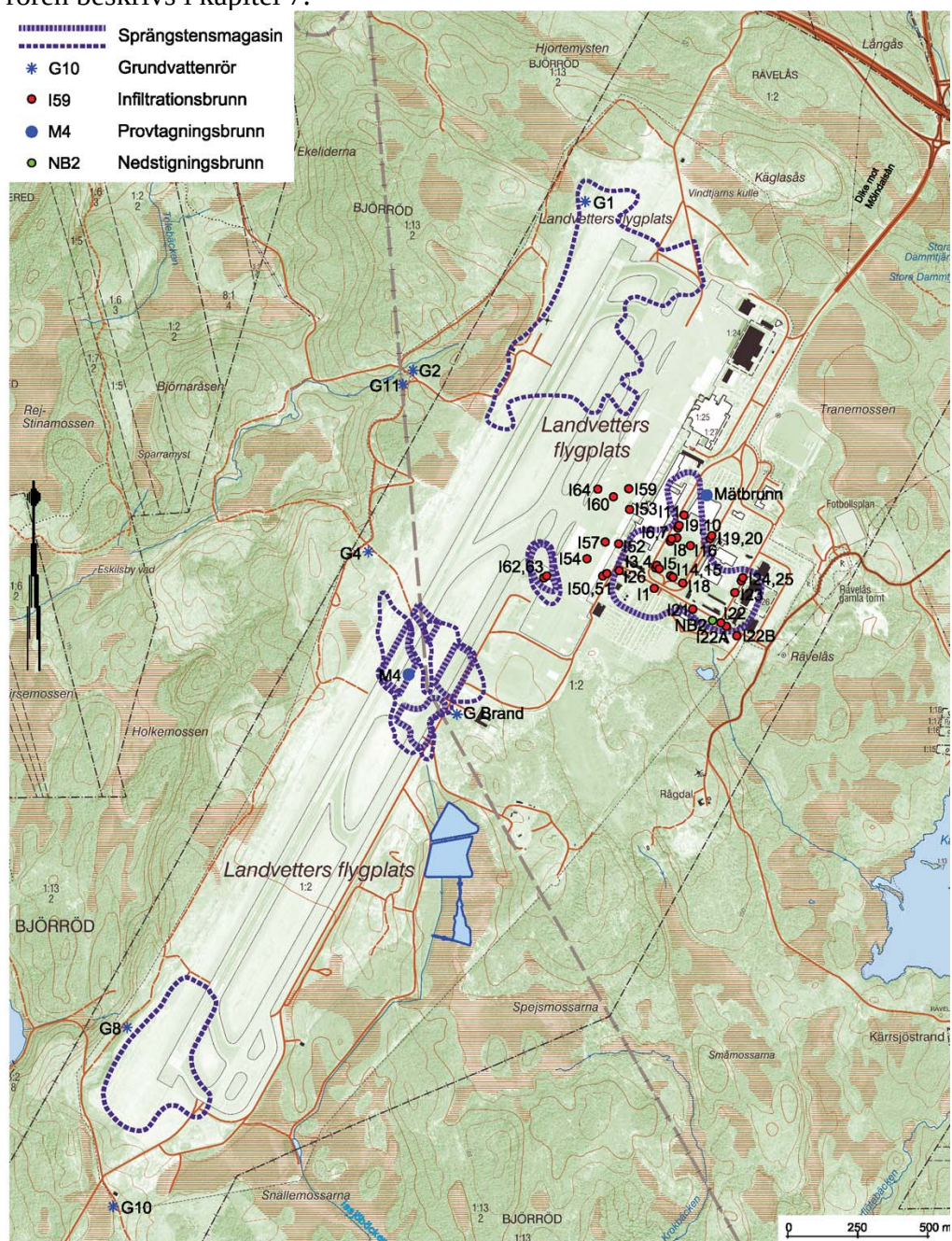
Aktuella spricksystem i berggrunden har översiktligt redovisats, huvudsakligen baserat på tektoniska studier, i samband med flygplatsen utbyggnad, se **figur 10**. Härav framgår att ett huvudsystem av sprickor bedöms förekomma i sydväst-nordostlig sträckning samt att sekundärsprickor förekommer regelbundet vinkelrätt mot huvudstrukturen. Det finns emellertid inga omfattande undersökningar av i vilken utsträckning dessa sprickor är mer eller mindre vattenförande. Kontrollen av eventuell transport av föroreningar via berggrundvattnet bör därför pågå i lämpliga brunnar i flygplatsens omgivning. Det bedöms inte rimligt eller miljömässigt motiverat att i detalj nu kartlägga de olika sprickornas vattenförande egenskaper. Se vidare kommentarer om detta i kapitel "Föroreningstransport via grundvattenströmning", sid 21.



Figur 10. Översiktlig illustration av spricksystem i berggrunden (VIAK 900116)

Infiltrationsbrunnar

De infiltrationsbrunnar som enligt en äldre plan anlades inledningsvis (drygt 60 st) markeras översiktligt på **figur 7** ovan. De brunnar som vid nu genomförd inventering har kunnat påträffas har mätts in och redovisas på **figur 11** nedan. Sannolikt finns emellertid fler av de planerade cirka 60 brunnarna under jord kvar även om de inte kunnat återfinnas i markytan vid inventeringen. På kartan redovisas även sådana grundvattenrör som påträffats vid inventeringen. Flera av dessa används för kontinuerlig eller utökad kontroll. Grundvattenrören beskrivs i kapitel 7.



Figur 11. Illustration över resultatet av nu inventerade brunnar.

Avrinningsområden

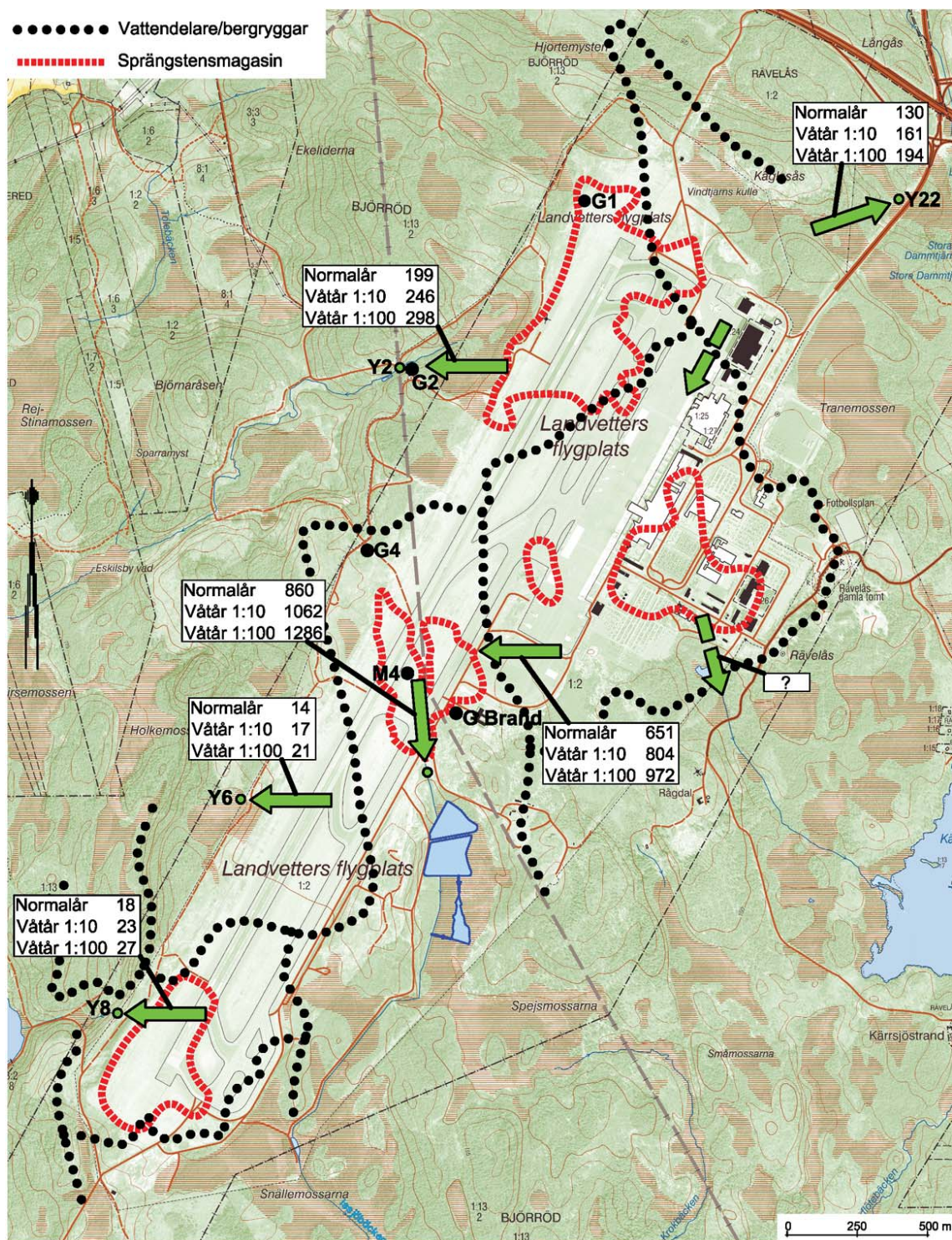
I syfte att kvantifiera grundvattenavrinningen via sprängstensmagasinen respektive den direkta grundvattenbildningen/avrinningen har grundvattnets tillrinningsområden beräknats. Även uppskattad andel hårdgjord yta (asfalt o dylikt samt ytor där regnvattnet samlas upp i dräneringsledningar och dagvattenledningar) har beräknats. I **figur 12** anges de strategiska punkter i bäckar och dikessystem till vilka aktuella grundvattenströmmar dräneras. Beträffande avrinningen i punkt Y2 har schablonmässigt enligt tidigare antagits att 75 % av den nederbörd som faller på de hårdgjorda delarna av flygplatsen infiltreras via befintliga infiltrationsbrunnar till det norra sprängstensmagasinet och därmed via grundvattenströmningen tillförs Y2.

På motsvarande sätt bedöms cirka 75 % av nederbörden på hårdgjorda ytor inom de centrala områdena avledas via sprängstensmagasinen till Issjöbäcken och resterande 25 % direkt till bäcken via dagvattenledningar.

Grundvattenmängder

Baserat på uppmätta och beräknade ytor samt angivna antaganden ovan har grundvattenavrinningen i olika strategiska punkter beräknats, **figur 12**. Mängderna avser årsvattenmängder under normala år, våtår 1:10 respektive våtår 1:100 (baserat på nederbördsstatistik vid SMHI:s mätstation i Borås). Utgångspunkt för beräkningarna är:

Avrinningskoefficient för banområden	0,8
Andel dagvatten som via infiltrationsbrunnar tillförs grundvattnet	0,75
Infiltrationskoefficient för grönytor utanför bansystemet samt naturmark	0,1
Nederbörd normalår	946 mm
Nederbörd våtår 1:10	1169 mm
Nederbörd våtår 1:100	1413 mm



Figur 12. Illustration över utströmningspunkter för grundvatten. Redovisade årsvattenmängder i tusentals m^3 (gröna pilar) baseras på statistisk nederbörd baserad på stationen Borås.

Föroreningstransport via grundvattenströmning

Transporten av föroreningar via grundvattenströmning kontrolleras via ett antal provtagningsrör inom och strax utanför flygplatsen. Som ovan nämnts kan teoretiskt föroreningar även transporteras via grundvattnet i befintliga spricksystem i berggrunden. Det bedöms dock inte realistiskt att kartlägga dessa eventuella spridningsvägar via spricksystem, speciellt som flygplatsens konstruktion byggde på att anlägga sk sprängstensmagasin i lågpartier inom området. En översiktlig redovisning av tolkade spricksystem inom Landvetterområdet redovisas i **figur 10**. Härav framgår att det finns ett omfattande spricksystem men det kan inte bedömas i vilken utsträckning dessa sprickor är mer eller mindre vattenförande. En närmare beskrivning av dessa egenskaper kräver omfattande borrhälsarbeten och provpumpningar. Det är heller inte realistiskt och motiverat att ansätta en teoretisk grundvattenmodell som skulle spegla grundvattnets strömning i berggrunden. En grundvattenmodell för berggrunden innebär att gränssnitt och hydrogeologiska parametrar måste ansättas för uppbyggnaden av modellen samtidigt som data för verifiering av modellen saknas och heller inte kan klaras ut med nödvändig noggrannhet. I samband med etableringen av flygplatsen beslutades och godtogs att dagvattenhanteringen i stor utsträckning skulle utformas enligt principer för Lokalt Omhandertagande av Dagvatten (LOD). Detta system utformades därför så att aktuella utfyllnader med krossat berg skulle nyttjas för utjämning av dagvattenflödet och samtidigt ge viss rening av dagvattnet. En total ombyggnad av systemet så att detta LOD-system utgår skulle innebära extremt höga investeringskostnader. Miljönyttan måste då vägas mot dessa kostnader. I den kontroll som bedrivs finns det inga indikationer på spridning av föroreningar via berggrunden, någon förändring av det etablerade dagvattensystemet är därför inte motiverad.

Förutom provtagning på grundvattnet i provtagningsrör fångas transporten via grundvattenströmmar upp i de kringliggande diken som utgör utströmningsområde för grundvattnet. Aktuella analysresultat på grundvatten respektive ytvatten redovisas i kapitel 7.

Föroreningar som tillförs grundvattnet kan under den fortsatta strömningen erhålla betydande rening. Speciellt bedöms partikelbundna ämnen avskiljas genom filtrering/adsorption i marklager och sedimentation i sprängstensmagasin. Nerbrytningen av organiska ämnen sker huvudsakligen vid perkolationen genom den omättade zonen från markytan till grundvattenmagasinet (gäller vatten som infiltrerar inom gräsytor). Nere i de naturliga grundvattenmagasinen likväl som sprängstensmagasinen bedöms nerbrytningen av organiska ämnen på grund av otillräcklig syretillgång vara begränsad (viss anaerob nerbrytning kan ske men bedöms vara relativt begränsad).

5. VERKSAMHETER MED VATTENPÅVERKAN

Vissa verksamheter på flygplatsområdet har större vattenpåverkan än andra. Bland de som kan anses ha en reell påverkan bör särskilt följande nämnas:

- Halkbekämpning av rullbana och taxibanor.
Halkbekämpning sker under vintersäsongen (oktober – april) genom spridning av främst kaliumformiat men även en mindre mängd natriumformiat.

Formiatet avrinner med regn- och smältvatten till drän- och dagvattensystemet. En mindre andel formiat i plogad och slungad snö infiltrerar direkt till grundvattnet. Formiat innehåller drygt 50 % organiskt material som vid nedbrytning förbrukar syre i vattenrecipienten. I formiatet ingår även en viss mängd fosfor som korrosionshämmare.

- Avisning av flygplan med monopropylenglykol.
Avisning sker under vintersäsongen vid gatorna samt vid övriga uppställningsplatser (vissa remoteplatser) på plattan.

Så mycket som möjligt av den använda avisningsvätskan/glykolen samlas upp direkt efter avisning med särskilda sugbilar, medan glykolförorenad snö transporteras bort med lastbilar.

Den avisningsvätska som inte samlas upp avleds med dagvattnet. I november 2010 installerades ultraljudsmätare i aktuella dagvattenbrunnar som sedan dess separerar dagvattnet med avseende på glykolinnehåll; vatten med högre innehåll än ca 5 % leds till den nya glykolanläggningen medan övrigt vatten avleds genom dagvattennätet till recipienten (fr. o m december 2010 via den nya dagvattenanläggningen). Den nya glykolanläggningen och den nya dagvattenanläggningen beskrivs i **kapitel 6** nedan.

Använd avisningsvätska innehåller främst organiskt material, men även en del fosfor och metaller.

- Fordonstrafik, såväl innanför som utanför airside.
Med dagvattnet avleds den typ av föroreningar som återfinns i trafikdagvatten t ex kväve, fosfor, metaller, oljerester, PAH, partiklar mm.
- Lagring och hantering av drivmedel och andra kemiska produkter.
Vid eventuella spill eller haverier riskerar dessa produkter att avledas till främst dagvattnet. Inom airside har Swedavia vidtagit skyddsåtgärder i form av invallningar m m för att minimera miljöpåverkan.

- Tankning av flygplan.
Eventuellt spill eller haverier riskerar att avledas till dagvattennätet.
- Brandövningar.
I samband med brandövningar har uppsamlat släckvatten fram till och med sommaren 2010 samlats upp och omhändertagits som farligt avfall. När övningar inte genomfördes avleddes dagvattnet från övningsplatsen via oljeavskiljare och sedimenteringsdamm till ett dike med avledning till Issjöbäcken.

Brandsläckningsskum innehållande PFOS användes i samband med brandövningar fram till och med år 2003. PFOS har spritts även senare, eftersom det nya brandsläckningsskummet blandades med gammalt skum innehållande PFOS då påfyllnad av brandbilarna genomfördes. Sedan 2008 har flygplatsen inte utfört brandövningar med "blandat" skum innehållande PFOS

Användningen av PFOS har inneburit att sedimentationsdammen förorenats med detta ämne. Sedimentationsdammen sanerades 2007.

Under 2011 gick man över från flygfotogen som övningsbränsle till biobaserad etanol, vilket inneburit att GRYAAB under ett försöksår accepterat avledning till kommunal spillvattenrening. När endast vatten används som släckmedel avleddes släckvattnet via en oljeavskiljare till den andra dammen i den nybyggda dagvattenanläggningen.

- Externa verksamheter.
Dagvattenpåverkan härrör främst från trafik och byggnader (takytor). Förutom ett mindre område i nordost är hela flygplatsområdet anslutet till Swedavias dagvattensystem.
När det gäller spillvatten är alla verksamheter på flygplatsområdet anslutna till Swedavias nät. Spillvattenpåverkan kan ske från olika typer av verksamheter t ex verkstäder, städfirmor, restauranger mm. Det samlade spillvattnet avleddes via Swedavias anslutningspunkt till Härryda kommuns ledningsnät, för vidare avledning till Ryaverket (GRYAAB) i Göteborg.

6. RENINGSANLÄGGNINGAR

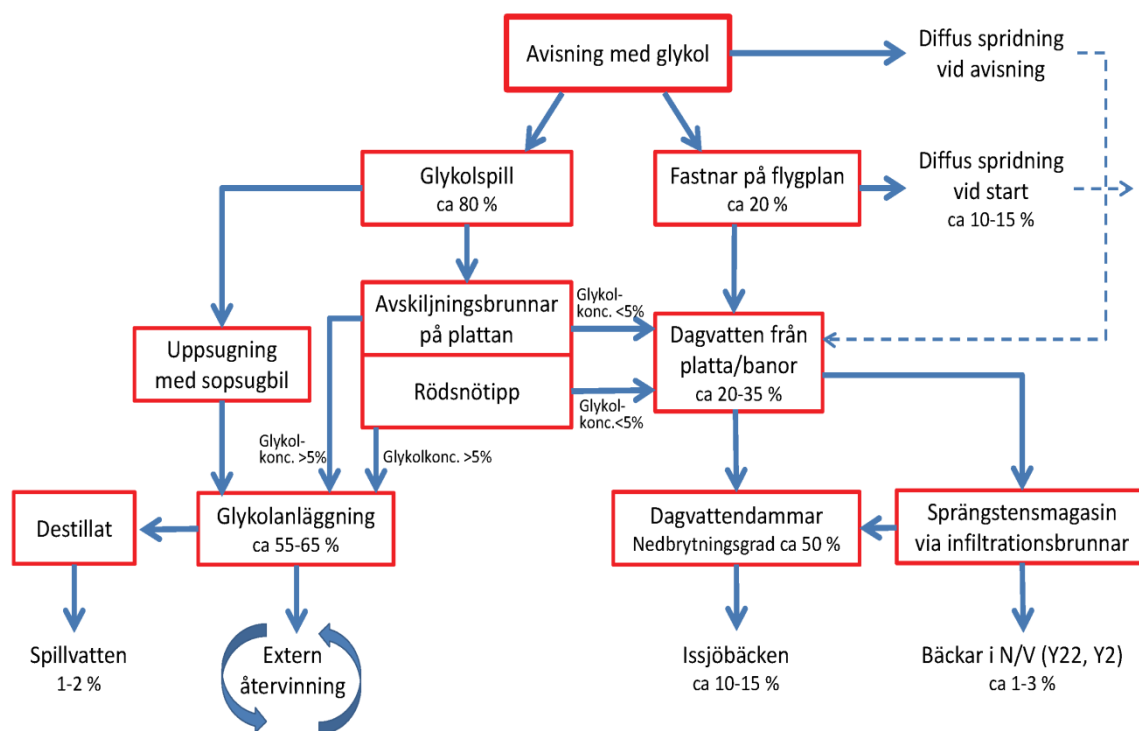
Glykolhantering

Fram till och med avisningssäsongen 2009/2010 tömdes uppsugen avisningsvätska/glykol och uppsamlad glykolförorenad (röd) snö på en särskild yta ("madammen"), från vilken det glykolförorenade vattnet avleddes till kommunens spillvattennät. Via en oljeavskiljare (OA6) avleddes även dagvatten från avisningsplatserna till spillvattennätet under vintersäsongen. Höga dagvattenflöden bräddade dock till dagvattennätet.

Under 2010 byggdes en ny mottagningsanläggning för glykolblandat vatten. Den nya anläggningen tar emot med bil transporterad uppsugen avisningsvätska, dagvatten med högt glykolinnehåll från avisningsplatserna samt smältvatten från upplaget för röd snö när dessa vatten håller en hög koncentration av glykol (> ca 5 %).

Det "högkoncentrerade" glykolförorenade vattnet samlas upp i fyra stora utjämningsstankar i glykolanläggningen, varefter det pumpas till en indunstningsanläggning. Den indunstade glykolen (ca 50 %-ig glykol) skickas till extern återvinning. Destillatet, med ett innehåll av max ca 3 % glykol, avleds till kommunens spillvattennät. På destillatet tas samlingsprov.

En illustration över den nya glykolhanteringen finns i **figur 13**. Principskemat innehåller en grov massbalans för glykolen, vilken bygger på platsspecifika mätningar och beräkningar samt bedömningar utifrån erfarenheter vid andra svenska flygplatser t ex Stockholm – Arlanda Airport.



Figur 13. Principschema över glykolhanteringen vid Göteborg Landvetter Airport, inklusive grov massbalans.

Kommentarer och förklaringar till **figur 13** ovan:

- Fördelningen 80/20 av använd avisningsvätska baseras på genomförd utredning av Golder 2007².
- Uppsamlingsgraden till glykolanläggningen kan variera stort beroende på väderleksförhållanden och uppsamlingsförutsättningar. Det är t ex betydligt svårare att lyckas med uppsugning vid blöt väderlek och slaskiga förhållanden jämfört med kalla och torra förhållanden.
- Angivna procenttal vid "Glykolanläggning", "Dagvatten från platta/banor" och "Diffus spridning" är tillsammans lika med 100 %. Merparten av "Diffus spridning" antas brytas ner inom flygplatsområdet t ex på grönytor. Viss del bryts sannolikt även ner utanför flygplatsområdet.
- Till Issjöbäcken och bäckarna i norr och väster beräknas 10-15 % respektive 1-3 % av totala glykolanvändningen avledas.
- Till spillvattennätet beräknas 1-2 % av totala glykolanvändningen avledas.

Under uppbyggnaden av den nya glykolanläggningen avleddes, enligt avtal med Härryda kommun, glykolpåverkat vatten utan särskild behandling till spillvattennätet. Under denna tid (avisningssäsongen 2010/2011) avleddes även en viss del glykolpåverkat vatten till Issjöbäcken.

²Utredning av åtgärdsalternativ för glykolhantering vid Göteborg – Landvetter flygplats, Golder Associates AB 2007-07-03

Dagvattenrening

En ny dagvattenbehandlingsanläggning i form av dammar med luftning, sedimentering och biologisk rening i filterdike har anlagts sydost om flygplatsen. I anläggningen, som togs i drift i december 2010, behandlas allt dagvatten från flygplatsens centrala och norra delar. Anläggningens lokalisering framgår av de figurer (kartor) som tidigare redovisats i kapitel 2 och 3. Den mindre sedimenteringsdammen sydost om flygplatsen som hittills tagit emot detta dagvatten är nu tänkt att endast ta emot och rena dagvatten från flygplatsens södra delar.

Till den nya dagvattenanläggningen avleds även smältvatten från sk grå snö, som körs till ett upplag i anslutning till de nya dagvattendammarna. Tidigare lades den grå snön på tippor med avvattning till dagvattensystemet, ofta mot Vindtjärn i norr.

Det nya glykoluppsamlingssystemet tillsammans med de nya dagvattendammarna innebär att en betydande del av den använda glykolen från och med vintern 2011/2012 kommer att tas omhand separat i stället för att belastarecipienten eller det kommunala spillvattnet.

7. RESULTAT FRÅN PROVTAGNINGAR

Allmänt om provtagningar och bedömningar av analysresultat

Den löpande egenkontrollen är främst inriktad mot ytvatten och spillvatten. Omgivningskontroll av grundvatten sker en gång per år i fyra privata dricks-vattenbrunnar runt om flygplatsen.

I de flesta **ytvattenprovpunkterna** har prov tagits varannan månad sedan flera år tillbaka. Provtagningen sker generellt som stickprov och omfattar analys av bland annat organiskt material (mätt som TOC³), kväve, fosfor, pH, konduktivitet, turbiditet, kalium, syre, tungmetaller och oljeindex. Undantag från detta generella provtagningsförfarande anges för varje provpunkt i den följande redovisningen. Utgående **spillvatten** från flygplatsen provtas ca en gång per månad (vintertid 2 g/mån) med avseende på organiskt material och tungmetaller.

Med anledning av denna vattenstudie har analysomfattningen i flera av kontrollpunkterna utökats med olika parametrar under 2011. För några av de provpunkter som inte omfattats av provtagning under senare år innehåller rapporten även analysdata från äldre provtagningar (2006 – 2007).

Resultaten jämförs nedanstående **rikt- och bedömningsvärden**.

Dag- och ytvattenprovtagning:

- Storm Tac⁴. I figurerna nedan anges dessa halter som "Storm Tac".
- Naturvårdsverket⁵. I figurerna nedan anges dessa värden som "NV".
- Göteborgs stad⁶. I figurerna nedan anges dessa värden som "Gbg". Oftast är "Gbg-värdena lika med NV:s värde för "hög halt".
- Miljökvalitetsnormer⁷ avseende prioriterade ämnen (två provpunkter).
- Vattenmyndighetens bedömningsgrunder för ekologisk status⁸.

Grundvatten (inkl sprängstensmagasin):

- Naturvårdsverket⁹.
- Livsmedelsverket¹⁰.
- EU:s grundvattendirektiv¹¹.

³ TOC = Total Organic Coal, halten totalt organiskt kol

⁴ Schablonhalter dagvatten. Storm Tac version juli-11. Beräknat medel utifrån schablonhalter affärer, vägar, hus, industri, park m.m., www.stormtac.com

⁵ NV:s rapport 4913, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, Sjöar och vattendrag, 1999.

⁶ Riktvärden för avloppsvattenutsläpp till dagvatten och recipienter, Gbg:s stad, feb 2008.

⁷ EU:s direktiv 2008/105, bilaga 1.

⁸ NV:s rapport 5799, Förslag till gränsvärden för särskilt förorenande ämnen, 2008

⁹ Naturvårdsverket, Bedömningsgrunder för miljö kvalitet, dels Grundvatten, Rapport 4915, dels Metodik för inventering av förorenade områden, Rapport 4918, 1999

¹⁰ Livsmedelsverket, Föreskrifter och allmänna råd om dricksvatten (SLV FS 2001:30)

¹¹ SGU-FS 2008:2.



- Socialstyrelsen¹².
- Samma bedömningsgrunder som för ytvatten ovan (huvuddelen av magasinsvattnet hanteras som dagvatten)

Spillvatten:

- Riktvärden i gällande tillstånd
- Svenskt Vatten¹³.
- Medelhalt i inkommande vatten till Ryaverket 2010¹⁴.

Resultatredovisningen nedan omfattar inte alla resultat som finns utan endast de som bedömts som mest intressanta och representativa för verksamheten. Samtliga resultat finns dock sammanställda och ligger till grund för utvärdering och slutsatser.

Resultaten redovisas i följande ordning:

1. Provtagning vid flygplatsen, främst dag- och magasinsvatten
2. Recipientkontroll, grund- och ytvatten
3. Spillvatten

Resultaten från provtagningarna vid flygplatsen och recipientkontrollen redovisas uppdelat på väderstreck – norr, väster, öster och söder.

Tillsammans med resultaten görs korta kommentarer och slutsatser.

Analys av organiskt material i ytvatten

Användningen av formiat och glykol under vintersäsongen medför utsläpp av organiskt kol som vid nedbrytning förbrukar syre. Analys och kontroll av DOC och TOC sker därför regelbundet. Mätningarna visar att DOC- och TOC-halterna alltid är i stort sett lika d v s att det organiska materialet i huvudsak är i löst och lättnedbrytbar form. För att kunna jämföras med relevanta bedömningsvärden redovisas halten organiskt material som TOC.

¹² Socialstyrelsen, Allmänna råd om försiktighetsmått för dricksvatten (SOF 2003:17), ändrad 2005:20

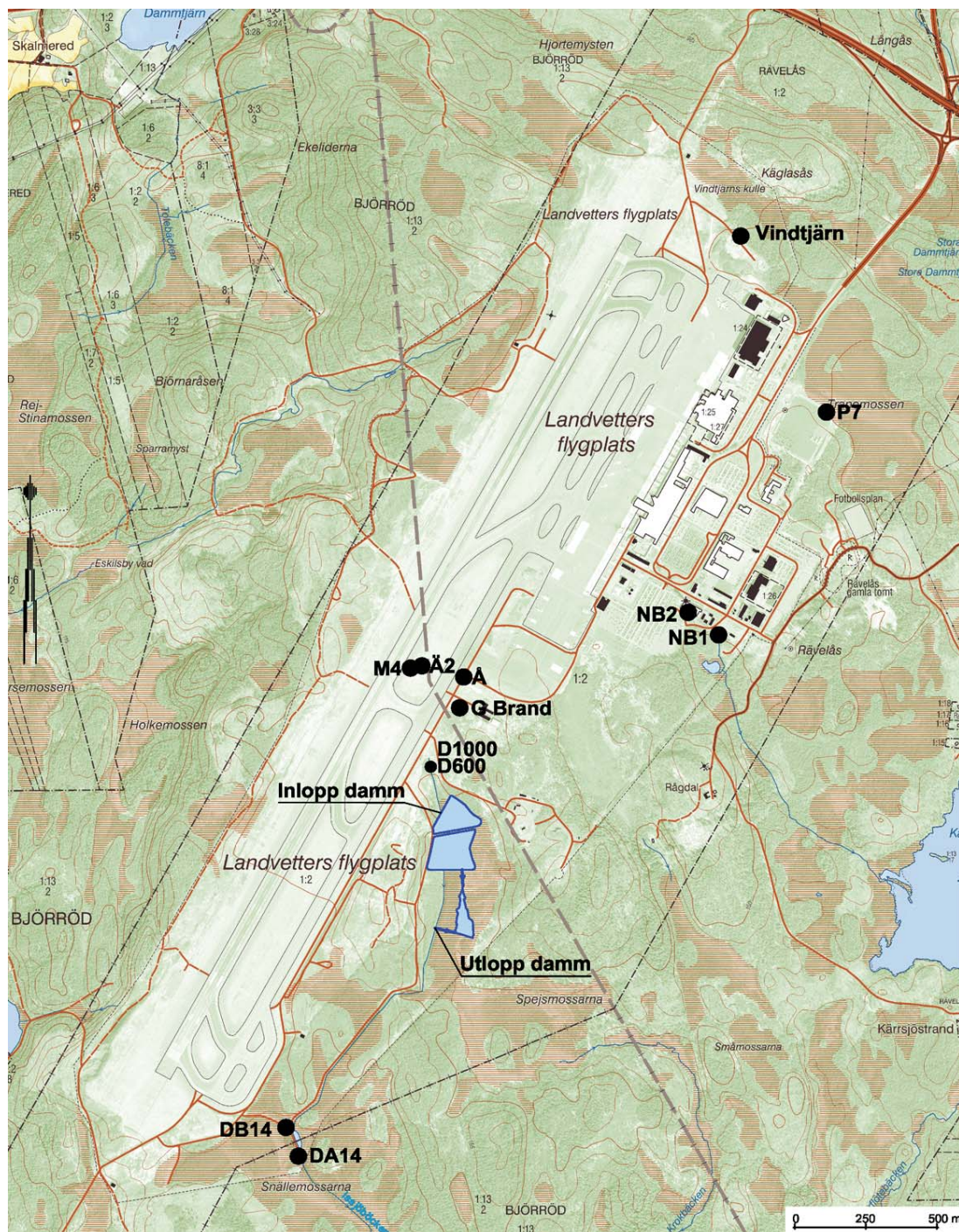
¹³ Svenskt Vatten, P 95 Råd vid mottagande av avloppsvatten från industri och annan verksamhet, mars 2009

¹⁴ GRYAAB, miljörapport 2010.

7.1 Provtagning vid flygplatsen

7.1.1 Kontrollpunkter

Kontrollpunkterna vid flygplatsen redovisas på karta i **figur 14** och beskrivs, från norr till söder, i texten nedan.



Figur 14. Kontrollpunkter vid flygplatsen

Vindtjärn

I sprängstensmagasinet under den norra bandelen finns fyra infiltrationsbrunnar som avvattnas mot norr (Vindtjärn) och därifrån norrut mot Mölndalsån. Dessutom kan en del grå snö från tidigare snötippor (till och med vintern 2010-11) hamnat norr om "kanten" och runnit mot Vindtjärn.

P7

Dagvatten från en parkeringsplats i flygplatsens nordöstra del som avvattnas norrut mot Mölndalsån.

Sprängstensmagasinen

(provpunkterna Å, M4, N-B 2, Ä2, G brand, D-F 600 och N-B 1 nedan)

Å

Tre prov 2006, tre prov 2007, tre prov 2010, ett prov 2011.

M4

Två prov 2006, därefter ett prov per år till och med 2011 (ej 2008).

NB-2

Tre prov togs under 2006-07.

I samband med denna vattenstudie har dock provtagning av magasinsvatten även skett i Ä2, G-brand och D-F 600.

Ä2

Belägen nära M4 men på en ytligare nivå. Ett prov 2011-09-27.

G brand

Ett prov 2011-09-26.

D-F 600 (D 600)

Utloppet från de centrala sprängstensmagasinen. Två prov i september 2011. Till 600-ledningen pumpas även vatten från Å.

N-B 1

För de centrala sprängstensmagasinen finns ett nödavlopp i öster, benämnt N-B 1, med avrinning mot Kärrsjöbäcken. För att minimera utflöde där pumpas vatten från den östra delen av magasinen till den ledning som mynnar i D-F 600, se ovan. Provtagning i N-B 1 sker varannan månad.

D-F 1 000 (D 1 000)

Bandagvatten och övrigt dagvatten från norra flygplatsområdet avleds söderut via en 1000-ledning som mynnar i ett dagvattendike (upprinningen för issjöbäcken). Utloppet till diket benämns D-F 1 000.

D-B 14

Till D-B 14 leds dag- och dränvatten från södra bandelen. Provtagning sker i inloppet till den sedimenteringsdamm som även flygplatsens övriga dagvatten mynnar i (D-A 14, se nedan).

D-A 14

Merparten av flygplatsens dag- och dränvatten avleds söderut till Issjöbäcken via D-A 14. I denna kontrollpunkt sker kontinuerlig mätning med avseende på flöde, pH, temperatur, konduktivitet och syre. Det ordinarie provtagningsprogrammet utförs vid denna station varje månad. Under vintern 2011 togs prov för analys varje vecka.

I mars 2011 togs även ett prov för analys enligt Vattendirektivets lista över prioriterade ämnen.

Fram tills dess att dagvattendammarna byggts leddes insamlat dagvatten (från mynningen av D-F 1 000 och D-F 600) i ett ca 1,5 km långt dike till provpunkten D-A 14. Sedan dammarna byggts är dikessträckan från dammarnas utlopp till D-A 14 ca 1 km. I diket kan tillflöde ske från omgivande mark nedströms flygplatsen, samtidigt som viss nedbrytning och fastläggning kan ske av de ämnen som finns i dikesvattnet.

Den nya dagvattenanläggningen

Sedan december 2010 avleds det samlade dag- och dränvattnet från norra flygplatsområdet till en nybyggd dammanläggning innan det leds vidare ner mot D-A 14. Flöden större än 50 l/s bräddar förbi anläggningen.

Provtagning sker vid

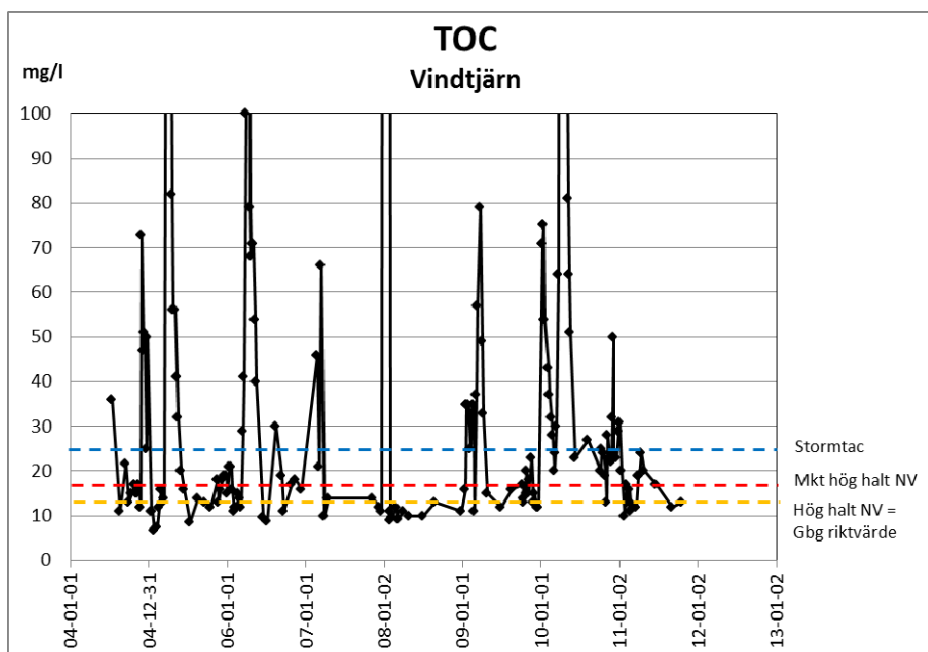
- *Inlopp*. Från och med 2011 har Inlopp ersatt D-F 1 000 och D-F 600.
- *Utlopp*
- *Utlopp + bräddat*

7.1.2 Resultat**7.1.2.1 Norr (provpunkt Vindtjärn)**

Halter av ett antal ämnen redovisas i nedanstående figurer.

Organiskt material (TOC)

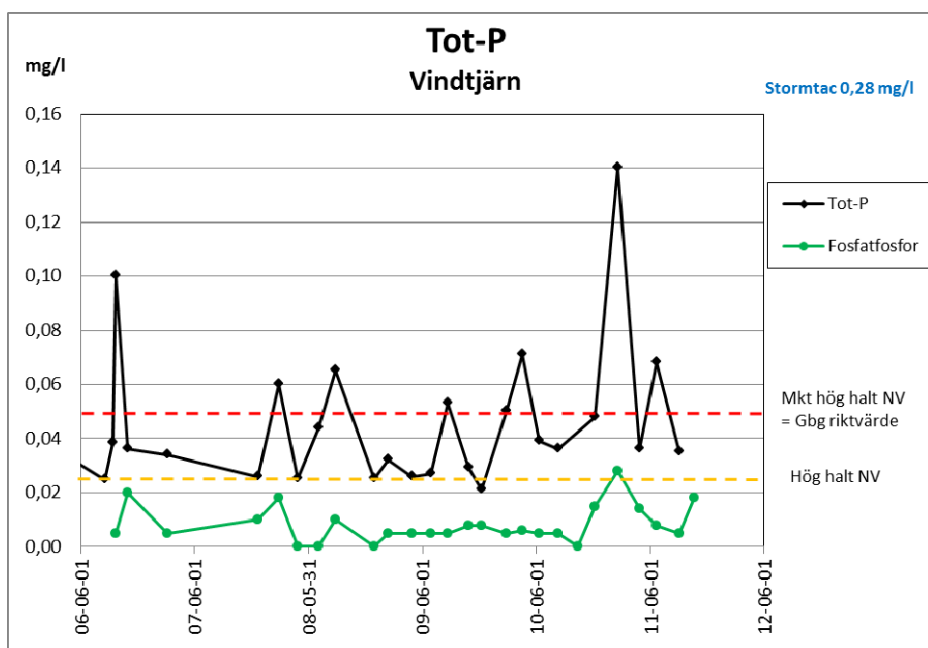
Av **figur 15** nedan framgår att halten organiskt material varierar kraftigt. Halten bedöms som hög i jämförelse med angivna bedömningsvärden. De högsta halterna har oftast uppstått under vårvintern, vilket bedöms bero på avsmältning från de snötippor som tidigare har lagts upp i norra kanten av flygplatsen. Snön har innehållit såväl formiat som glykol.



Figur 15. TOC-halt i Vindtjärn

Fosfor

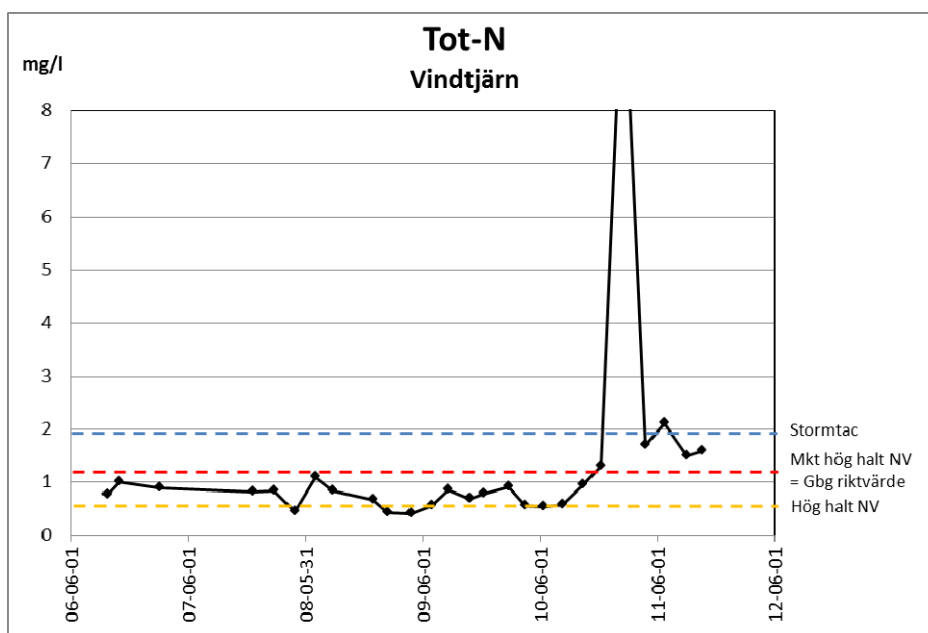
Av **figur 16** nedan framgår att även fosforhalten generellt varit högst under vintern och vårvintern. Halterna låg dock på en tämligen låg nivå i jämförelse med ordinarie dagvatten (Storm Tac). Även fosfor bedöms härröra från snöns innehåll av korrosionshämmande fosfat i formiat och glykol. Av figuren framgår att merparten av fosfor förekommer i partikulär form.



Figur 16. Fosforhalt i Vindtjärn

Kväve

Av **figur 17** nedan framgår att kvävehalten legat på samma nivå oavsett årstid, vilket indikerar att den glykol och formiat som funnits i snötipparna inte innehållit kväve. Det enstaka värdet på 11 mg/l bedöms som högst osäkert, sannolikt beror det på någon yttre faktor t ex provtagnings- eller analysfel. Verksamheten på flygplatsen bedöms inte påverka kvävehalten i Vindtjärn i någon anmärkningsvärd grad.



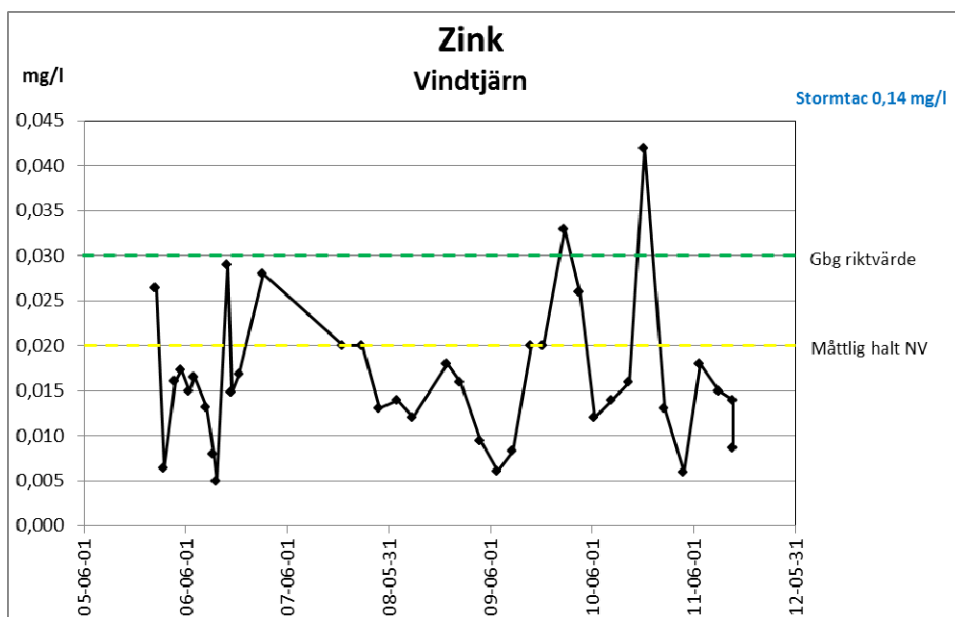
Figur 17. Kvävehalt i Vindtjärn

Tungmetaller

Alla analyserade metaller utom zink, koppar och bly ligger under detektionsgräns.

Zink

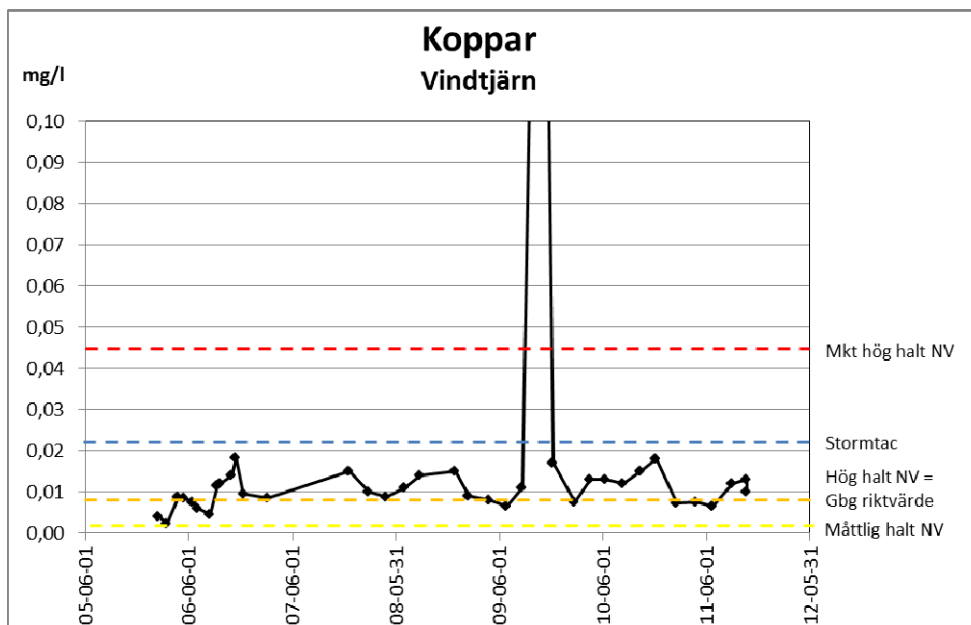
Zinkhalterna redovisas i **figur 18** nedan. Av figuren framgår att även zinkhalterna varit högst vintertid, sannolikt beroende på den korroderande verkan som formiat har. Halten är låg i jämförelse med ordinärt dagvatten (Storm Tac).



Figur 18. Zinkhalt i Vindtjärn

Koppar

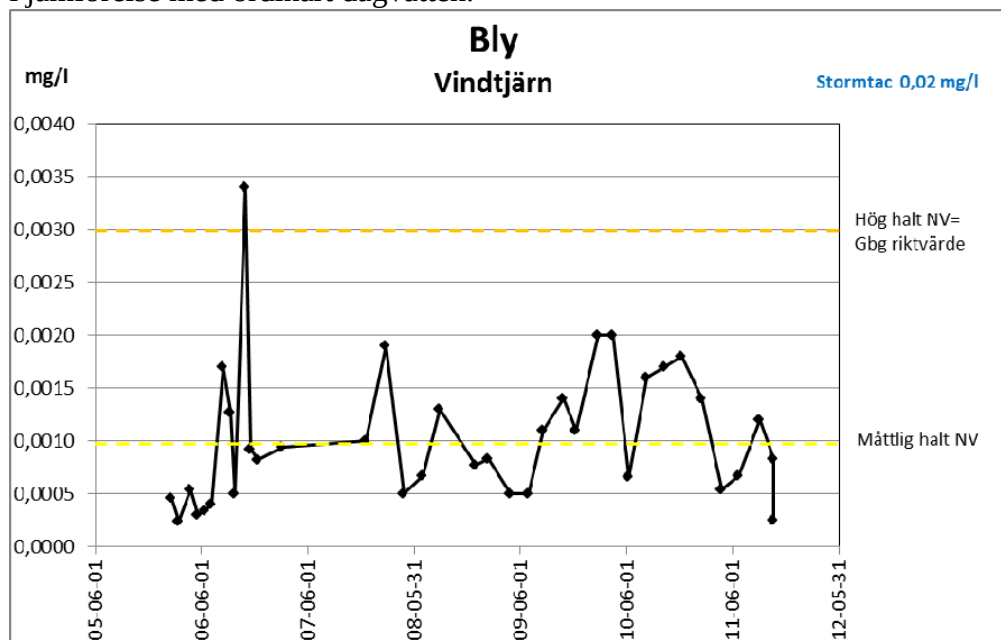
Av **figur 19** nedan framgår att kopparhalten legat på en jämn och mycket låg nivå oavsett årstid. Det enstaka värdet på 0,26 mg/l bedöms som högst osäkert, sannolikt beror det på något fel i samband med provtagning eller analys.



Figur 19. Kopparhalt i Vindtjärn

Bly

Blyhalten redovisas i **figur 20** nedan. Halten har generellt legat på en låg nivå i jämförelse med ordinärt dagvatten.



Figur 20. Blyhalt i Vindtjärn

Summering av provtagningarna i norr (Vindtjärn)

Provresultaten visar på att de högsta halterna uppstått i samband med avsmältning av snömassor.

Det nya systemet för hantering av glykol och glykolförorenad snö innebär att någon snö inte längre kommer att läggas upp vid norra banänden. Påverkan på Vindtjärn bedöms därför kunna minska betydligt.

7.1.2.2 Väster

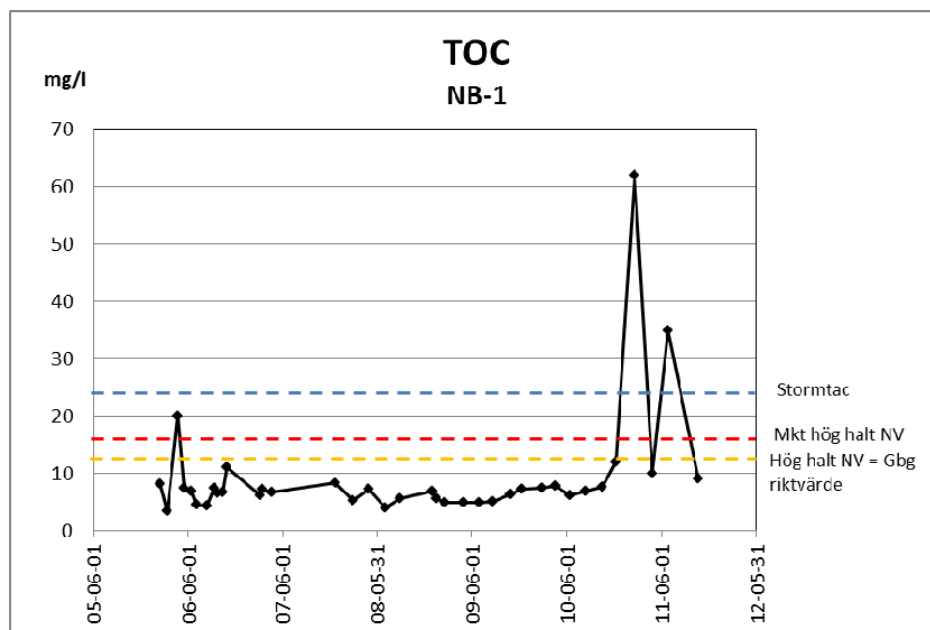
Det sker ingen medveten avledning av dag- eller dränvatten västerut från flygplatsen förutom den grundvattenavrinning som sker i nordväst från sprängstensmagasinet. Resultaten från de provpunkter som finns längs flygplatsens västra sida har därför valts att redovisas under **kapitel 7.2** recipientkontroll.

7.1.2.3 Öster (N-B 1)

I flygplatsområdets sydöstra hörn finns ett nödavlopp från sprängstensmagasinen. Vatten avleds då mot Kärrsjöbäcken via provpunkten N-B 1. Nedan redovisas resultat från provtagningar i N-B 1.

Organiskt material

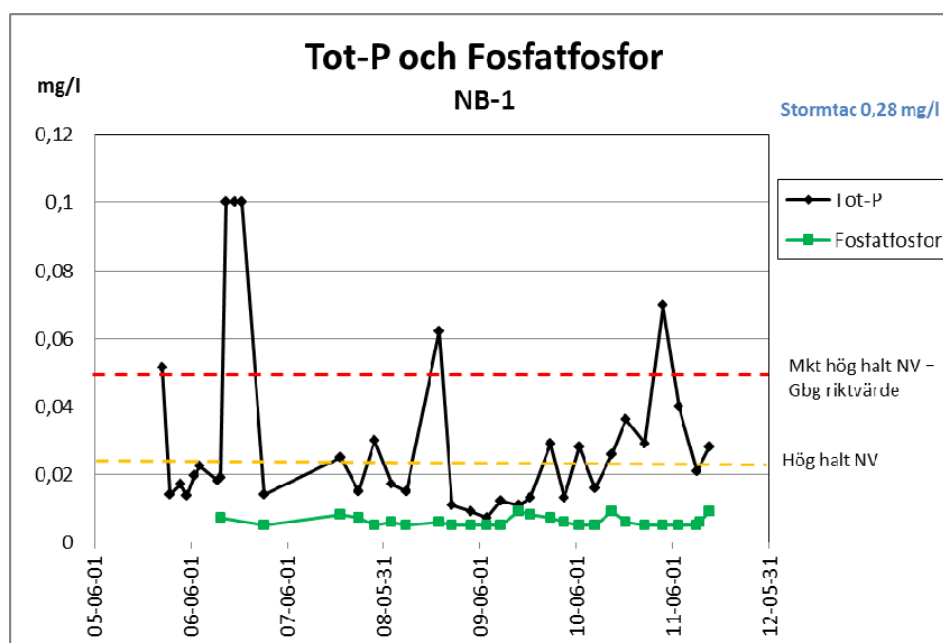
Som framgår av **figur 21** nedan ligger halten organiskt material generellt på en låg nivå, med undantag av två höga tillfällen under vintern 2010-11.



Figur 21. Halt organiskt material (TOC) i N-B 1

Fosfor

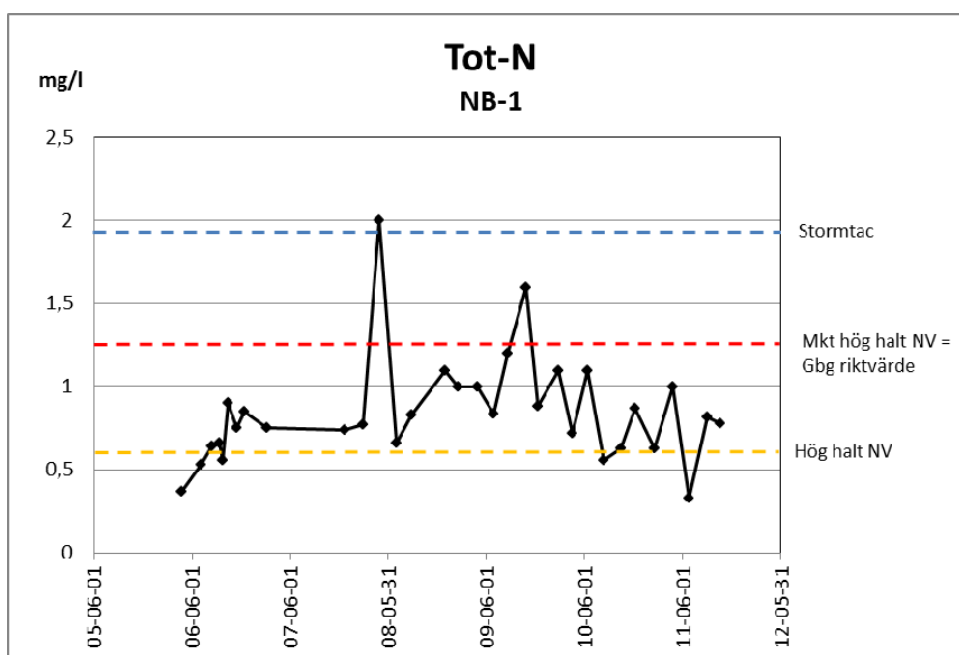
Fosforhalten varierar över tid men ligger som medelvärde mellan 0,01 och 0,03 mg/l. Halten ligger normalt långt under gällande riktvärden för dagvattnet.



Figur 22. Fosforhalt i N-B 1

Kväve

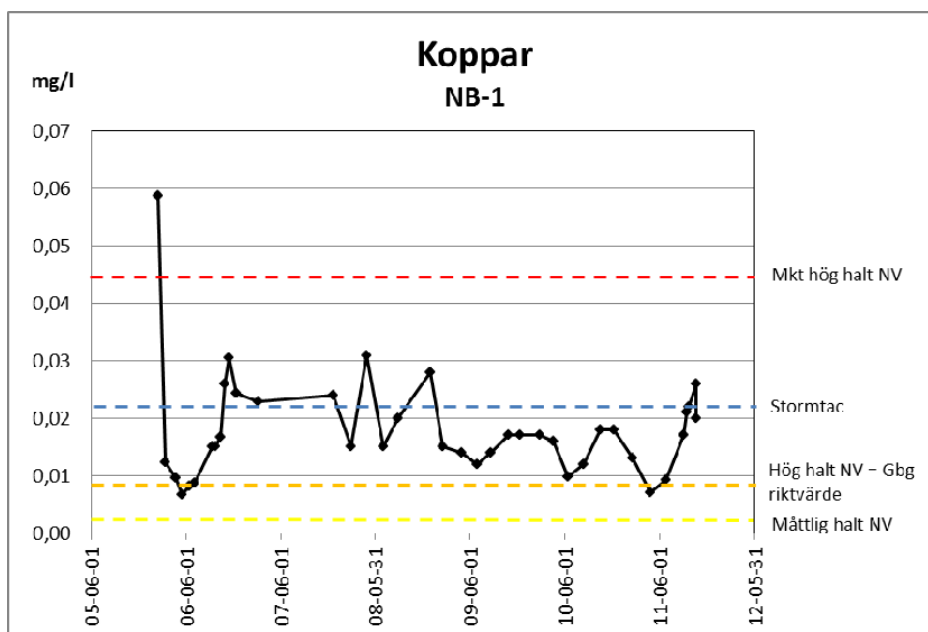
I förhållande till befintliga bedömningsgrunder ligger kvävehalten i N-B 1 på en högre nivå än vad fosfor gör, dock utom i ett fall betydligt lägre än Storm Tac, se **figur 23** nedan.



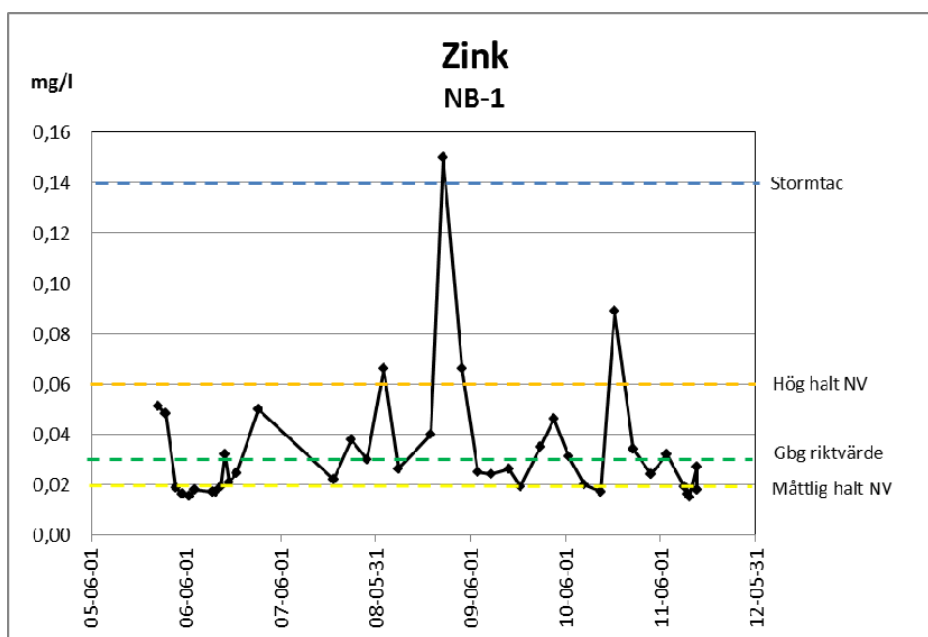
Figur 23. Kvävehalt i N-B 1

Tungmetaller

När det gäller de tungmetaller som analyseras är det koppar och zink som uppvisar de högsta halterna, jämfört med aktuella bedömningsgrunder. Båda ligger dock inom ramen för normalt dagvatten, se **figur 24-25** nedan. Övriga analyserade tungmetaller ligger lägre än normalt dagvatten och redovisas inte i diagram.



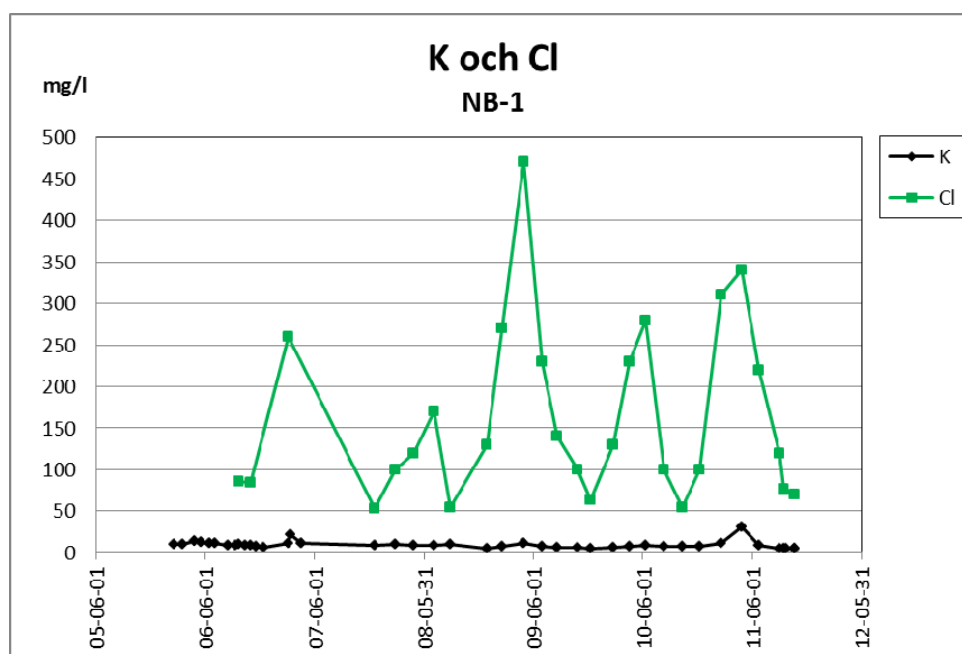
Figur 24. Kopparhalt i N-B 1



Figur 25. Zinkhalt i N-B 1

Sammanfattning av provtagningarna i öster (N-B 1)

De förhållandevis låga halterna av organiskt material och fosfor tillsammans med de högre halterna av kväve, koppar och zink tyder på att vattnet i N-B 1 inte kommer från själva flygplatsen (airside) utan snarare från mer allmänna trafikyor. Detta framgår tydligt i **figur 26** nedan som visar halten av kalium och klorid, d v s användningen av kaliumformiat respektive vägsalt.



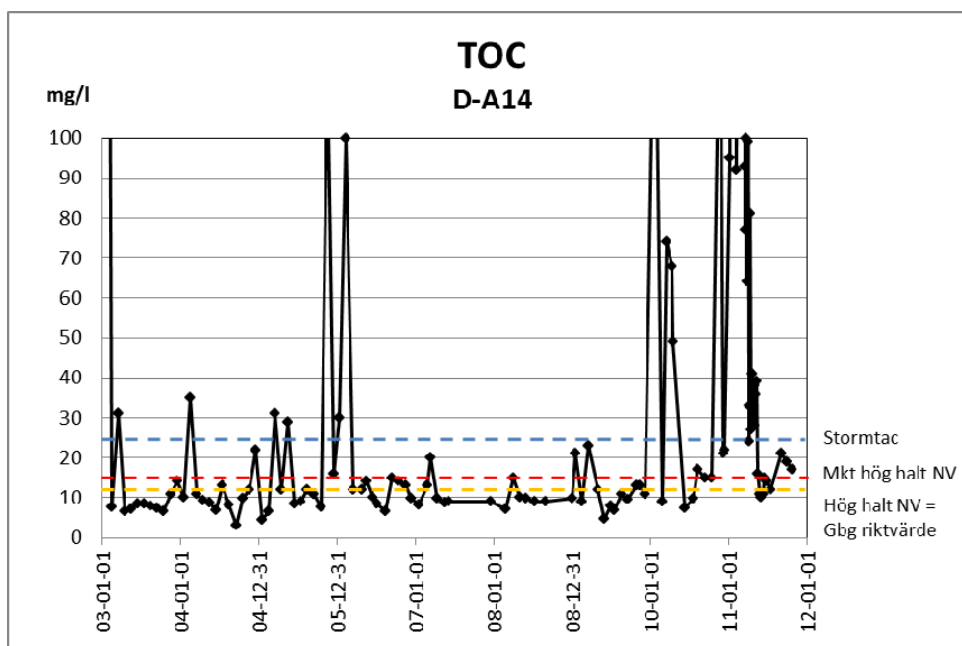
Figur 26. Kalium- och kloridhalt i N-B 1

7.1.2.4 Söder

Merparten av flygplatsområdets samlade dagvatten släpps ut via provpunkten **D-A 14** strax söder om flygplatsen. Nedan redovisas diagram över de ämnen som är mest intressanta när det gäller effekter i recipienten; organiskt material, syre, näringsämnen och tungmetaller. Det är också dessa ämnen det finns flest resultat av. I mars 2011 togs även ett prov för analys av de prioriterade ämnena enligt vattendirektivet (redovisas i kapitel 5.2.2.5).

Organiskt material

Av **figur 27** nedan framgår att det samlade dagvattenutsläppet i söder vanligtvis håller en TOC- halt mellan 8 och 15 mg/l men att det vid vissa tillfällen uppstår mycket höga halter. Inte oväntat har topparna visat sig under vintern, då användning av avsnings- och halkbekämpningsmedel används i större omfattning på flygplatsen. Topparna under vintrarna 2010 och 2011 kan förklaras med ovanligt hög användning av formiat och glykol till följd av, för Västsverige, onormalt långvarig och sträng kyla.

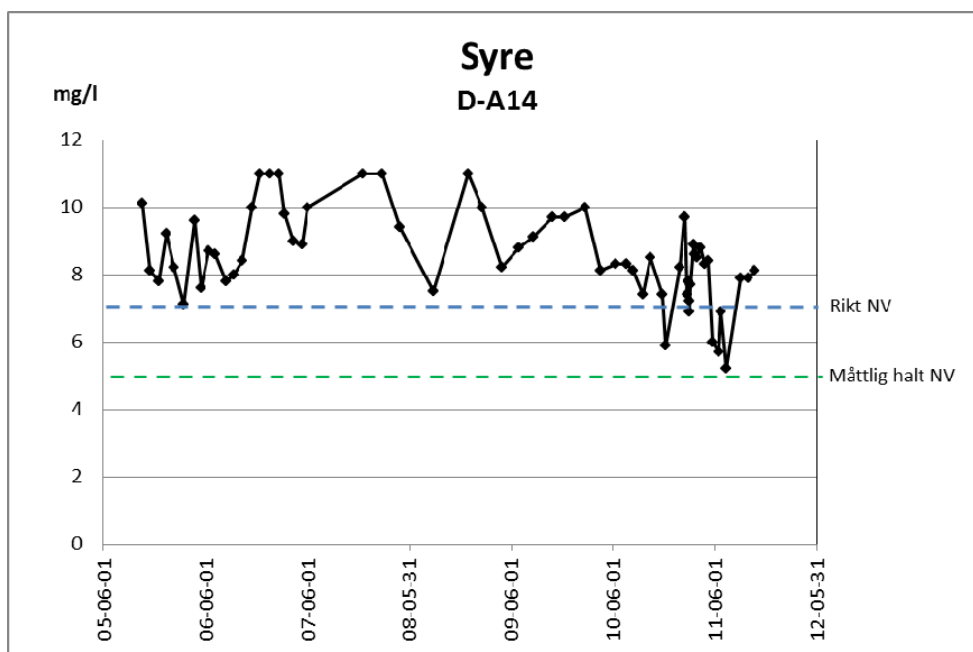


Figur 27. TOC-halt i D-A 14

Under vintern 2011 bidrog dessutom minskad kapacitet för omhändertagande av använd (lågkoncentrerad) avisningsvätska i samband med ombyggnaden av glykolhanteringen. Under ombyggnaden avlastades spillvattennätet, men i gengäld fick dagvattensystemet ta emot desto mer. I och med att glykolhanteringen är utbyggd beräknas motsvarande toppar inte bli aktuella från vintersäsongen 2011/2012 och framåt.

Syre

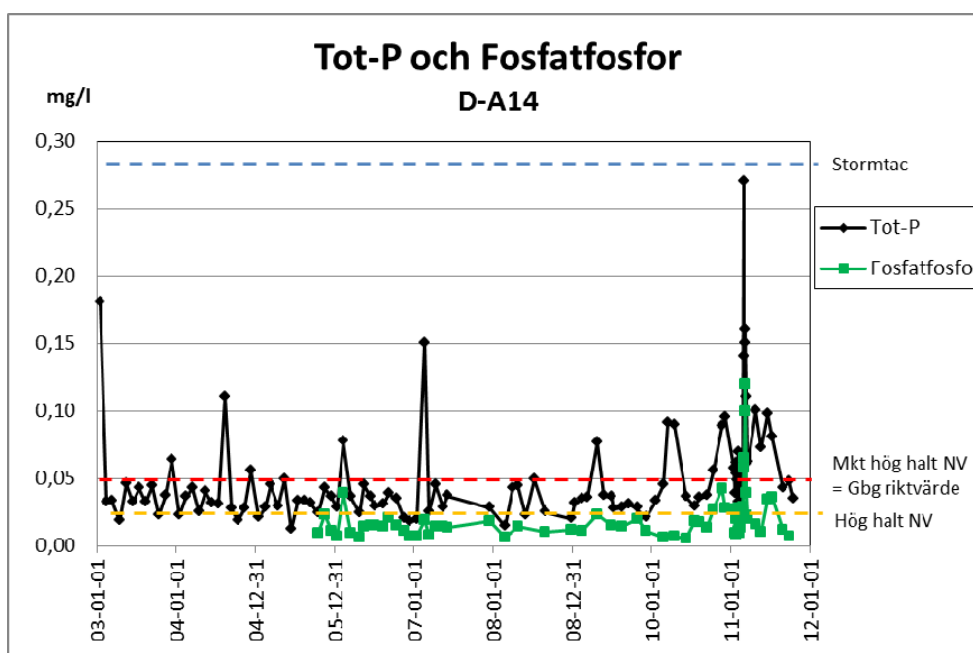
Eftersom organiskt material i samband med nedbrytning förbrukar syre är dagvattnets innehåll av syre av vital betydelse. D-A 14:s innehåll av syre redovisas i **figur 28** nedan. Av figuren framgår att syreförhållandena överlag är goda i det vatten som släpps till recipienten.



Figur 28. Syrehalt i D-A 14

Fosfor

Formiat och glykol innehåller näringsämnet fosfor (korrosionshämmande). Fosfor är ett tillväxtbegränsande näringsämne och utgör en viktig parameter vid bedömning av vattendragens kemiska och ekologiska status. Fosforhalten i D-A 14 redovisas i **figur 29**.



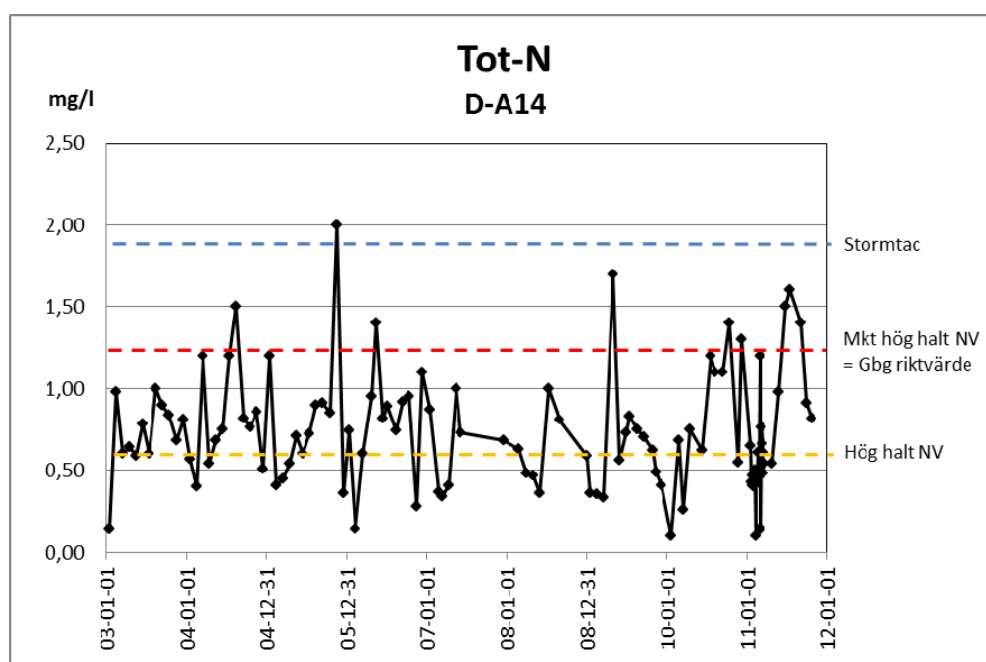
Figur 29. Fosforhalt i D-A 14

Av **figur 29** ovan framgår att fosforhalten generellt ligger under Göteborgs kommuns riktvärde för utsläpp till recipient, men att toppar över detta värde periodvis förekommer. Samtliga värden är dock lägre än Storm Tac. På samma sätt som för TOC förekommer dessa toppar under vintersäsongen, vilket bedöms ha sin förklaring i formiat- och glykolanvändningen och de byggnationer som genomfördes under vintersäsongen 2010/2011, se ovan.

Med undantag av enskilda toppar bedöms fosforhalten inte som särskilt hög i D-A 14, som dagvatten betraktat. Av **figur 29** framgår att andelen löst d v s växttillgängligt fosfor (fosfatfosfor) är förhållandevis låg jämfört med totalhalten. Merparten tycks i förekomma partikelbunden, vilket medför goda förutsättningar för fosforavskiljning i dagvattensystemet.

Kväve

Även kväve är ett tillväxtbegränsande näringsämne som påverkar allmäntillståndet i vattendragen och som påverkar vattendragens ekologiska och kemiska status. Analysresultat av kväve i D-A 14 redovisas i **figur 30**.

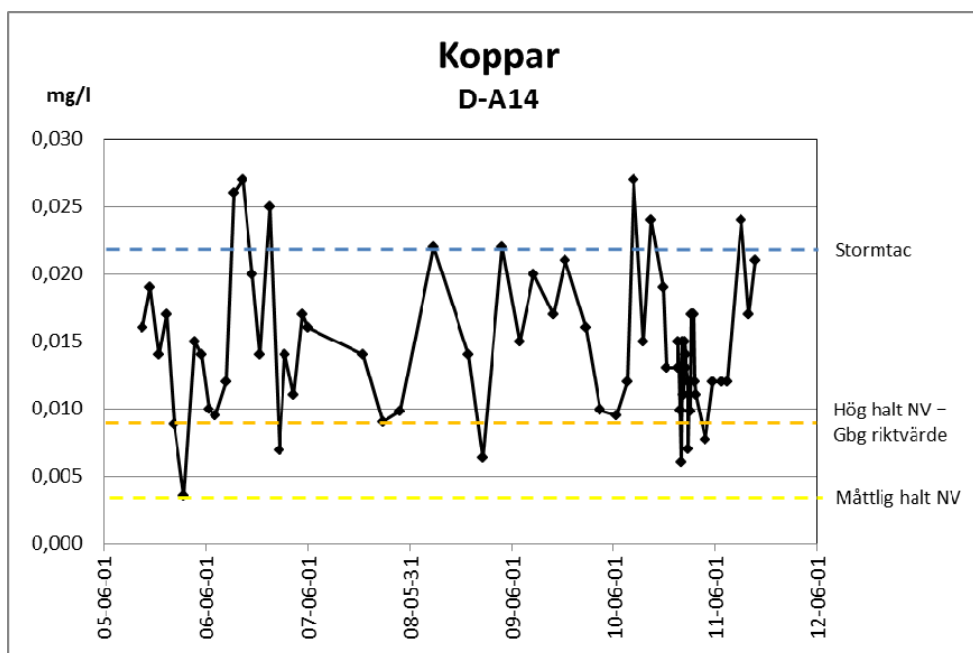


Figur 30. Kvävehalt i D-A 14.

Av **figur 30** ovan framgår att kvävehalten generellt ligger under Göteborgs stads riktvärde för utsläpp till recipient. Sedan urea slutade att användas som halkbekämpningsmedel sker inte längre någon specifik användning av kväveprodukter på flygplatsen. Det kväve som rinner av med dagvattnet bedöms huvudsakligen komma från atmosfäriskt nedfall.

Tungmetaller

På flygplatsområdet finns verksamheter som kan ge upphov till metallutsläpp. Kontinuerlig provtagning sker därför med avseende på koppar, nickel, krom, bly, kadmium och zink. Koppar- och zinkhalterna redovisas i **figurerna 31-32** nedan, medan övriga metallhalter understiger analyslaboratoriets rapporteringsgränser (och därmed inte redovisas i diagram). Halterna av nickel, krom, bly och kadmium ligger generellt i nivå med låg till mycket låg nivå i jämförelse med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag.



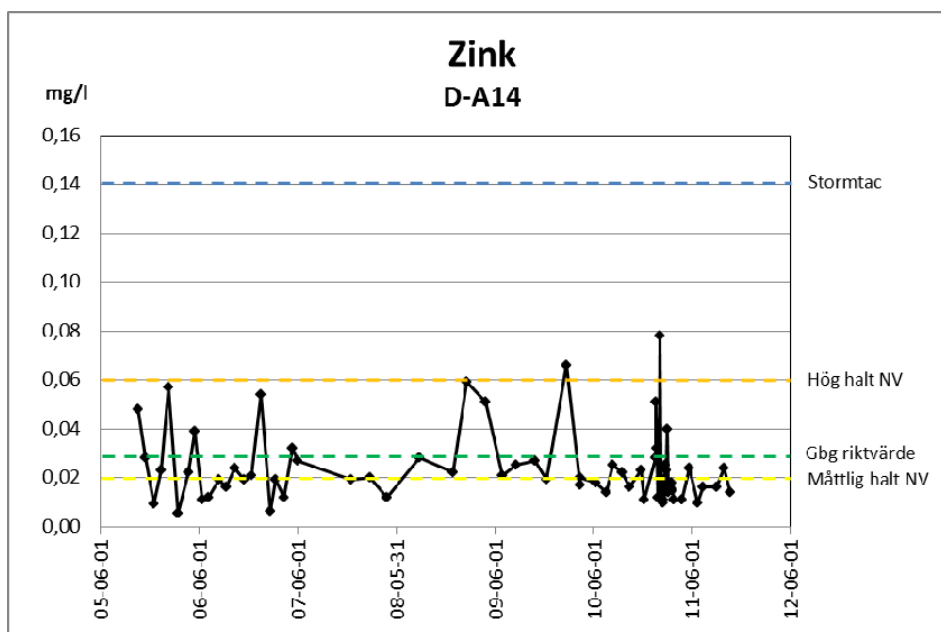
Figur 31. Kopparhalt i D-A 14.

Koppar

Kopparhalten ligger i nivå med bakgrundsvärden för dagvatten från trafik- och industriytor mm (Storm Tac). Värdena överstiger Göteborgs stads riktvärde för utsläpp till recipienten. I och med att ingen koppar används eller hanteras inom flygverksamheten härrör förekommande mängder sannolikt främst från fordonsparken och byggnadsdetaljer.

Zink

Zinkhalten (**figur 32**) varierar kraftigt mellan de olika provtagningarna men kan betraktas som normal för ett dagvatten (Storm Tac).



Figur 32. Zinkhalt i D-A 14.

Den relativt höga zinkhalten under vintern 2011 bedöms bero på den höga användningen av formiat, som har en viss korroderande verkan på metaller. Dessutom kan glykolpåläggningen i samband med flygplansavisningen innebära en viss "tvätteffekt" (vars omfattning dock inte finns dokumenterad).

Att det bland metallerna är just koppar och zink som märks mest i flygplatsens dagvatten indikerar att vattnet i den bemärkelsen är jämförbart med ordi-närt stads- och trafikdagvatten, där främst koppar och zink är vanligt förekommande.

Provtagning av grundvatten i sprängstensmagasinen

Samtliga befintliga provtagningspunkter i sprängstensmagasinen (enligt kapitel 7.1.1) representerar vatten som har sitt utlopp i provpunkten D-F 600 för vidare avrinning söderut mot Issjöbäcken. Antalet prov är dock för få för att kunna redovisas i diagramform och ge en heltäckande bild av magasinsvatt-nets kvalité. Likväl ger de följande indikation på förhållandena i magasinen:

- Vattnet är generellt påverkat av organiskt material, fosfor och kalium. TOC- och fosforhalterna ligger i nivå med dagvattenriktvärdena för Göteborgs kommun.
- Metallhalterna är generellt låga. Endast kopparhalten överstiger dagvat-tenriktvärdena för Göteborgs stad.
- Halterna av alifatiska kolväten, PAH och andra aromatiska kolväten lig-ger under detektionsgräns (provtagning 2006/07).

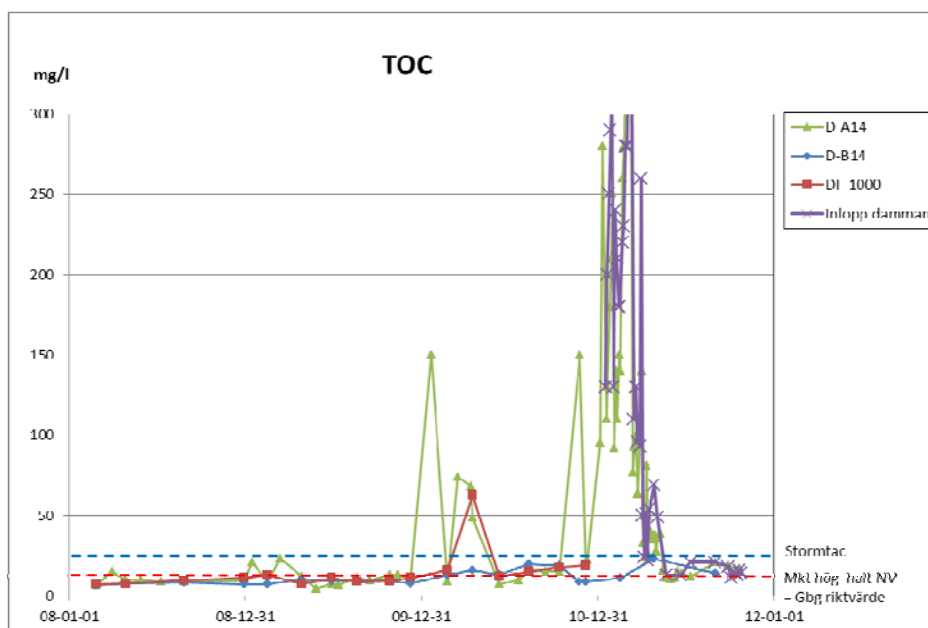
- NB-1 och NB-2 i östra delen av flygplatsen uppvisar lägre halter av organiskt material och kalium än de andra provpunkterna, men i stället höga kloridhalter och vissa förhöjda zinkhalter. Analysresultaten visar att detta vatten mer karakteriserar ett vanligt stads- och trafikdagvatten än ett typiskt bandagvatten från flygplatsen. Det vatten som avleds vid N-B 1 bedöms därför främst ske från ytor utanför airside (vilket tidigare påpekats i kapitel 7.1.2.3).

Varifrån kommer de ämnen som släpps ut i D-A 14?

Nedan görs ett försök att illustrera förekommande ämnen i D-A 14. I några figurer redovisas halten i dagvattnet från södra start/landningsbanan (D-B 14) och dagvattnet från övriga flygplatsen (D-F 1 000) tillsammans med det samlade utloppet till Issjöbäcken (D-A 14) för olika ämnen. Under 2011 har D-F 1 000 ersatts av det vatten som provtas vid inloppet till den nya dammanläggningen, i vilket även vattnet från sprängstensmagasinet ingår (D-F 600). De redovisade värdena avser visserligen halt i stället för mängd, men torde ändå ganska väl belysa relationerna mellan de olika dagvattnen. Hur det ca 1,5 km långa diket mellan flygplatsen och D-A 14 påverkat halten i D-A 14 är inte känt.

Organiskt material (TOC)

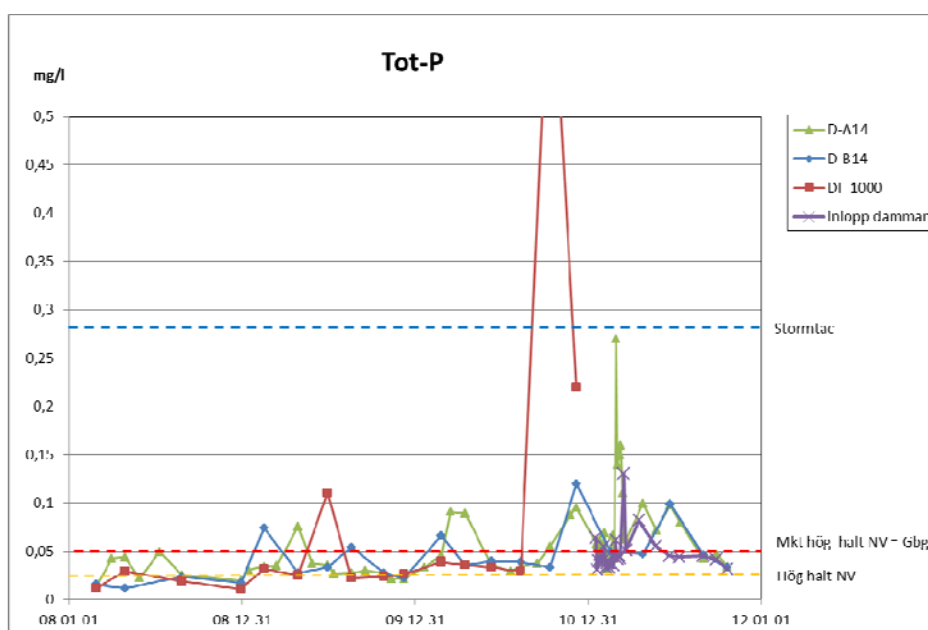
En jämförelse av TOC-halterna i D-B 14, D-F 1 000 och D-A 14 görs i **figur33** nedan. Trots att provtagning sker betydligt oftare vid D-A 14 syns att haltnivån i de olika provpunkterna följs åt. Av figuren framgår att i stort sett allt organiskt material som lämnar flygplatsområdet härrör från det norra flygplatsområdet (D-F 1 000/inlopp dammanläggning), utsläppet från den södra bandelen (D-B 14) är i jämförelsen marginellt.



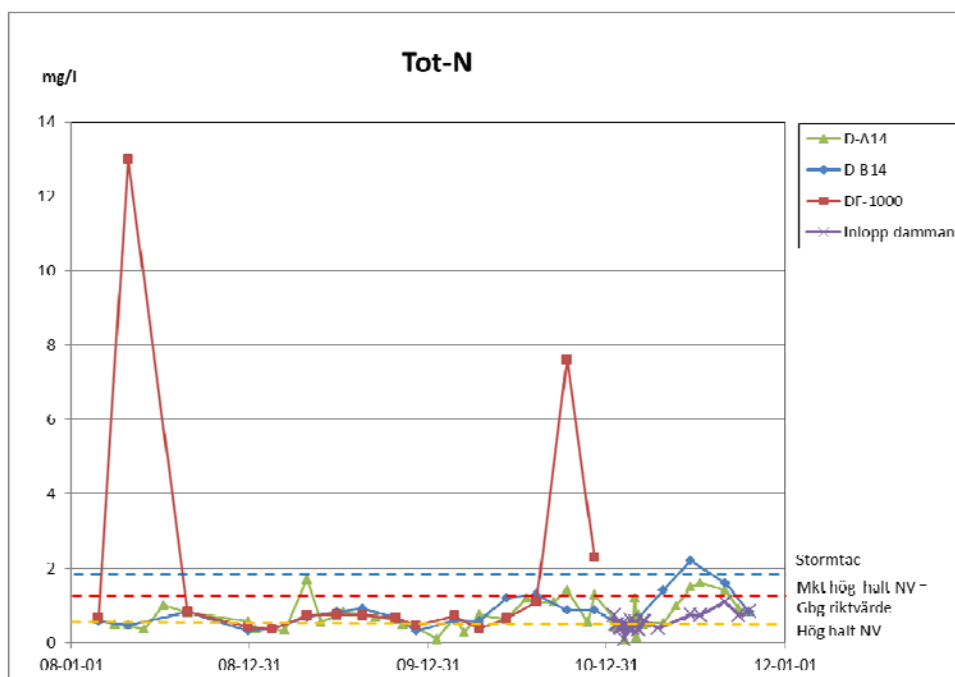
Figur 33. Jämförelse av TOC-halter i D-A 14, D-B 14 och D-F 1 000

Näringsämnen

För näringsämnena fosfor och kväve finns en större följsamhet mellan de olika provpunkterna, vilket framgår av **figurerna 34-35** nedan. Fosforhalten har under vintersäsongerna 2009/10 och 2010/11 legat något över Göteborgs kommuns riktvärde för dagvatten, medan kvävehalterna generellt legat på en lägre nivå i förhållande till riktvärdet. De extremvärden som finns i de två diagrammen bedöms som orealistiska, de bör bero på fel i samband med provtagning eller analys.



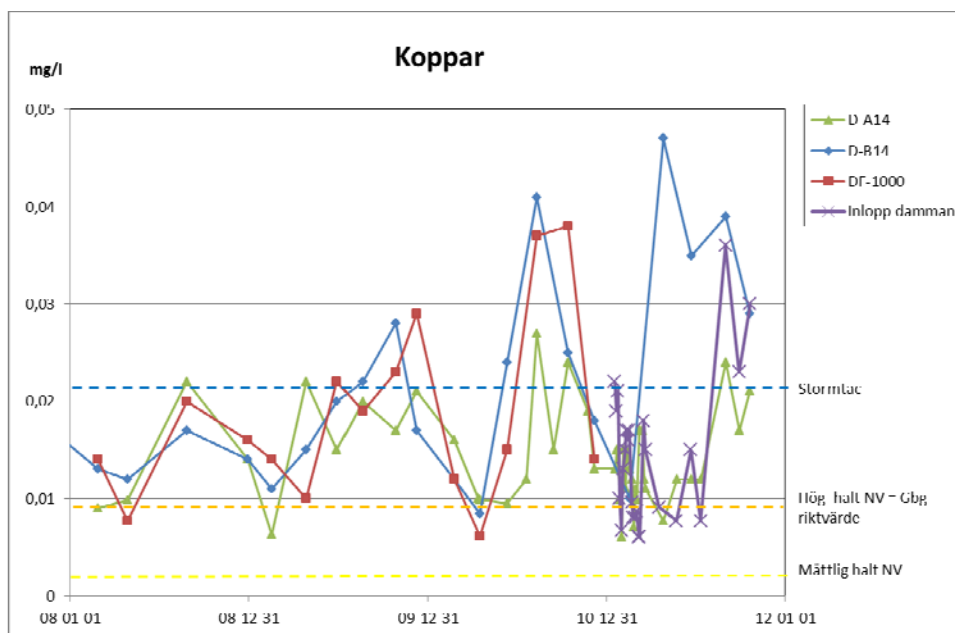
Figur 34. Jämförelse av fosforhalter i D-A 14, D-B 14 och D-F 1 000



Figur 35. Jämförelse av kvävehalter i D-A 14, D-B 14 och D-F 1 000

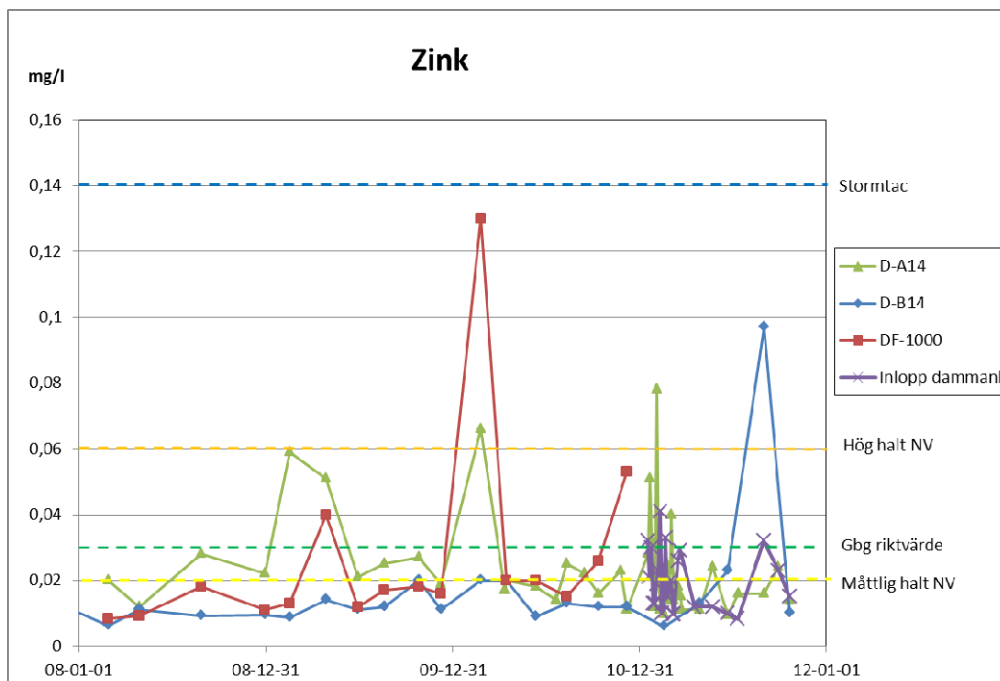
Tungmetaller

Som framgår av **figur 36** nedan är kopparhalten ungefär lika hög i de tre provpunkterna (undantaget två mycket höga värden i D-B 14 i början av 2011).



Figur 36. Jämförelse av kopparhalter i D-A 14, D-B 14 och D-F 1 000

Av **figur37** nedan framgår att zinkhalten däremot är högre i dag- och magasinvattnet från den norra delen av flygplatsen jämfört med det mer utpräglade bandagvattnet i den södra delen.



Figur 37. Jämförelse av zinkhalter i D-A 14, D-B 14 och D-F 1 000

7.1.3 Sammanfattande analys

Resultaten från provtagningen vid flygplatsen kan sammanfattas enligt följande:

Halterna av de analyserade ämnena håller sig som regel på samma nivå som ordinärt dagvatten från stads- och trafikmiljöer men stiger oftast under vintern. Främst gäller detta organiskt material och fosfor, till följd av användningen av glykol och formiat. Skillnaden i halt mellan dagvattnet från södra banområdet och norra flygplatsområdet indikerar att de höga halterna under vintern hör samman med att flygplansavisning sker på norra delen av området. Kvävehalten har en mer oregelbunden variation, vilket till största delen bedöms bero på atmosfäriskt nedfall i samband med nederbörd. Kväve används heller inte på flygplatsen. Ett visst bidrag bedöms komma från flygplatsens samlade fordonstrafik.

Metallhalterna är generellt låga. Koppar- och zinkhalterna är i nivå med ordinärt dagvatten från trafik- och industriortor medan övriga analyserade metaller förekommer under detektionsgräns.

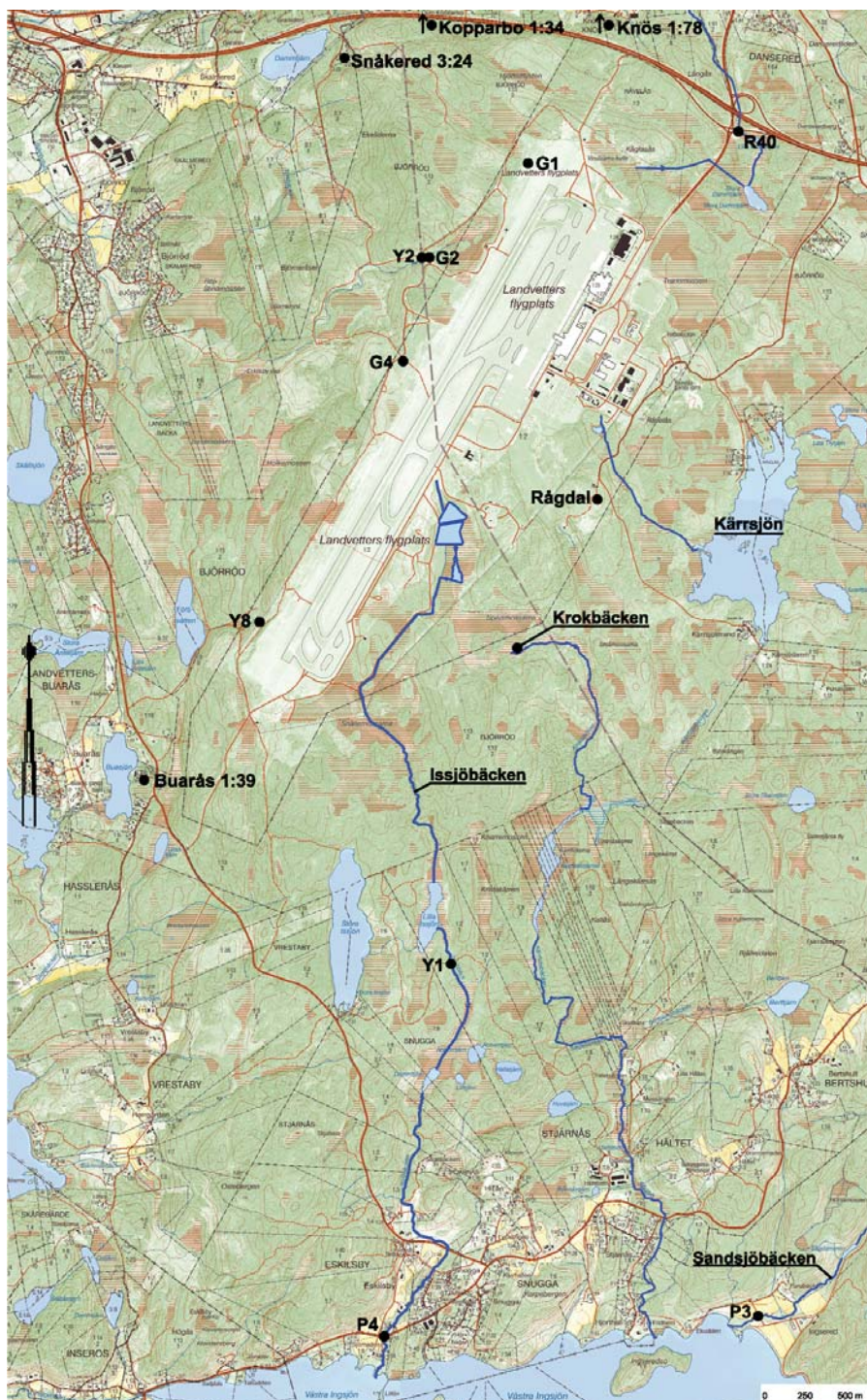
Under 2006-07 och 2011 analyserades vattnet i sprängstensmagasinen med avseende på miljöfarliga organiska ämnen (alifatiska kolväten, PAH och andra aromatiska kolväten mm). Samtliga analyser låg under detektionsnivån.

Den ombyggda hanteringen av använd avisningsvätska bedöms reducera utsläppen betydligt, sannolikt avseende alla föroreningar men främst organiskt material och fosfor.

7.2 Recipientkontroll

7.2.1 Kontrollpunkter

Recipientkontrollpunkterna redovisas på karta i **figur 38** och beskrivs, från norr till söder, i texten nedan.



Figur 38. Recipientkontrollpunkter vid Landvetter flygplats

Kopparbo 1:34

Dricksvattenbrunn 2-3 km norr om flygplatsen. Provtagning en gång per år.

Knös 1:78

Dricksvattenbrunn 2-3 km norr om flygplatsen. Provtagning en gång per år.

Snåkered 3:24

Dricksvattenbrunn ca 1 300 m nordväst om flygplatsen. Provtagning en gång per år.

R40

Kontrollpunkt för ytvatten i norr innan utflödet i Mölndalsån. Samlingspunkt för påverkan i norr och nordost. Provtagning sker ca varannan månad.

G1

Grundvattenrör i berg strax nordväst om flygplatsen. Ett prov 2011-09-14.

G2

Grundvattenrör i berg strax väst om norra flygplatsområdet. Tre prover tagna i samband med undersökningar 2006-07 samt ett prov 2011-09-26.

Y2

Mindre bäck strax väster om norra flygplatsområdet (intill G2), väster om sprängstensmagasin med "öppen slänt" (se kapitel 3). Provtagning ca varannan månad.

G4

Grundvattenrör i berg strax väster om flygplatsens mitt. Tre prover tagna i samband med undersökningar 2006-07 samt ett prov 2011-09-26.

Rågdal

Dricksvattenbrunn i berg ca 500 m öster om flygplatsen. Provtagning en gång per år.

Y8

Mindre dike strax sydväst om start- och landningsbanan. Under banan finns ett sprängstensmagasin med "öppen slänt" (se kap 4). Provtagning ca varannan månad.

Krokbäcken

Provpunkt öster om Spejsmossen, som vid ett tillfälle under september 2008 (passiv provtagning under en månad) provtagits för att kontrollera spridning österut från Issjöbäcken.

Buarås 1:39

Dricksvattenbrunn ca 1km sydväst om flygplatsen. Provtagning en gång per år.

Y1

Issjöbäcken, söder om Lilla Issjön. Närmaste recipient för den huvudsakliga avvattningen från flygplatsen. Provtagning ca varannan månad.

P4

Issjöbäckens utlopp i Västra Ingsjön. Provtagning ca varannan månad. I mars 2011 togs ett prov för analys enligt Vattendirektivets lista med prioriterade ämnen (miljökvalitetsnormer). P4 ingår även i den recipientkontroll som utförs av Kungsbackaåns vattenvårdsförbund.

P3

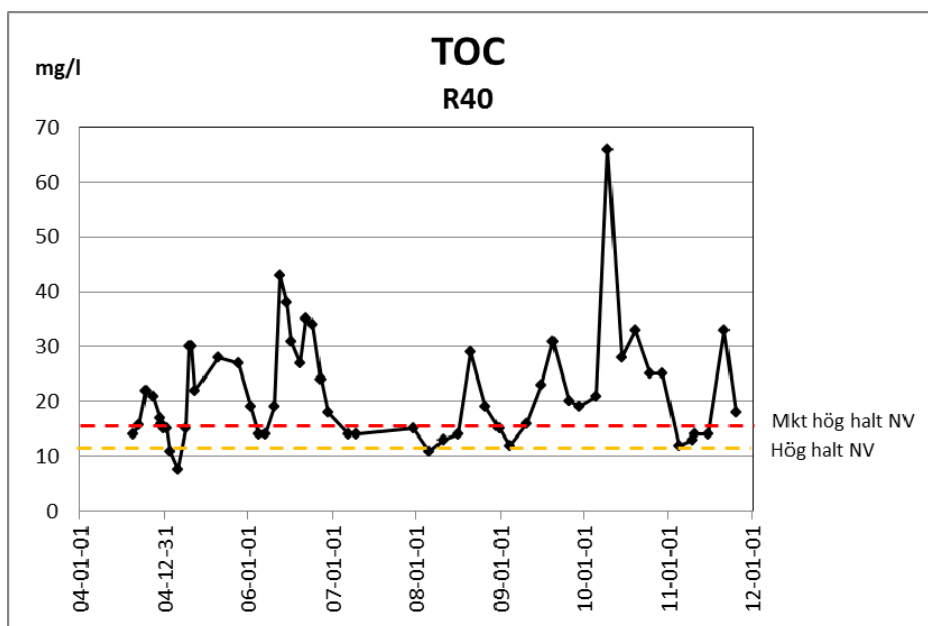
Sandsjöbäckens utlopp i Västra Ingsjön, ca 2 km öster om P4. Provpunkten används som referens för icke flygplatspåverkat vatten. Provtagning ca varannan månad. P3 ingår även i den recipientkontroll som utförs av Kungsbackaåns vattenvårdsförbund.

7.2.2 Resultat**7.2.2.1 Norr (ytvatten)**

För att kontrollera recipientpåverkan i ytvatten norr och nordost om flygplatsen tas prov regelbundet i en bäck vid riksväg 40 (provpunkten R 40) före bäckens mynning i Mölndalsån. Kvaliteten påverkas i någon mån av tillfartsvägen till flygplatsen och även i någon mån från trafikplatsen vid motorvägen. Resultat för de ur recipientsynpunkt mest intressanta ämnena redovisas nedan.

Organiskt material:

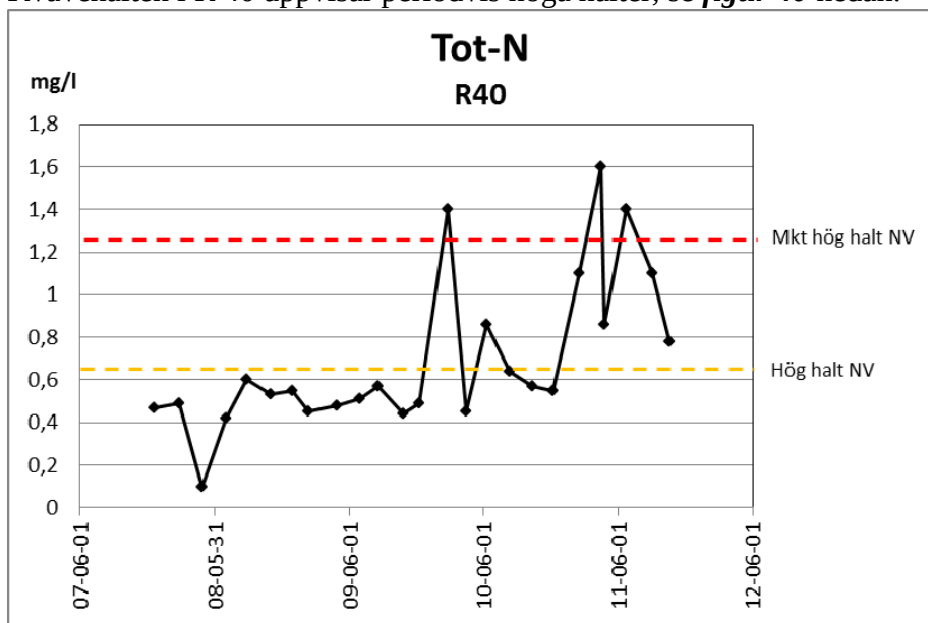
Halten organiskt material (mätt som TOC) är enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag mycket hög i R 40, se **figur 39** nedan. Halten varierar dock kraftigt, med de högsta halterna vintertid. Halttopparna känns igen från de som uppmätts i Vindtjärn (se **kapitel 7.1.2.1**), men är här betydligt lägre.



Figur 39. TOC i provpunkt R 40

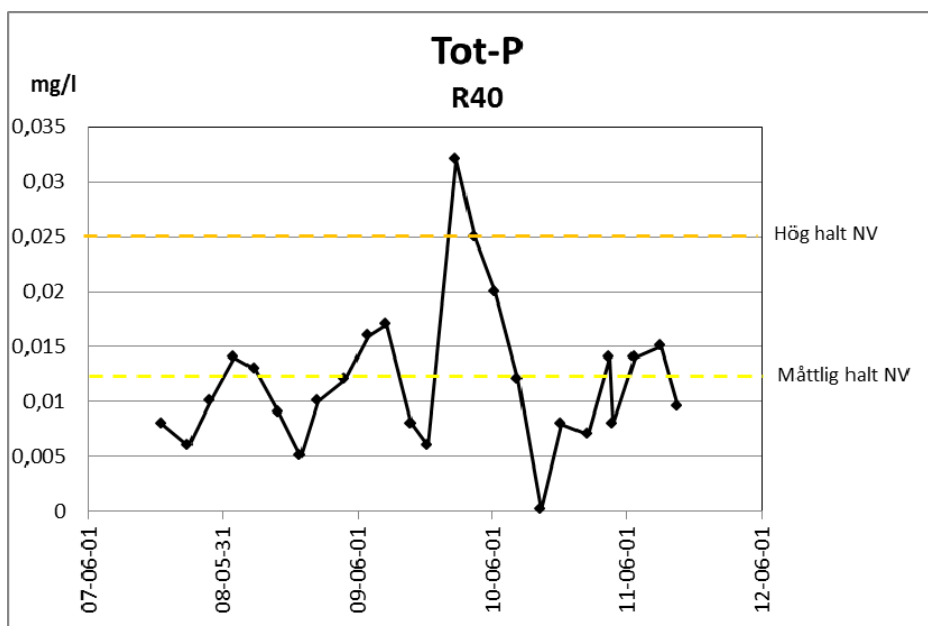
Näringsämnena kväve och fosfor

Kvävehalten i R 40 uppvisar periodvis höga halter, se **figur 40** nedan.



Figur 40. Kvävehalten i provpunkt R 40

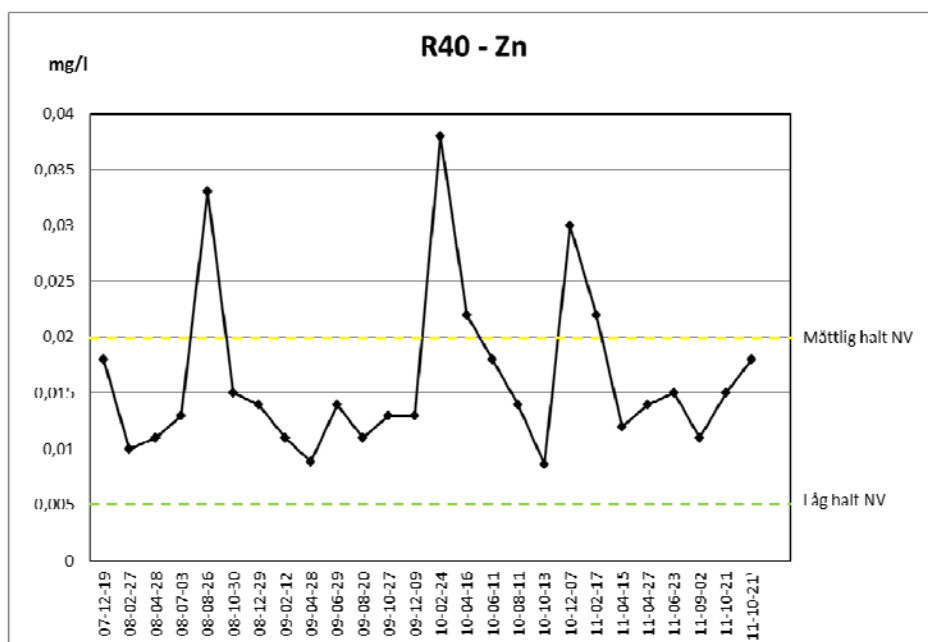
Fosforhalten ligger däremot oftast på en låg till måttlig nivå jämfört med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder, se **figur 41** nedan.



Figur 41. Fosforhalten i provpunkt R 40

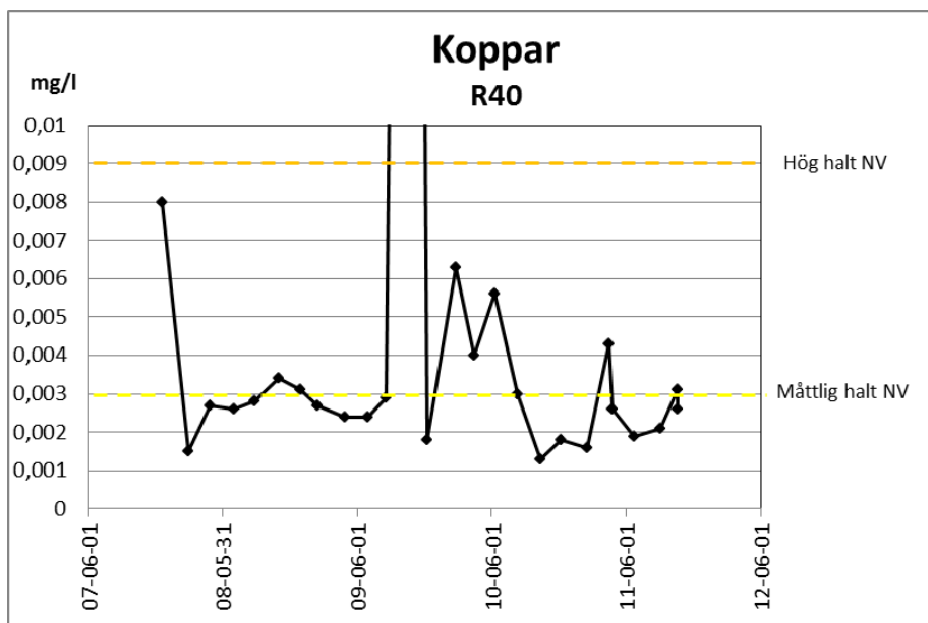
Tungmetaller

Halterna av kadmium och krom ligger generellt under detektionsnivå (0,0001 respektive 0,001 mg/l). Zink-, koppar- och blyhalterna låter sig däremot illustreras i diagram enligt nedan. Zinkhalten i R 40 redovisas i **figur 42**. Av figuren framgår att zinkhalten pendlar mellan låg och måttlig nivå (enligt NV).



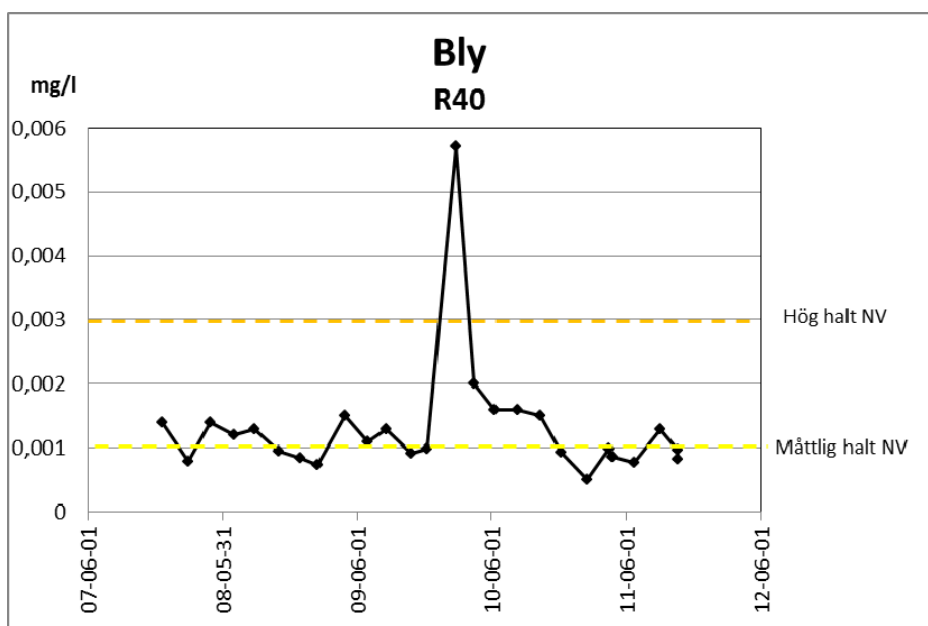
Figur 42. Zinkhalten i provpunkt R 40

Även kopparhalten varierar mellan låg och måttlig nivå, se **figur 43** nedan. Det extremt höga värdet (0,064 mg/l) hösten 2009 bedöms inte som rimligt, utan beror troligen på felaktig hantering eller kontaminering av provet.



Figur 43. Kopparhalten i provpunkt R 40

Blyhalten ligger oftast på en enligt Naturvårdsverket måttlig nivå, se **figur 44** nedan.



Figur 44. Blyhalten i provpunkt R 40

Sammanfattning av ytvattenkontrollen norr om flygplatsen

Flygplatsen bedöms ha en påverkan på det ytvatten som rinner av från området. Främst märks detta vad det gäller organiskt material och fosfor, vilket bedöms bero på de snötippor som fram till och med vintern 2010 - 2011 lagts upp vid norra banändan. Denna snö har innehållit rester av formiat och framför allt glykol.

Vid en jämförelse med halterna i Vindtjärn (se kapitel 7.1.2.1) framgår att halterna av de flesta ämnen är utspädda och därmed lägre i R40. Endast organiskt material är påtagligt hög i jämförelse med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.

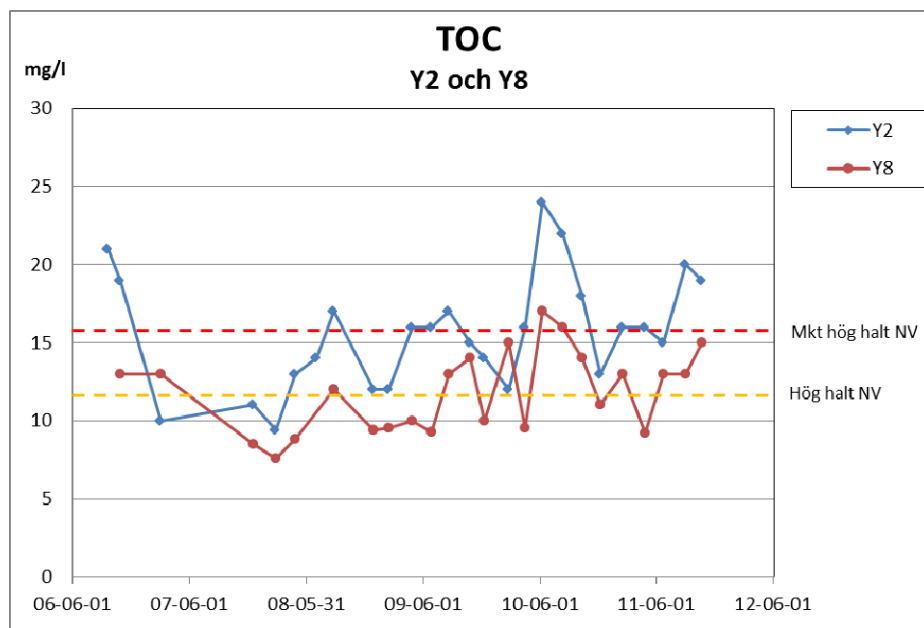
Förutom flygplatsen kan provpunkten R40 även påverkas av dagvatten från flygplatsens tillfartsväg och påfarten till Riksväg 40.

7.2.2.2 Väster

Recipientpåverkan väster om flygplatsen kontrolleras främst med provtagning varannan månad av bäckvatten i Y2 (nordväst) och Y8 (sydväst). Dessutom har grundvattenrören G2 och G4 kontrollerats i samband med särskilda utredningar, dels ett prov i september 2011 i samband med denna utredning, dels tre prov i samband med dagvattenutredningen 2006-07. Samtliga provpunkter ligger mycket nära flygplatsen, se *figur 38*.

Organiskt material

Halten organiskt material i Y2 och Y8 redovisas i *figur 45* nedan.

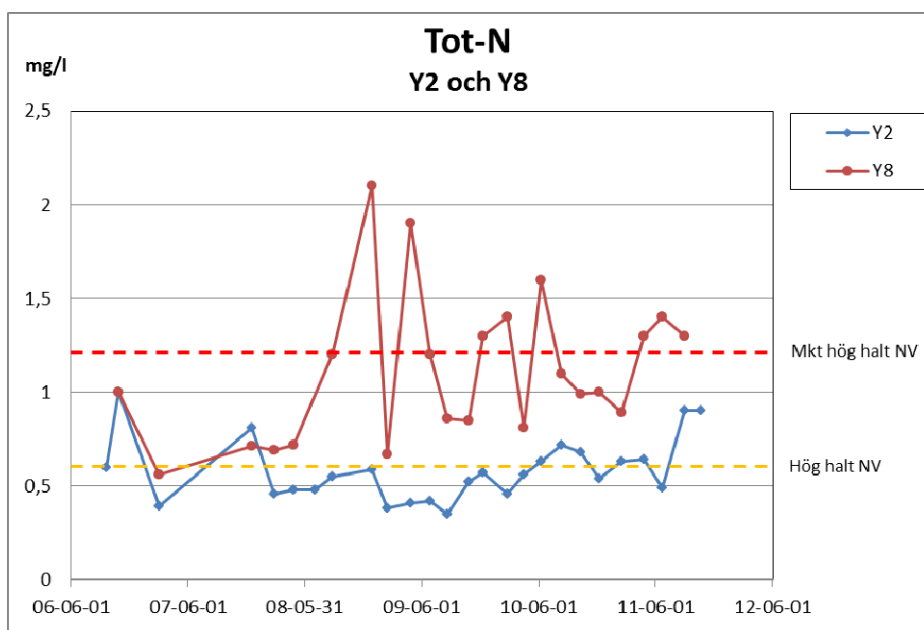


Figur 45. Halten organiskt material i Y2 och Y8.

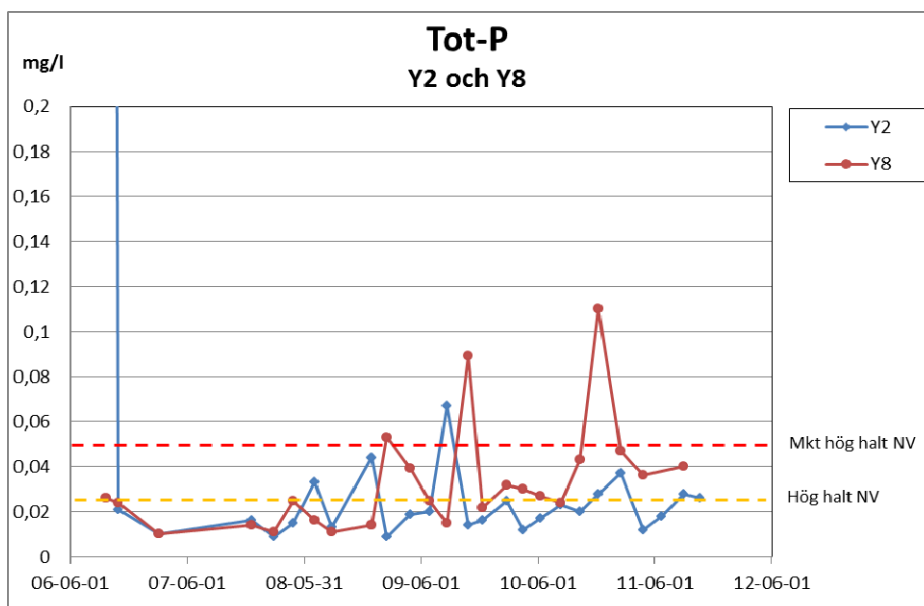
Av **figur 45** ovan framgår att halten organiskt material är något högre i Y2 och att den ligger på en hög nivå jämfört med NV:s bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag.

Näringsämnena kväve och fosfor

Halterna av kväve och fosfor redovisas i **figurerna 46 - 47** nedan.



Figur 46. Kvävehalten i Y2 och Y8.

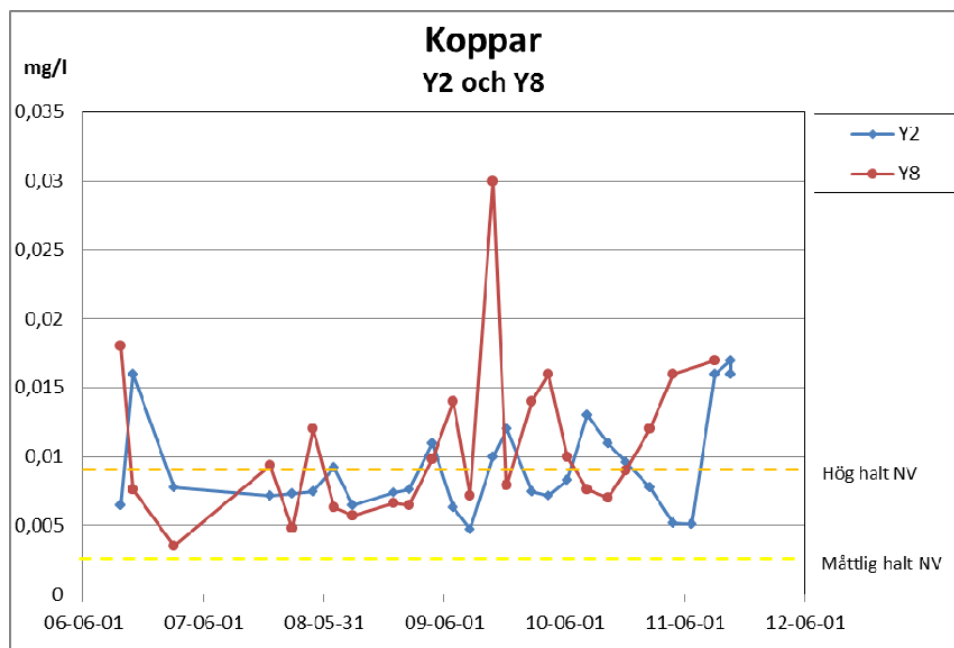


Figur 47. Fosforhalten i Y2 och Y8.

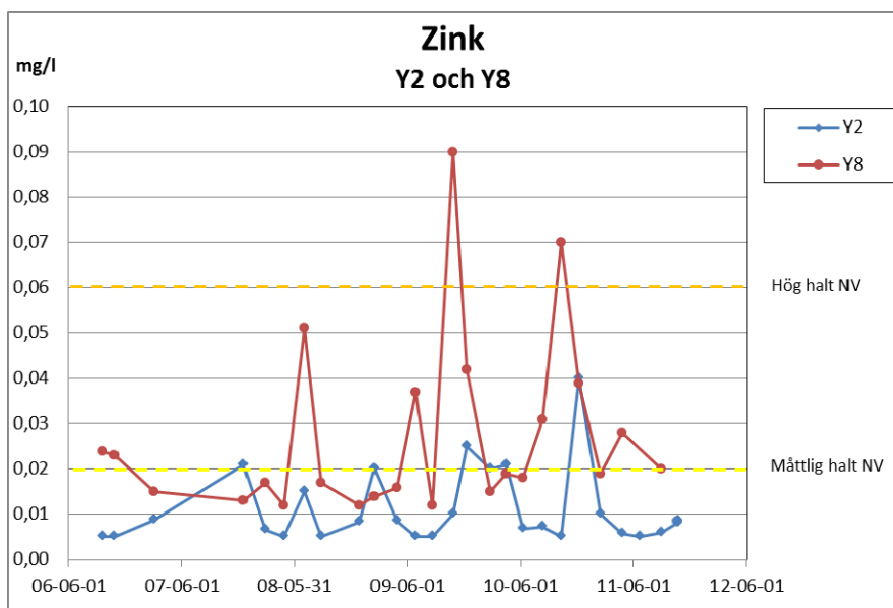
Av **figurerna 46-47** ovan framgår att såväl kväve- som fosforhalterna är högre i Y8 än Y2, vilket främst gäller för kväve. Tänkbart är att en viss mängd fosfor kan skvätta ut väster om start- och landningsbanan, men när det gäller kväve är det svårt att förklara de förhöjda halterna. Alternativt kan Y8 påverkas av någon källa som inte härrör från flygplatsen eller så är halterna naturligt höga i omgivningen.

Tungmetaller

I **figurerna 48-49** nedan redovisas uppmätta halter av koppar och zink i provpunkterna Y2 och Y8. Halterna för övriga metaller har generellt legat lägre än analysmetodernas detektionsnivåer. Av **figurerna 48-49** framgår att kopparhalten ligger kring "hög" nivå jämfört med Naturvårdverkets bedömningsgrunder, medan zinkhalten ligger på en lägre "låg" till "måttlig" nivå.



Figur 48. Kopparhalten i Y2 och Y8.



Figur 49. Zinkhalten i Y2 och Y8.

Grundvatten i väster

Provtagningen i grundvattenrören G2 och G4 visar på tämligen stora avvikelser sinsemellan. Medelvärden av uppmätta analysresultat för de mest anmärkningsvärda analysparametrarna redovisas i **tabell 2** nedan. I tabellen görs kommentarer med hänvisning till tillgängliga och relevanta bedömnings- eller riktvärden.

Tabell 2. Halter i grundvatten vid G2 och G4

Parameter	G2	G4	Kommentar
Färgtal (mg Pt/l) 3 prov	48	1470	Den mycket höga halten vid G4 indikerar någon form av påverkan. Beträktat som ytvatten ¹⁵ är vattnet starkt påverkat vid 100 mg/l. Gränsen för tjänligt dricksvatten med anmärkning ¹⁶ går vid 30 mg/l.
Alkalinitet (mg/l) 3 prov	69	183	Halten i G4 indikerar påverkan.
TOC (mg/l) 2 prov	3,5	38	Gränsen för mycket hög halt i ytvatten ¹⁵ går vid 16 mg/l.
COD (mg/l) 2 prov	1,7	58	Gränsen för mycket hög halt i ytvatten ¹⁵ går vid 16 mg/l.
NH ₄ -N (mg/l) 3 prov	0,13	3,3	Gränsen för tjänligt dricksvatten med anmärkning ¹⁶ går vid 0,5 mg/l. Gränsen för god kemisk status ¹⁷ för NH ₄ går vid 1,5 mg/l. Gränsen för mycket hög halt total-N i ytvatten ¹⁵ går vid 1,25 mg/l.

¹⁵ Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag (Rapport 4913)

¹⁶ Socialstyrelsens riktvärden för enskilda brunnar (SOFs 2003:17)

¹⁷ Riktvärden enligt vattendirektivet (SGU 2008:2)

Total-P (ug/l) 1 prov	62	380	Gränsen för mycket hög halt i ytvatten går vid 50 ug/l.
Fe (mg/l) 4 prov	28	135	Gränsen för tjänligt med anmärkning ¹⁸ går vid 0,5 mg/l. Tydlig påverkan i båda provpunkterna.
Ni (ug/l) 4 prov	7,6	66	Naturvårdsverkets gränser ¹⁹ för måttligt allvarlig och allvarlig halt i grundvatten går vid 50 resp 150 ug/l. Otjänligt som dricksvatten ¹⁸⁺²⁰ vid 20 ug/l.
Zn (ug/l) 4 prov	4,5	60	Naturvårdsverkets gränser ²¹ för måttlig och hög halt i grundvatten går vid 20 resp 300 ug/l.
As (ug/l) 4 prov	1,6	18	Gränsen för god kemisk status ²² går vid 10 ug/l. Naturvårdsverkets ¹⁹ gräns för hög halt går vid 10 ug/l (mycket hög halt vid 50 ug/l). Otjänligt som dricksvatten ¹⁸ vid 10 ug/l.
Pb (ug/l) 2 prov	1,8	12	Gränsen för hög halt ¹⁹ i grundvatten går vid 3,0 ug/l. Otjänligt som dricksvatten ¹⁸ vid 10 ug/l.

Som framgår av tabell 2 ovan bör provpunkten G4 betraktas som starkt påverkad. Enligt uppgift finns rester av en gammal och avslutad byggtipp i närheten och provpunktens lokalisering i förhållande till tippens talar för att avfallet i tippens kan påverka grundvattnet.

Några analyserbara halter av PAH eller andra kolväteföreningar har dock inte registrerats i samband med de provtagningar som utfördes vid de båda provpunkterna under 2006 – 2007 och 2011.

Förhållandena vid G4 studeras lämpligen vidare inom ramen för det fortlöpande MIFO-arbetet.

Sammanfattning av recipientkontrollen väster om flygplatsen

Jämfört med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag är halterna av organiskt material, fosfor och koppar höga, vilket skulle kunna tyda på en viss påverkan från flygplatsen. Halten organiskt material är något högre i Y2 jämfört med Y8, medan det generellt är tvärtom för övriga ämnen. Flödet i de båda provpunkterna är lågt, vilket innebär att miljöpåverkan av dessa ämnen ändå bedöms som liten (utsläppsmängder redovisas i kapitel 8).

Allvarligast bedöms de förhöjda halterna i G4 vara.

¹⁸ Socialstyrelsens riktvärden för enskilda brunnar (SOF 2003:17)

¹⁹ Naturvårdsverkets indelning av tillstånd för förorenat grundvatten (Rapport 4918)

²⁰ Livsmedelsverket föreskrifter (SLV FS 2001:30)

²¹ Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för grundvatten (Rapport 4915)

²² Riktvärden enligt vattendirektivet (SGU 2008:2)

7.2.2.3 Öster

Utsläppet från N-B 1 har tidigare beskrivits i kapitel 7.1.2.3.

I **Kärresjöbäcken**, ca 400 m nedströms utsläppspunkten NB-1, togs tre prov för analys 2006-07. Jämfört med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder klassades halterna då som **måttligt höga till höga** när det gäller organiskt material, kväve, fosfor, koppar och zink. Övriga ämnen uppmättes i lägre halter. Det är okänt hur höga halterna är i Kärresjöbäcken i dag.

7.2.2.4 Söder

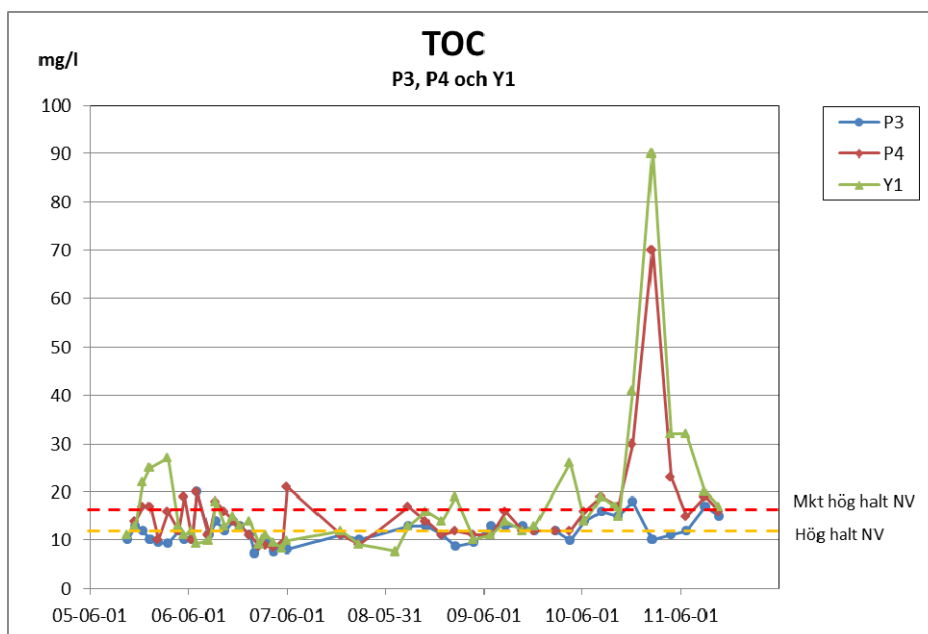
Huvuddelen av flygplatsens dagvatten avleds söderut. Vattnet rinner till recipienten via D-A 14 och recipientprovtagning sker söder om Lilla Issjön (Y1) och före inloppet i Västra Ingsjön (P4), ca 1,5 km respektive ca 4 km nedströms D-A 14. Som referens används den av flygplatsen opåverkade Sandsjöbäckens utflöde i Västra Ingsjön (P3). Resultat från provtagningar i dessa tre recipientpunkter redovisas nedan för de mest intressanta ämnena.

Organiskt material och syre

Halten av organiskt material och syre i Y1, P3 och P4 redovisas i **figurerna 50–51** nedan. Av **figur 50** framgår att halten organiskt material oftast ligger på ungefär samma nivå i de tre provpunkterna, även om halten i Y1 tenderar att vara något högre än de andra.

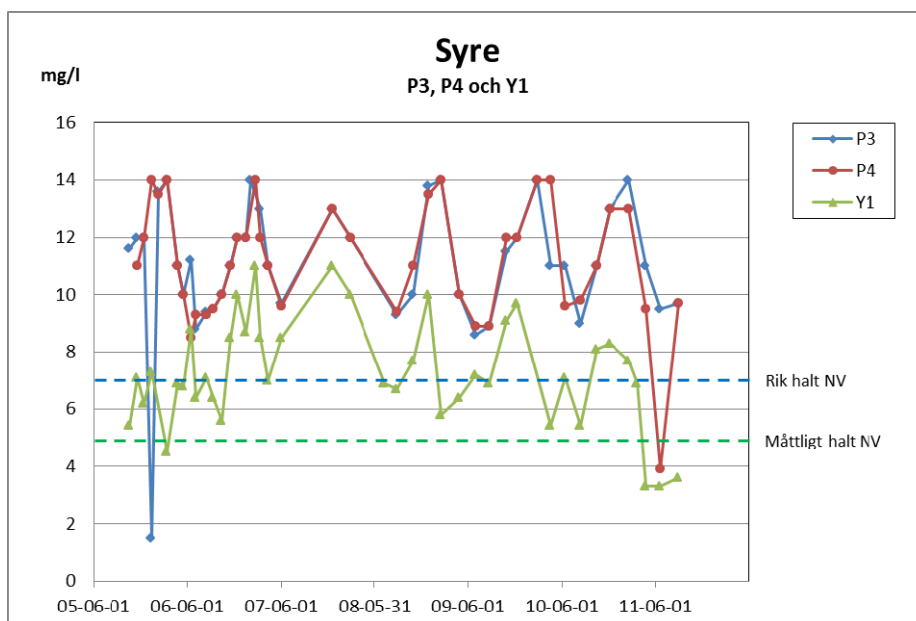
Som syns i diagrammet var belastningen ovanligt hög under vårvintern 2011. Kombinationen av byggnation av ny glykolhanteringen, dagvattendammarna och en ovanligt sträng vinter medförde att ovanligt mycket glykolpåverkat dagvatten avleddes till recipienten, istället för till spillvattennätet.

Jämfört med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder ligger halten organiskt material kring ”hög nivå” i de tre provpunkterna. Halten i P3 visar att även omgivningarna har ett naturligt högt innehåll av organiskt material, sannolikt beroende på omgivande mossmarker.



Figur 50. Halten organiskt material (TOC) i Y1, P4 och P3

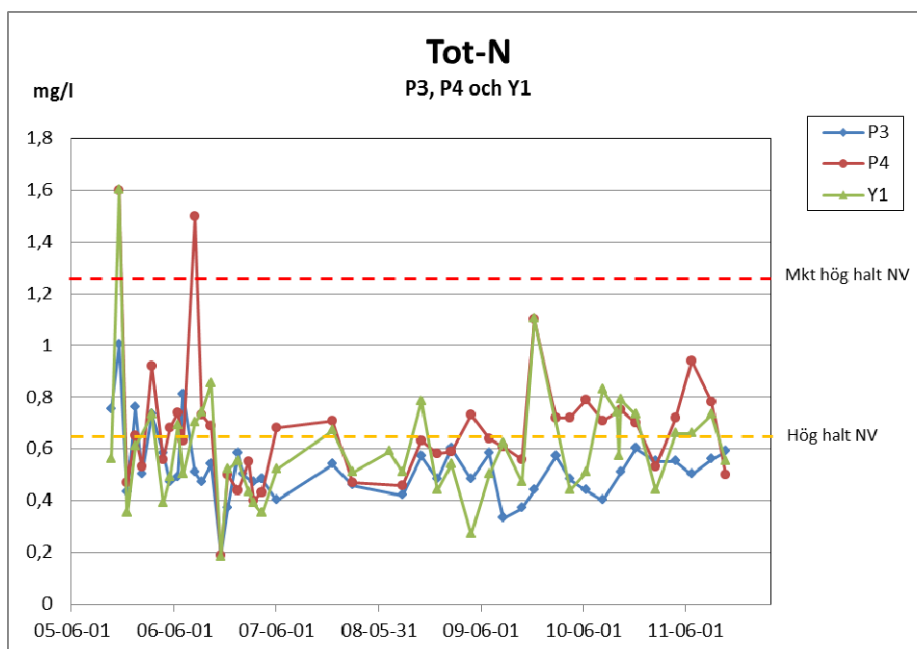
Syrehalten ligger generellt på en lägre nivå i Issjöbäckens övre delar jämfört med dess nedre delar och i Sandsjöbäcken, se **figur 51** nedan. Nere vid mynningen till Västra Ingsjön är dock syreförhållandena desamma som i Sandsjöbäcken.



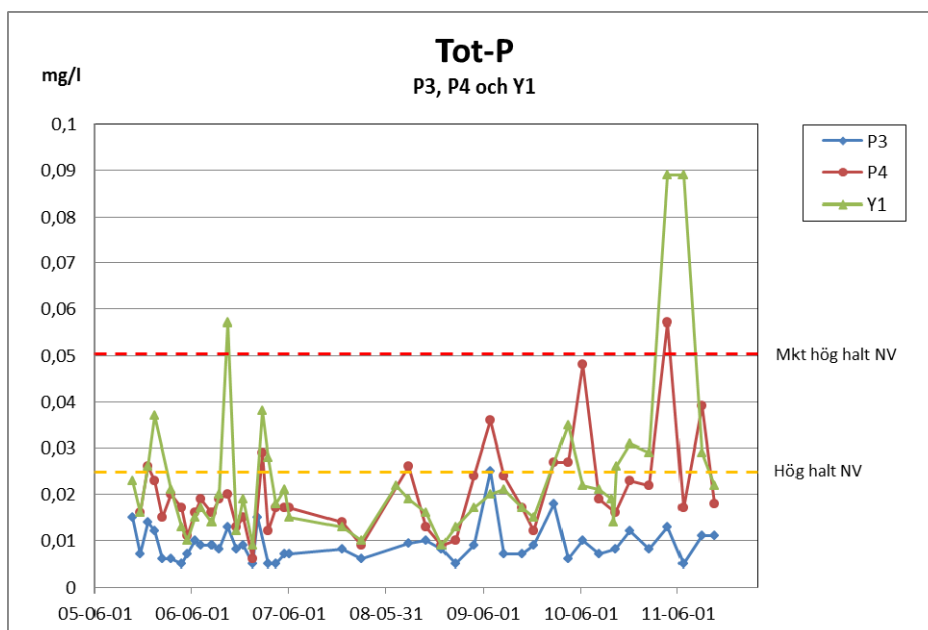
Figur 51. Syrehalten i Y1, P4 och P3

Näringsämnena kväve och fosfor

Halter av kväve fosfor redovisas i **figurerna 52-53** nedan. Jämfört med organiskt material (ovan) är skillnaden mellan Issjöbäcken och Sandsjöbäcken något större för kväve och fosfor. Störst är skillnaden för fosfor, vilket till största delen bedöms bero på hanteringen av glykol och formiat på flygplatsen. Nedfallet av kväve är sannolikt lika stort över båda bäckarnas avrinningsområden, men upptaget i mark och vegetation bedöms som betydligt större i Sandsjöbäckens avrinningsområde än vad som är möjligt vid flygplatsområdet. För såväl kväve som fosfor ligger halterna i Issjöbäcken kring hög nivå jämfört med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Halterna i de två provpunkterna Y1 och P4 är påtagligt lika, vilket indikerar att ingen märkbar nedbrytning eller fastläggning tycks ske i bäcken



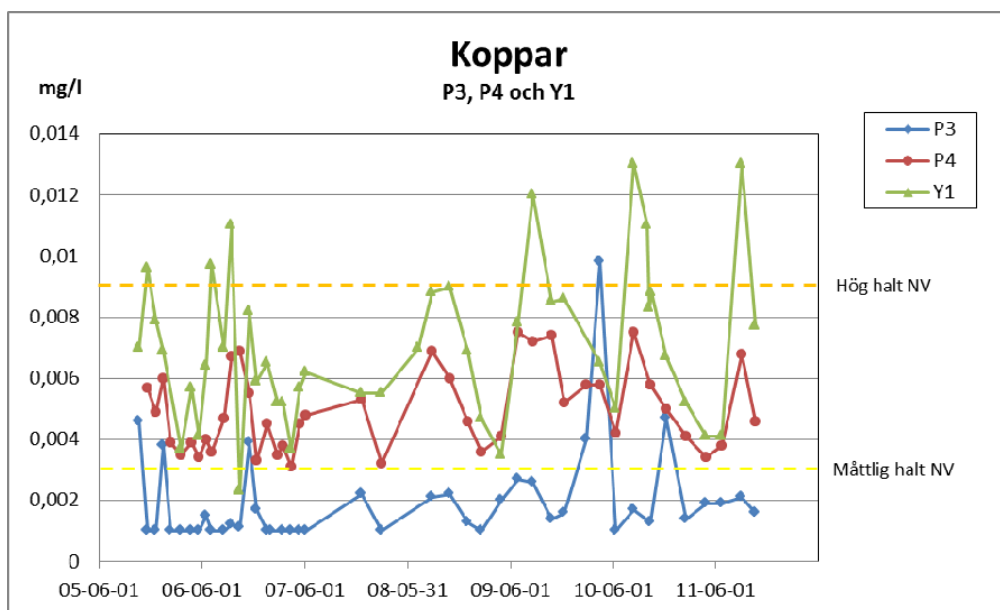
Figur 52. Kvävehalten i Y1, P4 och P3



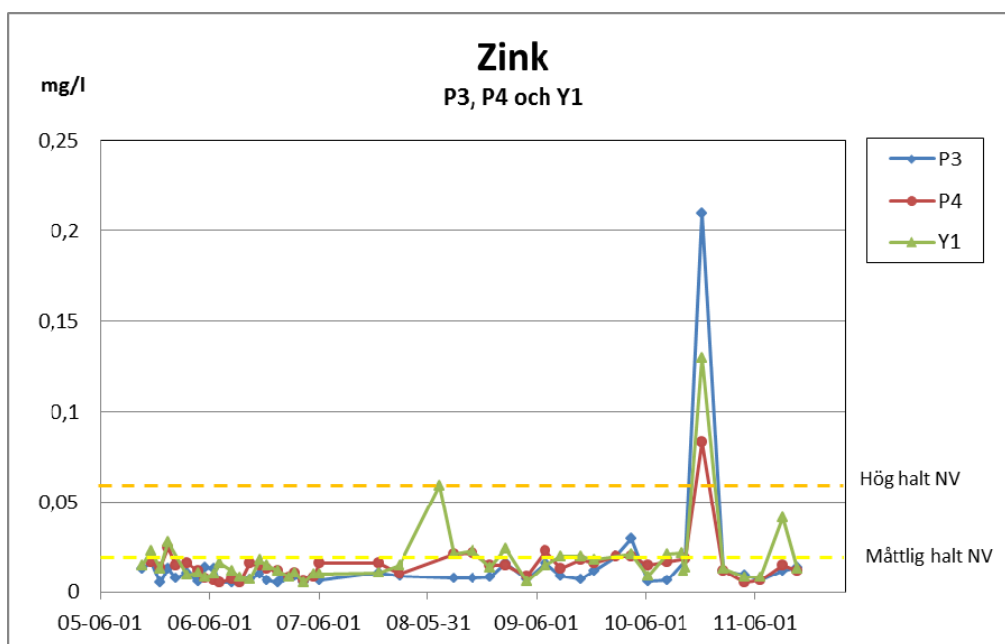
Figur 53. Fosforhalten i Y1, P4 och P3

Tungmetaller

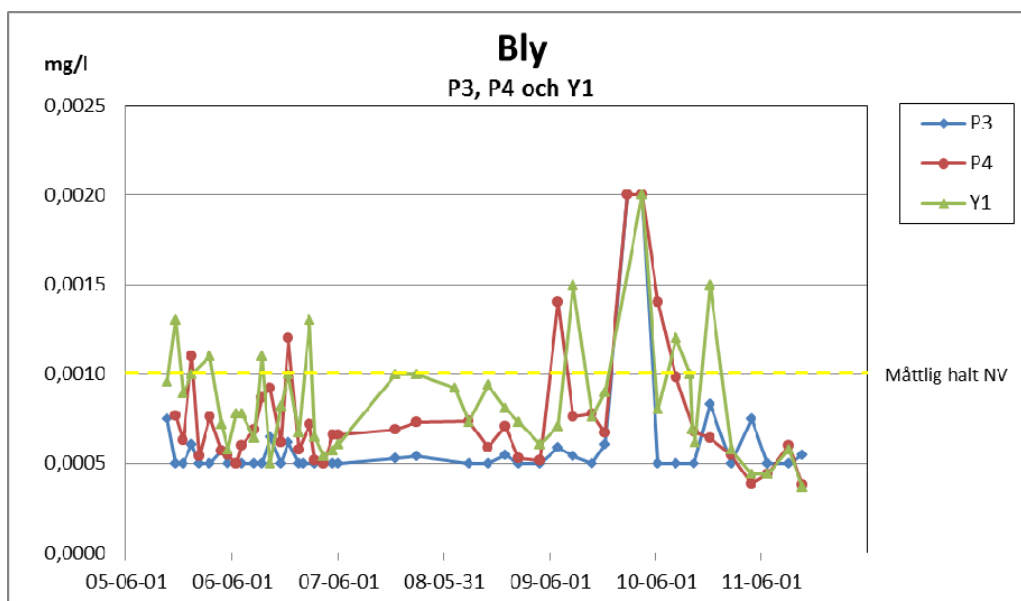
Halterna av koppar, zink och bly för de tre provpunkterna redovisas i **figurerna 54-56**. Utifrån förekommande halter är det troligt att flygplatsens verksamhet bidrar med ett icke obetydligt tillskott av zink, koppar och bly. Den höga zinkhalten under vintern 2010-11 beror troligen på den tillfälliga hanteringen av dagvattnet under byggnationen av den nya glykolhanteringen och de nya dagvattendammarna. Kopparhalten är oftast "måttlig" i Issjöbäcken enligt NV:s bedömningsgrunder, medan zink- och blyhalterna ligger på en "låg" till "måttlig" nivå. I december 2010 var märkligt nog zinkhalten ovanligt hög i alla tre provpunkterna, högst i Sandsjöbäcken. De höga halterna är svåra att förklara med annat än fel i samband med provtagning eller analys.



Figur 54. Kopparhalten i Y1, P4 och P3

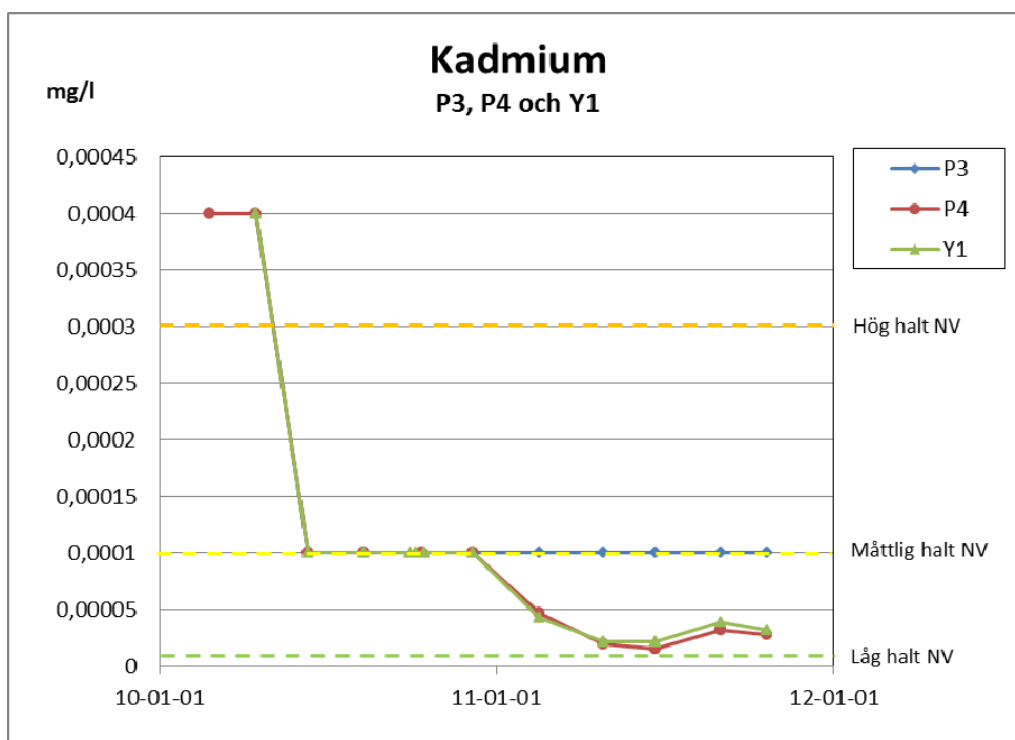


Figur 55. Zinkhalten i Y1, P4 och P3



Figur 56. Blyhalten i Y1, P4 och P3

Kadmium har fram till 2011 inte kunnat detekteras då halterna legat under 0,0004 respektive 0,0001 mg/l. Sedan 2011 har analysmetoden förfinats. Analyserade halter är mycket låga och klassas i förhållande till Naturvårdsverkets bedömningsgrunder som låga. Av **figur 57** nedan framgår att kadmi umhalten i Y1 och P4 ligger på samma nivå, en nivå som motsvarar "låg" nivå enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder. Följsamheten mellan provtagningspunkterna indikerar att inget tillskott av Cd sker från flygplatsen.



Figur 57. Kadmiumhalten i Y1, P4 och P3

7.2.2.4 Provtagning i Krokbäcken

I samband med en tidigare undersökning²³ av ytvattnet runt flygplatsen konstaterades halter av ftalater och PFOS i Krokbäcken, öster om Issjöbäcken. Föroreningarna bedömdes komma från brandövningsplatsen via Spejsmossarna.

Att föroreningar från brandövningsplatsen påträffats i Spejsmossarna och Krokbäcken antyder att allt yt- och grundvatten inte alltid runnit mot Issjöbäcken. Inte minst gäller detta avrinningen från brandövningsplatsen, som ligger långt österut inom Issjöbäckens naturliga avrinningsområde. Delar av övningsplatsen kan även ligga inom Krokbäckens avrinningsområde.

Sedan undersökningen gjordes (2008) har omfattande ombyggnationer utförts som förstärkt avrinningen mot Issjöbäcken, dels åtgärder vid brandövningsplatsen, dels anläggandet av de nya dagvattendammarna. De föroreningar som finns vid Spejsmossarna bedöms därmed främst ha ett historiskt ursprung.

7.2.2.5 Provtagning enligt EU:s direktiv

Provtagning enligt vattendirektivets lista med ”prioriterade ämnen”²⁴ har under 2011 utförts i provpunkterna D-A 14 och P4, trots att provpunkterna inte ingår i några av vattenmyndigheten klassade vattenförekomster. Resultaten redovisas i **tabell 2** nedan. För aktuella ämnen samt PFOS har även en jämförelse gjorts med vattendirektivets bedömningsvärden för ekologisk status²⁵.

²³ Ytvattenutredning med passiva provtagare, Ramböll 2008-11-06

²⁴ EU:s direktiv 2008/105, bilaga 1.

²⁵ SGU-FS 2008:2.

Tabell 2. Provtagning enligt vattendirektivet i D-A 14 och P4

Göteborg Landvetter Airport						
Utökade analyser, dagvatten						
Prövanalys					Vattendirektivet	
		DA14	P4	MKN inlandsvatten	Ekologisk status	
	Enhet	11-03-25	11-03-25	årsmedelvärde	max tillåtet	gräns mellan god o måttligt god status
Bly¹	mg/l	0,0004	0,0005	0,0072		
Kadmium¹	mg/l	0,00003	0,00003	0,00008	0,00045	
Koppar¹	mg/l	0,008	0,005			0,004
Krom¹	mg/l	0,0004	0,0003			0,003
Kvicksilver¹	mg/l	<0,0001	<0,00006	0,00005	0,00007	
Nickel¹	mg/l	0,0015	0,0010	0,02		
Zink¹	mg/l	0,014	0,011			0,008 vid hårdhet > 24 mg CaCO3/l 0,003 vid hårdhet < 24 mg CaCO3/l
Benzo(b,k)flouranten	µg/l	<0,02	<0,02	0,03		
Benzo(a)pyren	µg/l	<0,02	<0,02	0,05	0,1	
Indeno(1,2,3-cd)pyren	µg/l	<0,02	<0,02	0,002		
Naftalen	µg/l	<0,04	<0,02	2,4		
Antracen	µg/l	<0,02	<0,02	0,1	0,4	
Flouranten	µg/l	<0,02	<0,02	0,1	1	
Benzo(g,h,i)perylene	µg/l	<0,02	<0,02	0,002		
1,2,4-Triklorbensen	µg/l	<1,0	<1,00	0,4		
1,2-Dikloretan	µg/l	<1,0	<1,00	10		
Alaklor	µg/l	<0,1	<0,10	0,3	0,7	
Aldrin	µg/l	<0,1	<0,10	0,01		
Bensen	µg/l	<0,2	<0,20	10	50	
beta-Endosulfan	µg/l	<0,1	<0,10	0,005	0,01	
DDT total	µg/l	<0,1	<0,10	0,025		
Di-(2-etylhexyl)ftalat (DEHP)	µg/l	<1	<1,00	1,3		
Dieldrin	µg/l	<0,1	<0,10	0,01		
Diklormetan	µg/l	<1	<1,00	20		
Diuron	µg/l	<0,05	<0,05	0,2	1,8	
Endrin	µg/l	<0,1	<0,10	0,01		
Hexaklorbensen (HCB)	µg/l	<0,1	<0,10	0,01	0,05	
Isodrin	µg/l	<0,1	<0,10	0,01		
Isoproturon	µg/l	<0,05	<0,05	0,3	1	
Kloralkaner C10-C13	µg/l	<1	<1,00	0,4	1,4	
Klorfenvinfos	µg/l	<0,1	<0,10	0,1	0,3	
Klorpyrifos	µg/l	<0,1	<0,10	0,03	0,1	
p, p-DDT	µg/l	<0,1	<0,10	0,01		
Pentaklorbensen	µg/l	<0,1	<0,10	0,007		
Pentaklorfenol	µg/l	<0,1	<0,10	0,4	1	
PFOS	ng/l	331	70			30 000
Simazin	µg/l	<0,05	<0,05	1	4	
Tributyltenn (TBT)	µg/l	<0,05	<0,05	0,0002	0,0015	
Trifluralin	µg/l	<0,1	<0,10	0,03		
Triklormetan	µg/l	<1	<1,00	2,5		
¹ Medelvärden av filtrerade metaller						

Av **tabell 2** ovan framgår att inga ämnen överstiger gränsvärdena i vattendirektivets bilaga 1 (miljökvalitetsnormer). Det ska dock då noteras att laboratoriet på grund av alltför grumliga prov inte kunnat analysera till föreskriven nivå för flertalet ämnen, vilka illustreras med grå färg i tabellen.

Koppar och zinkhalterna överstiger däremot bedömningsgrunderna för ekologisk status vid båda provpunkterna. Kopparhalten överstiger gränsen mycket lite och zinkhalten med något större marginal. Att zinkhalten överstiger gränsvärden för god ekologisk status är inte ovanligt när det gäller många recipientvatten – som en jämförelse kan det nämnas att Naturvårdsverket i sina bedömningsgrunder för naturliga vattendrag anger 0,005 mg/l som gräns mellan mycket låg och låg halt och 0,02 mg/l som gräns mellan låg och måttlig halt (ofiltrerade prov).

Som tidigare nämnts görs denna jämförelse med vattendirektivet trots att provpunkterna D-A 14 och P4 inte ingår i någon klassad vattenförekomst.

Sammanfattning av recipientkontrollen söder om flygplatsen

Halten organiskt material ligger ofta på hög nivå enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder, generellt något högre i Issjöbäcken än i Sandsjöbäcken.

Den naturliga förekomsten av organiskt material i ytvattnet bedöms som hög.

Flygplatsens påverkan var mycket tydlig under vintern 2010-2011 på grund av kombinationen av lång och sträng kyla, omläggningen av glykolhanteringen samt byggnationen av dammanläggningen.

Syrehalten är generellt god i såväl Issjöbäcken som Sandsjöbäcken, med undantag av periodvisa dippar nedströms Lilla Issjön (Y1).

Flygplatsens verksamhet märks även i fosfor- och kvävehalterna, som ligger på en högre nivå i Issjöbäcken än Sandsjöbäcken. Fosforhalten är relaterad till glykol- och formiatanvändningen på flygplatsen, medan den höga nivån för kväve bedöms bero på atmosfäriskt nedfall.

Koppar- och blyhalterna är högre i Issjöbäcken än Sandsjöbäcken. Zinkhalten är däremot ungefär lika hög i båda bäckarna. Kopparhalten i Issjöbäcken är måttlig till hög, medan zink- och blyhalterna är låga till måttliga enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder.

Provtagningen i Issjöbäcken (P4) för analys av vattendirektivets prioriterade ämnen visade att samtliga parametrar låg under gällande riktvärden eller detektionsgräns.

7.2.2.6 PFOS- analyser

Under senare år har stor uppmärksamhet ägnats åt PFOS, som tidigare fanns i det släckmedel som användes i samband med brandövningar. Som tidigare redovisats (i kapitel 5) pågår ett forskningsprogram som leds av IVL vars syfte är att belysa miljöriskerna med PFOS och PFAS, såväl vid Stockholm-Arlanda Airport som Göteborg Landvetter Airport. Naturvårdsverket deltar och är även delfinansiär.

I samband med denna vattenutredning har ytterligare prover tagits i syfte att upptäcka eventuell PFOS på flygplatsen. Proverna togs i september 2011 och redovisas i **tabell 3** nedan.

Tabell 3. Provtagning av PFOS

Provpunkt	Plats	Uppmätt halt (ng/l)
G brand	Sprängstensmagasin vid brandstationen	945
D-F 600	Utgående från sprängstensmagasin, till D-A 14	18
N-B 1	Ut från sprängstensmagasin i öster	4
D-A 14	Utgående dagvatten i söder	331
Ny damm	Utlopp	359
P4	Inloppet i Västra Ingsjön	70
G1	Grundvatten nordost om flygplatsen	20
G2	Grundvatten väster om norra delen av flygplatsen	10
G4	Grundvatten väster om flygplatsen (vid mitten)	12

Som referensvärden gäller Naturvårdsverket förslag till riktvärden, 30 000 ng/l för ytvatten och 350 ng/l för dricksvatten. I vattendirektivet anges 30 000 ng/l som gräns för god ekologisk status i ytvatten. Som riktvärde för det utgående vattnet från saneringen av den förorenade marken vid brandövningsplatsen gäller 3 000 ng/l.

Högst halt erhöles i närheten av brandstationen, vilket sannolikt kan förklaras med tidigare användning av PFOS- innehållande brandsläckningsmedel. Även utloppen mot Issjöbäcken (D-A 14 och från nya dammanläggningen) påvisade ett tydligt innehåll av PFOS. Halten i P4 vid Västra Ingsjön låg på ungefär samma nivå som i IVL-projektet 2010. I övrigt uppmättes förhållandevis låga halter på flygplatsen.

Frågan om PFOS påverkan fortsätter att studeras inom IVL-projektet.

7.2.2.7 Dricksvattenbrunnar

Provtagning i de fem dricksvattenbrunnarna sker en gång per år med avseende på kvävefraktioner och kalium. En mer utförligare analys har endast skett 2009 -01-21 (dock ej i Buarås och Rågdal, för Rågdal redovisas i stället en analys från 2007-03-05), som redovisas i **tabell 3** nedan. Buarås 1:39, Knös 1:78, Kopparbo 1:34 och Snåkered 3:24 används som privata dricksvattentäkter, medan brunnen i Rågdal, som ligger i omedelbar närhet till flygplatsen, endast fungerar som en kontrollpunkt.

Tabell 3. Provtagning i dricksvattenbrunnar

Analysparameter	Enhet	Buarås 1:39	Knös 1:78	Kopparbo 1:34	Snåkered 3:24	Rågdal	Socialstyrelsens riktvärden*	
		09-01-21	09-01-21	09-01-21	09-01-21	07-03-05		Otjänligt
Alkalinitet	mg HCO ₃ /l	150	22	<2	24	110		
Ammonium	mg/l	0,015	0,014	<0,01	0,039	0,06	0,5	
Ammonium-nitrogen	mg/l	<0,012	0,011	<0,01	0,03	0,045		
Antal E.coli	antal/100ml	<1	<1	<1	8		påvisad >0	10
Antal koliforma bakterier 35°C	antal/100ml	10	92	<1	280		50	500
Antal mikroorganismer vid 22°C, 3 dygn	antal/ml	120	89	110	1100		1000	
Fluorid	mg/l	0,45	0,39	<0,2	<0,2	<0,7	1,3	6
Fosfat PO ₄	mg/l	0,02	0,02	<0,02	0,05		0,6	
Fosfatfosfor	mg/l	0,005	0,005	<0,005	0,016	<0,005		
Färgtal, mätt vid 405nm	mg Pt/l	37	6	<5	21	19	30	
Hårdhet total	dH	6,4	1,6	0,57	2,6		15	
Järn Fe (end, surgjort)	mg/l	0,7	0,08	0,031	0,045	1,5	0,5	
Kalcium Ca (end, surgjort)	mg/l	34	9,4	2,1	17	31	100	
Kalium K (end, surgjort)	mg/l	3,9	1,9	1,4	2,3	3,2	12	
Kemisk syreförbrukn, COD-Mn	mg/l	3,6	2,3	1,6	6,6	<1	8	
Klorid	mg/l	19	12	7,1	28	26	100	
Konduktivitet	mS/m	31	11	5,8	18	30		
Koppar Cu (end, surgjort)	mg/l	0,02	0,74	<0,02	0,082	0,013	0,2	2
Lukt styrka vid 20°C		Ingen	Ingen	Ingen	Ingen		Tydlig	
Magnesium Mg (end, surgjort)	mg/l	7	1,4	1,2	1,1	7	30	
Mangan Mn (end, surgjort)	mg/l	0,21	0,013	0,041	<0,01	<0,18	0,3	
Natrium Na (end, surgjort)	mg/l	20	6,1	3,6	13	17	100	
Nitrat	mg/l	0,49	1,7	<0,44	12	<0,4	20	50
Nitrat-nitrogen	mg/l	<0,1	0,39	<0,1	2,8	<0,6		
Nitrit	mg/l	0,007	<0,007	<0,007	<0,007		0,1	0,5
Nitrit-nitrogen	mg/l	0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002		
pH		7,8	6,8	5,5	7,4	7,5	<6,5	10,5
Sulfat	mg/l	1,3	9	10	7,6	14	100	
Turbiditet	FNU	7,6	0,32	<0,100	0,58	8,6	3	
*) Socialstyrelsen, Allmänna råd om försiktighetsmått för dricksvatten (SOFs 2003:17), ändrad 2005:20								

Analysresultaten i de fyra privata brunnarna visar inte på någon påverkan från flygplatsen t ex genom förhöjda halter av kalium. Inte heller brunnen vid Rågdal uppvisar några anmärkningsvärt höga halter.

7.2.3 Sammanfattande analys

Resultat från utförd recipientprovtagning kan sammanfattas enligt följande:

När det gäller uppmätta halter av ämnen som kan härledas till flygplatsens verksamhet märks en påverkan av främst organiskt material och fosfor, som båda vid alla recipientprovpunkter uppvisar "hög" halt enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för sjöar och vattendrag. Det är dock inte säkert ställt hur stor del som utgör naturlig bakgrundshalt.

Även kväve uppvisar "måttligt hög" till "hög" halt i många punkter. Kväve används dock inte aktivt på flygplatsen, utan haltnivån bedöms bero på atmosfäriskt nedfall och allmän fordonstrafik. Till skillnad från vegetationsbäddad mark tas mycket lite kväve upp av växtlighet utan merparten rinner av med dagvattnet.

Metallerna koppar, zink och i vissa fall bly uppvisar generellt "måttliga" halter enligt NV:s bedömningsgrunder. Övriga analyserade ämnen uppvisar generellt låga halter.

Utflödena i norr, väster och öster är låga, varför miljöpåverkan där, trots vissa "höga" halter, totalt sett bedöms som måttlig (resultat från mängdberäkningar redovisas i kapitel 9).

När det gäller det huvudsakliga utflödet söderut mot Issjöbäcken är det främst organiskt material, fosfor, kväve, koppar och bly som förekommer i förhöjda halter och som skiljer sig från motsvarande ämnens halter i Sandsjöbäcken.

Den ombyggda glykolhanteringen och den nyanlagda reningsanläggningen för dagvatten bedöms få stor förbättrande effekt vad det gäller utsläpp av de flesta ämnen, främst organiskt material och fosfor, se vidare kap 9.

De förhållandevis höga halterna av ett flertal ämnen i grundvattnet vid G4 väster om landningsbanan bör undersökas närmare inom ramen för MIFO-kontroll. I övrigt finns det inget som tyder på någon betydande påverkan i grundvattnet kring flygplatsen.

Miljöpåverkan orsakad av PFOS utreds i ett särskilt nationellt forskningsprojekt.

7.3 Spillvatten

7.3.1 Kontrollpunkter

Flygplatsens samlade spillvattenavlopp

Flödet mäts kontinuerligt och dygnsprov tas minst en gång per månad. Ordinarie provtagning omfattar analys av organiskt material och tungmetaller.

Utgående vatten från glykolhantering

Från och med 2011 analyseras oljeindex och tungmetaller på utgående vatten från den nya glykolanläggningen. Innan denna togs i drift utfördes viss provtagning av utgående vatten från "madammen", där den insamlade glykolen avleddes till spillvattennätet.

Swedavias nya fordonstvätt

Sedan den nya tvättanläggningen tagits i drift i oktober 2010 har utgående vatten provtagits m a p oljeindex och tungmetaller. Den nya anläggningen är utrustad med vattenrening, oljeavskiljare och återcirkulation av tvättvatten.

Tvätthallen vid Swedavias brandstation

Utgående vatten från tvätthallens oljeavskiljare (OA3) analyseras m a p oljeindex och tungmetaller, trots att ingen tvättning längre sker (sedan oktober 2010).

Släckvatten från brandövningsplatsen

Under tiden som Jet A1 (flygfotogen) användes som övningsbränsle samlades släckvattnet upp och togs omhand som farligt avfall. Efter det att biobaserad etanol (Sekundol) under 2011 införts som bränsle avleds släckvattnet, via oljeavskiljning till spillvattennätet. I samband med övergången till Sekundol gjordes omfattande undersökningar av det släckvatten som lämnade övningsplatsen (före oljeavskiljaren). Enligt dessa undersökningar är halten av lättnedbrytbart organiskt material i form av etanol och andra alkoholer hög, medan halterna av metaller och miljöfarliga organiska ämnen är låga.

Externa verksamheter

Till Swedavias spillvattennät finns ca 100 externa verksamheter anslutna. Bland de som bedöms kunna ha störst påverkan på spillvattenkvaliteten finns avisningsbolag, verkstäder och städbolag. Flera av dessa externa verksamheter är på olika sätt reglerade via egna tillstånd eller beslut. Till exempel renar SAS sitt processavlopp i ett eget reningsverk innan det avleds till Swedavias nät.

7.3.2 Resultat

Det samlade spillvattnet från flygplatsområdet mäts kontinuerligt med avseende på flöde och pH. Stickprov tas 1-2 gånger per månad för analys av TOC, DOC, bly, kadmium, koppar, krom, nickel och zink. Analysresultat från denna provtagning under perioden januari 2008 till och med oktober 2011 sammanställs i **tabell 4** nedan. Efter samråd med Härryda kommun tas dessutom prov på oljeindex vid de verksamheter inom flygplatsområdet som kan misstänkas släppa ut olja.

Tabell 4. Sammanställning av utsläppskontrollen till kommunalt spillvattennät för perioden januari 2008 – oktober 2011 (flöde i m³/d, TOC/DOC-halter i mg/l, metallhalter i ug/l)

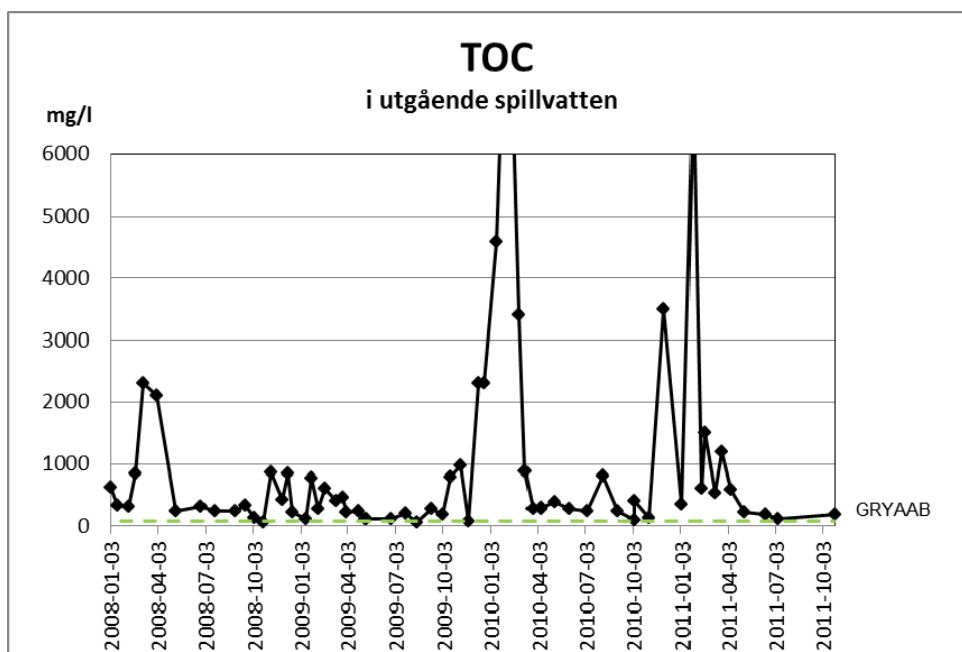
	Flöde	TOC	DOC	Pb	Cd	Cu	Cr	Ni	Zn
Max	2 365	9700	8200	10	3,7	690	15	12	280
Medel	593	934	752	2,9	0,50	111	6	5	140
Median	475	330	170	2,5	0,32	93	5	4	140
Villkor*				50	1	200	50	50	200
Rya**		83		3,4	0,13	74	5	5	85

* Villkor i gällande tillståndsbeslut (riktvärden för månad), Dessa värden är de samma som Svenskt Vattens riktvärden P 95 Råd vid mottagande av avloppsvatten från industri och annan verksamhet, mars 2009 (förutom Cd, som enligt Svenskt Vatten inte bör finnas i kommunalt spillvatten).

** Medelhalt i inkommande vatten till Ryaverket 2010 (GRYAAB)

Organiskt material

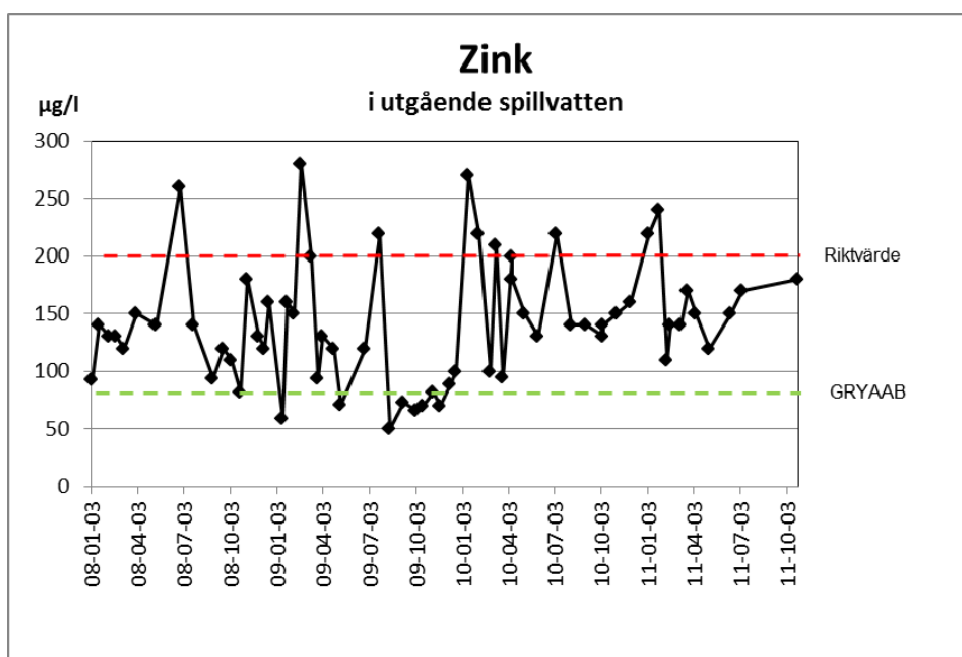
A **tabell 4** ovan framgår att halten organiskt material (TOC) är hög jämfört med det vatten som tas in i Ryaverket. Det höga medelvärdet beror till stor del på ett antal tillfällen med mycket höga halter, medianvärdet illustrerar därför bättre den haltnivå som vanligtvis förekommer, se även i **figur 58** nedan. Att tillfällen med hög halt organiskt material till stor del beror på lättnedbrytbar glykol märks genom att den lösta andelen (DOC) då är hög (ca 80 %). Likaså förklaras de höga halterna under vintrarna 2010 och 2011 med hög glykolanvändning i samband med avisning.



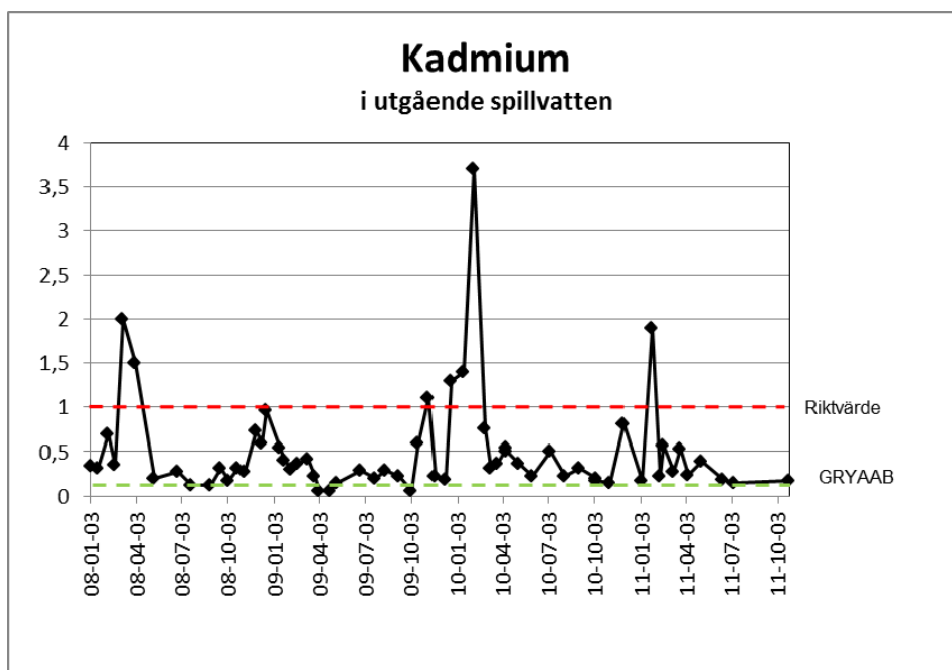
Figur 58. TOC i utgående spillvatten.

Tungmetaller

När det gäller tungmetaller är halterna av bly, nickel och krom ca 10 % av Svenskt Vattens och gällande tillståndsbesluts riktvärden, kopparhalten ca hälften av dessa värden och zinkhalten ytterligare något högre (se **tabell 58** ovan). Halterna av zink och kadmium redovisas i **figur 59** och **figur 60** nedan. I diagrammen finns inlagt dels gällande villkor (riktvärde), dels inkommande årsmedelhalt (2010) vid Ryaverket



Figur 59. Zinkhalten i utgående spillvatten från Landvetter flygplats



Figur 60. Kadmiumhalten i utgående spillvatten från Landvetter flygplats.

Varifrån kommer de metaller som släpps till spillvattennätet?

På samma sätt som för organiskt material finns det tecken som tyder på att det är använd avsningsvätska (glykol) som ger upphov till spillvattnets innehåll av zink- och kadmium. Som exempel redovisas resultat från de provtagningar som skett vid den före detta tömningsplatsen för uppsugen glykol och glykol-förorenad snö ("madammen"), se **tabell 5** nedan.

Tabell 5. Zink- och kadmiumhalter i utgående vatten från "madammen" (stickprov)

Provtagningsdatum	Zink (ug/l)	Kadmium (ug/l)
November 2007	490	9,8
Mars 2008	240	2,1
December 2008	400	5,5
Januari 2009	580	9,5
Mars 2009	1 000	24
April 2009	140	3,8
Juli 2009	1 300	13
Augusti 2009	440	8,2

Under jan-april 2011 låg halterna av zink- och kadmium i utgående flöde från nya glykolanläggningen på 290-370 respektive 7-16 ug/l (ett stickprov per månad). Indunstrningsanläggningen var då inte färdig, utan insamlat glykol-blandat vatten avleddes, efter viss sedimentering i tankarna, till spillvattennätet.

Bland Swedavias verksamheter ger även den nya fordonstvätten upphov till utsläpp av metaller. Frånsett en period med driftstörningar i februari 2011 ligger bly-, krom-, nickel- och kopparhalterna generellt under gällande riktvärde, kadmiumhalten med god marginal under gällande riktvärde, medan zinkhalten ofta överskrider gällande riktvärde.

Med största sannolikhet finns det även ett antal externa verksamheter på flygplatsområdet som släpper ut olika typer av icke önskvärda ämnen till spillvattennätet. I syfte att förbättra kvalitén i det spillvatten som lämnar flygplatsområdet pågår miljörevisioner av dessa verksamheter.

7.3.3 Beräknad framtida spillvattenbelastning

I **tabell 6** nedan redovisas en beräkning av framtida utsläpp av metaller till kommunens spillvattennät vid de olika trafikfallen nuläge, nollalternativ 2, regionalt nav och sökt trafikfall.

Tabell 6 Beräknade spillvattenutsläpp år 2010 och för framtida trafikfall (antal rörelser)

Trafikfall	Nuläge	Reg. nav	Nollalt. 2	Sökt
Ant. rörelser	60 000	100 000	80 000	120 000
Ant.passag.(milj)	4,1	5,9	6,1	9,7
Ant. anställda	3 500	4 800	5 000	7 800
Flöde (m ³ /d)	534	432	450	700
Zn (ug/l)	140	130	100	100
Zn (g/d)	75	56	45	70
Cu (ug/l)	100	90	80	80
Cu (g/d)	53	39	36	56
Pb (ug/l)	2,7	2,2	1,6	1,6
Pb (g/d)	1,4	1,0	0,7	1,1
Cr (ug/l)	5,5	5,0	4,5	4,5
Cr (g/d)	2,3	2,2	2,0	3,1
Ni (ug/l)	4,5	4,0	3,5	3,5
Ni (g/d)	2,4	1,7	1,6	2,4
Cd (ug/l)	0,41	0,20	0,12	0,12
Cd (g/d)	0,2	0,09	0,05	0,08

Kommentarer till **tabell 6** ovan:

- I samband med att det kommunala spillvattennätet sedan senvintern 2011 inte längre belastas med uppsamlad avisningsvätska, glykolförorenad snö eller dagvatten från avisningsplattan har det totala spillvattenflödet nästan halverats, från ca 200 000 till ca 110 000 m³/år.
- När dessa glykolhaltiga vatten inte längre är anslutna utgörs belastningen på spillvattennätet i huvudsak av det antal personer som vistas på flygplatsen. Baserat på ett årsflöde om ca 110 000 m³ motsvarar flygplatsens i dag ca 3 500 anställda ett flöde på ca 90 l/p, d. I detta flöde ingår således spillvatten från passagerare, besökare och verksamheter. Som en jämförelse kan nämnas att branschföreningen Svenskt Vatten²⁶ anger 160 l/p, d som normal genomsnittlig total vattenkonsumtion. Med hänsyn till att merparten av en persons vattenförbrukning är högre i hemmet än på arbetsplatsen bör ca **90 l/p, d** fungera som ett rimligt mått på flygplatsens totala spillvattenflöde från och med 2012. Framtida flöden beräknade utifrån antalet passagerare ger samma resultat som baserat på antalet anställda (med utgångspunkt från 110 000 m³/år fördelat på ca 4,1 miljoner passagerare för basåret 2010, d v s 0,07 l/p, d).

Det destillat som avleds till spillvattnet (1-2 % av glykolanvändningen) innehåller mycket låga halter av metaller.

- Uppgifterna för nuläget är baserade på de mätvärden som tidigare redovisats i **tabell 4**. För att få så representativa värden som möjligt anges för varje mätall i tabell 6 medelvärden av median- och medelvärdena i tabell 4. De framtida trafikfallen bygger på antaganden om att metallhalterna, tack vare ett fortsatt miljöarbete, minskar något.

7.3.4 Sammanfattande analys

Störst påverkan på spillvattnet bedöms hittills utsläppen av använd avisningsvätska ha utgjort. Nu när det nya systemet för insamling och återvinning är färdigbyggt och dagvatten inte längre avleds från avisningsplattan bedöms påverkan kunna minska avsevärt, främst med avseende på utsläppen av organiskt material och kadmium. Tack vare dessa åtgärder och med ett antagande att metallhalterna succesivt förväntas minska beräknas samtliga metallutsläpp minska betydligt vid sökt trafikfall, trots en framtida fördubbling av flygtrafiken

²⁶ www.svenskvatten.se

8. MASSBALANSER

I syfte att skapa en bild av tillförda föroreningar samt storleken och fördelningen av dessa till de olika recipienterna runt flygplatsen har grova massbalanser beräknats för ett antal förorenande ämnen. Ett urval av de viktigaste ämnena med avseende på dagvatteninnehåll och recipientpåverkan redovisas i denna rapport, nämligen organiskt material (TOC), näringsämnen (N, P) och tungmetaller (Cu, Zn, Pb, Cd).

Massbalanser har i första hand gjorts för nuläget (60 000 rörelser), vilket representeras av medelvärden av föroreningsmängder för de senaste fyra åren (hydrologiska år) 2007/2008 – 2010/2011. Anledningen till att medelvärden för fyra år har valts som utgångspunkt är att väderförhållanden och därmed kemikalieförbrukning och föroreningsinnehåll i dagvattnet varierar kraftigt mellan åren. Medelvärden över flera år bedöms därför ge ett mer representativt resultat jämfört med beräkning av föroreningsmängder för ett enskilt år.

Utifrån resultatet för nuläget samt antaganden om framtida kemikalieförbrukning m.m. har sedan en beräkning av massbalanser/föroreningsmängder till ytvattendragen för framtida verksamhetsomfattningar vid flygplatsen utförts. I denna rapport redovisas ungefärliga föroreningsmängder för en framtida verksamhetsvolym om 120 000 flygrörelser. Beräkningar som underlag för dimensionering av behandlingsanläggningar har emellertid utförts även för stegvis utveckling av trafiken till 80 000 resp 100 000 flygrörelser.

Massbalanserna beaktar identifierade/kända tillförda föroreningsmängder via kemikalieanvändning, vått luftnedfall samt avrinning från parkeringsplatser. Vidare beaktas föroreningsmängder som lämnar flygplatsen via kända utsläppsvägar/ytvattendrag samt via uppsamling av glykol. Härutöver har beaktats reningseffekter i de nya dagvattendammarna enligt uppgifter från systemkonstruktören Ramböll. Det skall dock noteras att effekten kan förväntas uppnås först efter fler års intrimning/uppföljning av systemet.

Beräkningen av tillförda respektive utsläppta föroreningsmängder till/från flygplatsen baseras på följande antaganden och förutsättningar:

Kända källor/tillförda föroreningsmängder:

- Med kemikalieanvändning avses använda mängder glykol för avisning av flygplan samt formiat för halkbekämpning av banor under avisningssäsong. Förbrukning av glykol vid en framtida verksamhetsvolym på 120 000 rörelser har antagits öka proportionellt mot antalet flygrörelser multiplicerat med en faktor 1,11 p.g.a. förväntad större vingyta hos flygplanen²⁷. Framtida

²⁷ Utifrån förväntad ökning av startvikt/kabinstorlek enl. uppg. fr Karl Johnsson, Swedavia.

förbrukning av formiat har antagits öka proportionellt mot utökning av banytor.

- Föroreningsmängder tillkommande med vått luftnedfall är beräknade utifrån årsnederbörd 2007/2008 – 2010/2011 samt halter i nederbörd. Halter i nederbörd utgår från mätningar i regionen eller schablonhalter i nederbörd²⁸. Samma föroreningsmängder via vått nedfall har antagits för den framtida verksamhetsvolymen 120 000 rörelser som för nuläget.
- Föroreningsmängder i dagvatten från parkeringsplatser (P-platser) är beräknade utifrån schablonhalter i dagvatten från parkeringsplatser² samt teoretisk dagvattenmängd (se vidare under "sänkor" nedan) från alla fria parkeringsytor. För den framtida verksamhetsvolymen 120 000 rörelser har föroreningsmängderna räknats upp proportionellt mot ökad parkeringsyta.

Kända sänkor/utsläpp av föroreningsmängder:

- Utsläpp av föroreningsmängder via olika ytvattendrag runt flygplatsen har beräknats utifrån uppmätta och/eller beräknade halter samt teoretiska årsvattenmängder för åren 2007/2008 – 2010/2011. Årsvattenmängder baseras på årsnederbörd vid SMHI:s station i Borås. Beräkningsförutsättningar för vattenmängdsberäkningar framgår av kapitel 3 i denna rapport.
- I de nya dagvattendammarna i sydost före utsläpp i Issjöbäcken (D-A14) har för framtida verksamhetsvolymen 120 000 rörelser antagits reningseffekter under vintersäsong på ca 50 % för organiskt material, ca 40 % för tungmetaller, ca 60 % för fosfor och ca 30 % för kväve, i enlighet med systemkonstruktörens (Rambölls) bedömningar²⁹. I den befintliga sedimentationsdammen längst i söder har för framtidsfallet ca 30 % rening av organiskt material i dagvatten från södra delen av banområdet (via D-B14) antagits. För nuläget, vintersäsongen 2010/2011, har inga reningseffekter i dagvattendammarna antagits då de nya dammarna inte har varit i bruk och den befintliga sedimenteringsdammen har tagit emot för mycket vatten för att nämnvärd rening ska kunna uppnås.
- För nuläget har uppsamlingsgraden för glykol ansatts till ca 58 %³⁰. För den framtida verksamhetsvolymen 120 000 rörelser har samma uppsamlingsgrad antagits.

Möjliga felkällor:

- För torrt luftnedfall saknas underlag för beräkning. Kan vara av betydelse för t.ex. vissa tungmetaller, som till viss del kan tänkas härröra från lokalt utsläpp till luft från verksamheter på och kring flygplatsen.

²⁸ Schablonhalter i nederbörd och dagvatten hämtade fr www.stormtac.com, version 2011-07.

²⁹ Utifrån "Systemhandling för dammanläggning, förhandskopia 090825, Ramböll.

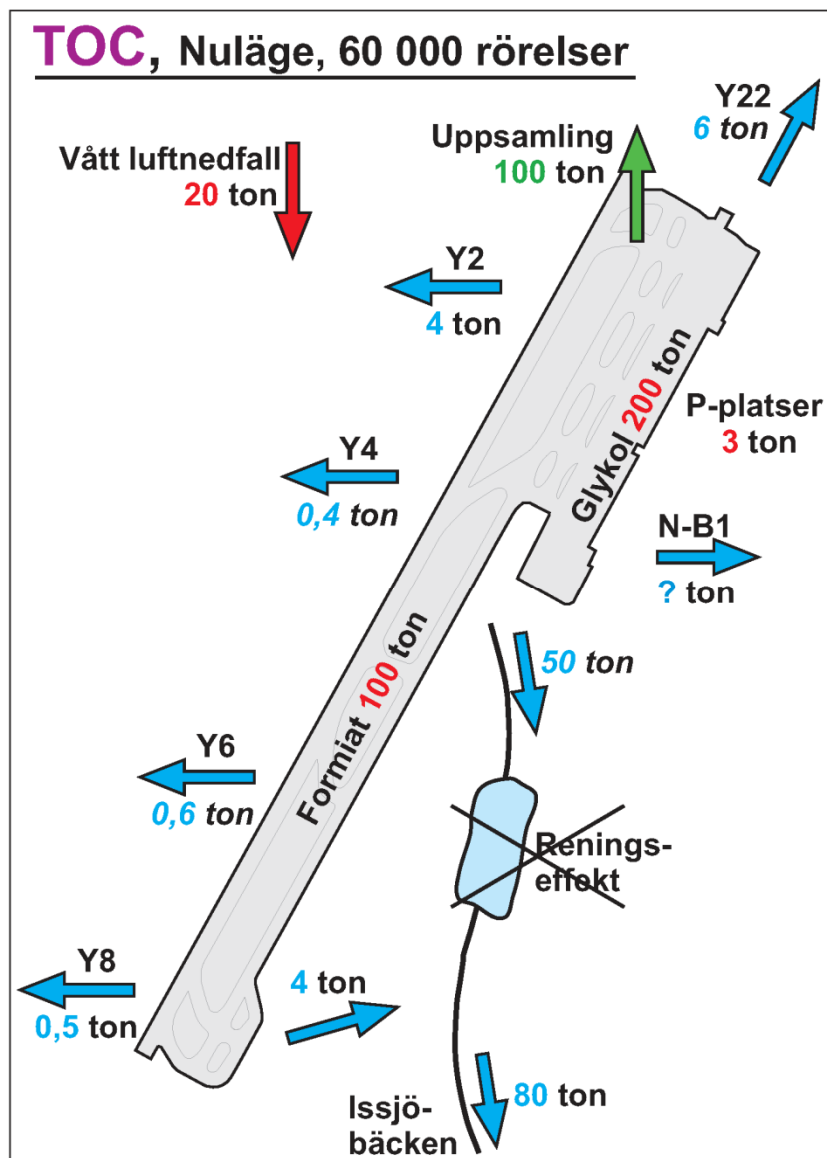
³⁰ Motsvarar beräknad uppsamlingsgrad för vintersäsongen 2010/2011.

- Tungmetalltillskott i form av avspolade metallhaltiga partiklar främst från flygplan i samband med avisning men även från flygplan, markfordon m.m. i samband med nederbörd kan vara en betydande källa. Tillförlitligt underlag för mängdberäkning saknas dock.
- Både glykol- och formiatförbrukning är främst beroende av väderförhållanden och kan därför variera kraftigt från år till år. Eventuella större förändringar avseende väder-/klimatförhållanden i framtiden kan innebära andra kemikalieförbrukningar än de som antagits i beräkningen för framtida verksamhetsvolym.
- Halmätningar saknas helt för några utsläppspunkter och har skett med varierande frekvens i andra punkter. Detta innebär en osäkerhet i beräknade föroreningsmängder till olika ytvattendrag.
- I nuläget sker åtminstone tidvis ett visst utsläpp av infiltrerat dagvatten österut från flygplatsen (via N-B1). Vatten- och föroreningsmängder är okända. Detta utläckage bör åtgärdas genom att överledningen mot Issjöbäcken enligt grundkonstruktionen säkerställs.
- Omfattningen av nedbrytning och fastläggning i naturmark och sprängstensmagasin samt verklig framtida reningseffekt i dagvattendammarna är okänd och innebär en stor osäkerhet i beräkningarna. Denna effekt torde dock i flera fall vara betydande, vilket kommenteras vidare nedan.

En principiell redovisning av massbalansberäkningarna för nuläget åskådliggörs i **figur 61-67** nedan. Illustrationerna i figurerna innehåller **avrundade** värden p.g.a. beräkningens osäkerhet. Kursiva värden är särskilt osäkra p.g.a. avsaknad av aktuella halmätningar.

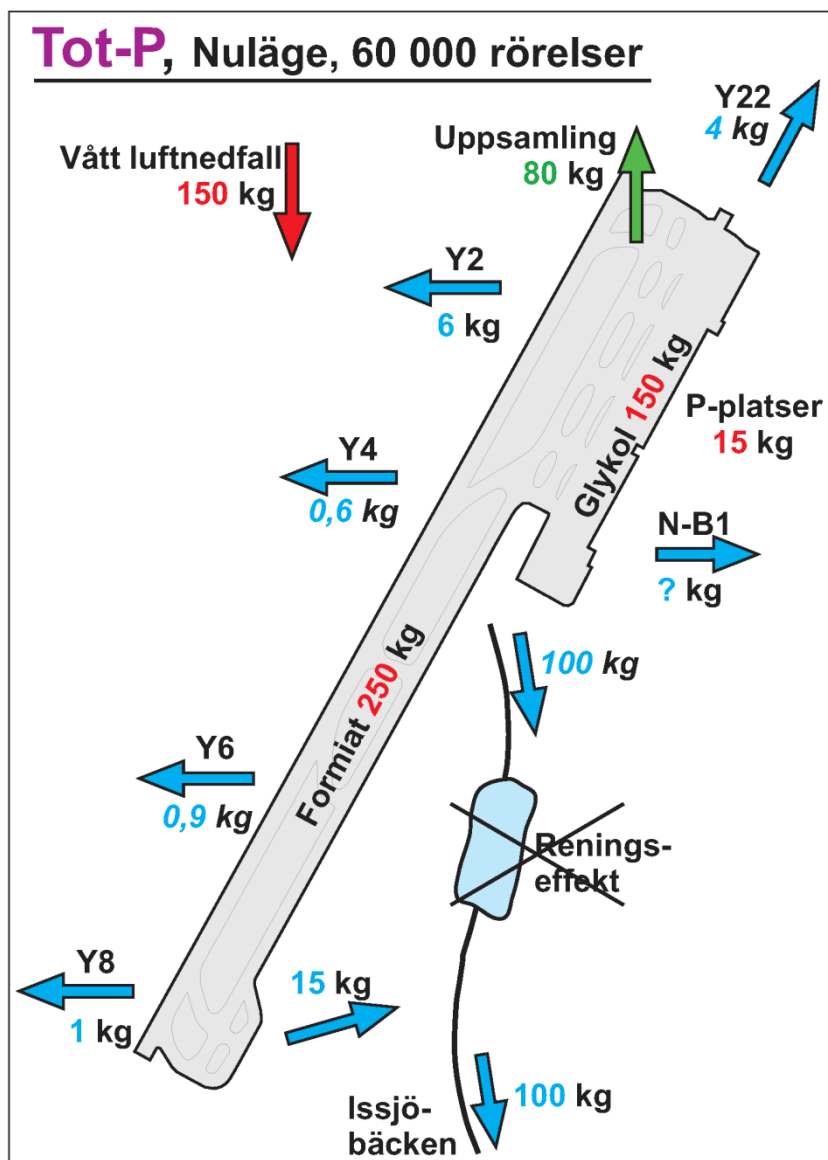
Observera att ”balanserna” i figurerna nedan inte är avsedda att gå jämnt ut (d.v.s att summan av tillförsel och utsläpp skall bli lika med noll). Figurerna är till för att illustrera hur mängderna för källor/utsläpp för de olika ämnen/föroreningarna fördelas vid flygplatsen.

Organiskt material



Figur 61. Massbalanser för organiskt material (DOC) vid Göteborg Landvetter Airport, avseende nuläget (60 000 rörelser)

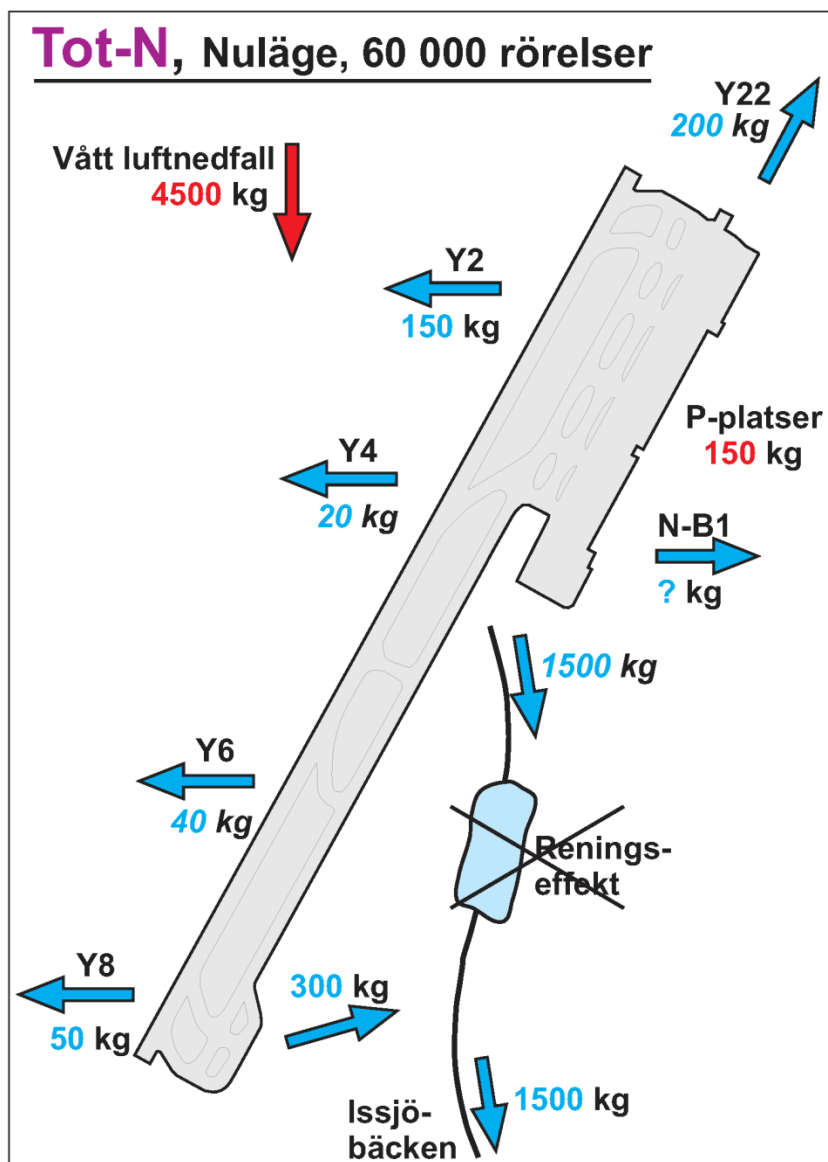
Ur figuren ovan kan utläsas att endast en liten del av det organiska material som tillförs flygplatsen, främst genom kemikalieanvändningen, återfinns i utsläppspunkterna/ytvattendragen. Endast omkring 30 % av TOC-tillförseln efter uppsamling av glykolspill hamnar enligt beräkningen i dagvattendiket/ytvattendragen. Detta kan delvis bero på osäkerheter/felkällor i beräkningen men förmodligen är den största orsaken nedbrytning i ledningar, sprängstensmagasin, mark och diken. Speciellt den mest lättnedbrytbara andelen av formiat och glykol bedöms på detta sätt få en sådan "självrening" redan innan dagvattnet mynnar i de olika dikessystemen. Härutöver sker sannolikt viss diffus spridning av organiskt material utanför flygplatsen, främst till följd av flygplansavvisning med glykol.



Figur 62. Massbalanser för totalfosfor (Tot-P) vid Göteborg Landvetter Airport, avseende nuläget (60 000 rörelser)

Liksom för organiskt material är det en liten del av fosfortillskottet som når ytvattendragen kring flygplatsen, se figuren ovan. Även för fosfor hamnar endast omkring 30 % av tillförseln efter uppsamling av glykolspill i dagvattendiket/ytvattendragen enligt beräkningen. Detta förklaras med samma resonemang som för organiskt material ovan, undantaget att fosfor inte bryts ner. Däremot sker en betydande fastläggning av fosfor inom flygplatsområdet, sannolikt främst i sprängstensmagasinen.

Kväve

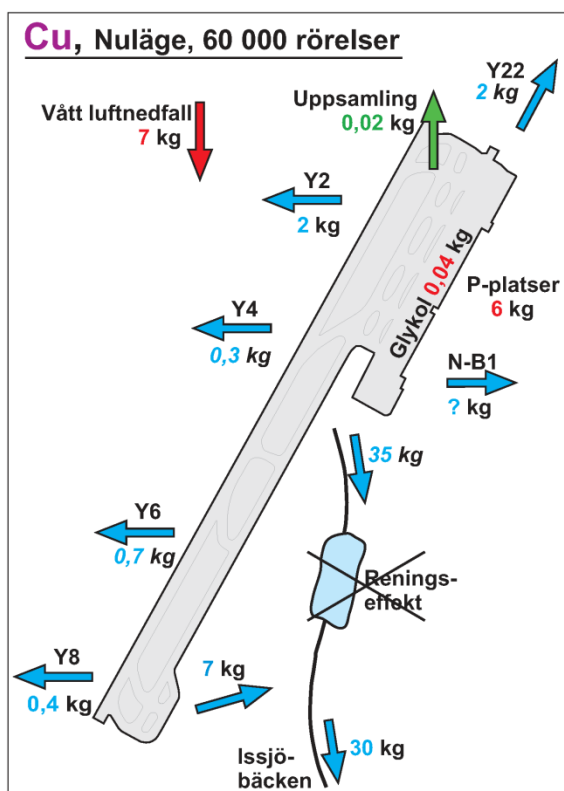


Figur 63. Massbalanser för totalkväve (Tot-N) vid Göteborg Landvetter Airport, avseende nuläget (60 000 rörelser)

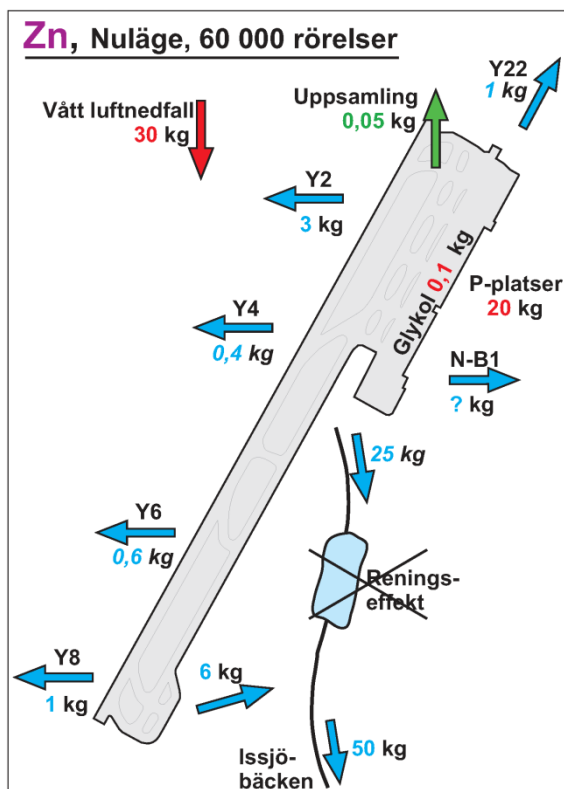
Av figuren ovan framgår att kväveförhållanden uteslutande beror på det atmosfäriska nedfallet. Även för kväve tycks det som om en betydande del reduceras/omvandlas inom flygplatsen.

Tungmetaller

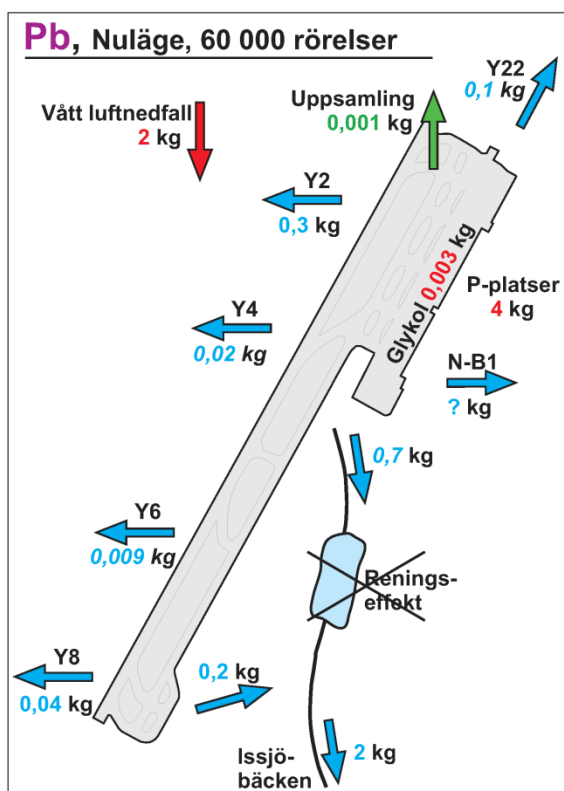
Massbalanser för tungmetallerna koppar, zink, bly och kadmium redovisas i **figurerna 64-67** nedan. Dessa kommenteras i de sammanfattande punkterna sist i kapitlet.



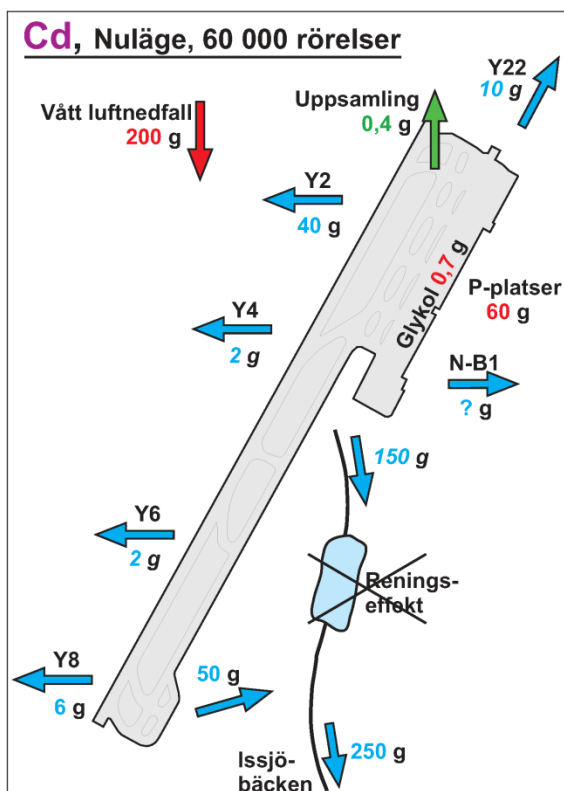
Figur 64. Massbalanser för koppar (Cu) vid Göteborg Landvetter Airport, avseende nuläget (60 000 rörelser)



Figur 65. Massbalanser för zink (Zn) vid Göteborg Landvetter Airport, avseende nuläget (60 000 rörelser)



Figur 66. Massbalanser för bly (Pb) vid Göteborg Landvetter Airport, avseende nuläget (60 000 rörelser)



Figur 67. Massbalanser för kadmium (Cd) vid Göteborg Landvetter Airport, avseende nuläget (60 000 rörelser)

Föroreningsmängder/massbalanser för framtida verksamhet vid flygplatsen är mycket svåra att beräkna p.g.a. många osäkra faktorer såsom framtida nederbörd, kemikalieförbrukning, nedbrytning/fastläggning i bl.a. ledningar och sprängstensmagasin samt reningseffekt i dagvattendammar m.m. I **tabell 6** nedan redovisas ungefärliga framtida utsläpp, baserade på beräkningar som är utförda på alternativa sätt med olika antaganden om nedbrytning/fastläggning inom flygplatsområdet.

Tabell 6. *Ungefärliga utsläppsmängder vid framtida verksamhetsvolym 120 000 rörelser. För jämförelse redovisas ungefärliga utsläppsmängder i nuläget inom parentes. D-A 14 = Issjöbäcken i figurena 61-67.*

Ämne	Enhet	D-A14	Y22	Y2	Y4	Y6	Y8
TOC	ton	40-150 (80)	10-30 (6)	10-25 (4)	1-2 (0,4)	1-3 (0,6)	1-3 (0,5)
Tot-P	kg	80-150 (100)	5-10 (4)	10-15 (6)	1-1,5 (0,6)	1-2 (0,9)	2-3 (1)
Tot-N	kg	1000-1500 (1500)	200 (200)	150 (150)	20 (20)	40 (40)	50 (50)
Cu	kg	30-35 (30)	2 (2)	2-3 (2)	0,4 (0,3)	1 (0,7)	0,5 (0,4)
Zn	kg	25-30 (50)	1-2 (1)	3-4 (3)	0,5 (0,4)	1 (0,6)	1-1,5 (1)
Pb	kg	1-2 (2)	0,1-0,2 (0,1)	0,2-0,4 (0,3)	0,02 (0,02)	0,01 (0,009)	0,04 (0,04)
Cd	g	150-200 (250)	10 (10)	35-40 (40)	2-3 (2)	2 (2)	6 (6)

De nedre intervallgränserna för framtidsfallet 120 000 rörelser i tabellen ovan är beräknade med utgångspunkt från att förhållandena mellan tillförda och utgående mängder i respektive ytvattenpunkt är lika stora som i nuläget, d.v.s. detta beräkningsfall beaktar den ovan beskrivna "självreningen" före utflödet i dikessystemen. De högre intervallgränserna är beräknade med utgångspunkt från att ingen nedbrytning/fastläggning av den tillkommande kemikalieförbrukningen sker inom flygplatsområdet. Sanningen bedöms ligga någonstans däremellan, men noggrannare siffror kan inte anges p.g.a. osäkerheterna i beräkningen.

Samlade kommentarer till massbalanser

- Tillförseln av organiskt material genom glykol- och formiatanvändning på flygplatsen är stor. Även tillförseln av fosfor beroende på fosfattillsatser i avisningsglykol och formiat är relativt omfattande.
- Kvävemängden som transporteras ut från flygplatsen till ytvattenrecipienterna härrör i allt väsentligt från luftnedfall. Kvävenedfallet består förmodligen till huvuddel av mer eller mindre långtransporterade kväveföreningar härrörande från utsläpp till luft av kväveföreningar på andra

platser och till mindre del av utsläpp till luft från trafik och andra verksamheter på själva flygplatsen.

- För organiskt material, kväve och fosfor är identifierade källor större än identifierade sänkor. Förmodligen sker en betydande reduktion av dessa ämnen genom nedbrytning/fastläggning/sedimentering inom flygplatsområdet, "självrening" enligt beskrivningen ovan. Förmodligen sker även viss diffus spridning utanför flygplatsområdet, främst till följd av flygplansavisning.
- Även för bly är identifierade källor större än identifierade sänkor. En enkel förklaring är svår att finna, även i detta fall kan orsaken vara fastläggning mm i jorden, men källorna kan också vara överskattade.
- För koppar är istället sänkorna större än källorna. Detta kan tyda på ett inte obetydligt tillskott via exempelvis avspolade metallpartiklar från flygplan och/eller markfordon och/eller torrt luftnedfall.
- För kadmium och zink stämmer massbalanserna relativt väl. Sänkorna är i nivå med källorna.
- Till följd av ökad kemikalieanvändning med framtida utökad flygverksamhet beräknas uttransporterade mängder av organiskt material och fosfor till ytvattendragen i norr/väster och dagvattendiket i öster bli större för trafikfallet 120 000 rörelser än för nuläget. Föroreningsmängderna till huvudrecipienten Issjöbäcken i söder beräknas emellertid kunna begränsas genom nedbrytning/fastläggning/sedimentering i de nya dagvattendammarna.
- För kväve och tungmetaller beräknas uttransporten av föroreningsmängder till de mindre vattendragen i norr och väster vid utökad verksamhet generellt bli av ungefär samma storleksordning som i nuläget. Föroreningsmängderna avseende kväve och metaller till Issjöbäcken beräknas emellertid i regel t.o.m. kunna minska något i framtiden p.g.a. rening i dagvattendammarna.
- Det huvudsakliga föroreningsutsläppet från flygplatsen till ytvattenrecipient sker via D-A14 till Issjöbäcken; i genomsnitt ca 85 % av föroreningsmängderna i nuläget resp. ca 75-80 % i trafikfallet 120 000 rörelser. Om reningseffekten i dagvattendammarna blir den förväntade är det således möjligt att den framtida föroreningsbelastningen på Issjöbäcken inte blir högre än i nuläget.
- Uttransporten av föroreningsmängder till övriga ytvattendrag kring flygplatsen bedöms vara liten till måttlig. Störst är utsläppen i N/V via Y2 och Y22 (Vindtjärn). Anledningen till den större uttransporten av föroreningar i dessa områden är att dessa två vattendrag har förutsatts tillföras betydande mängder dagvatten som infiltrerats via infiltrationsbrunnar till sprängstensmagasin.

9. SAMMANFATTANDE KOMMENTARER

Vattenmängder

Vattenmängden som avrinner i olika utflödespunkter varierar med upp till cirka 50 % mellan ett normalår och ett våtår som inträffar statistiskt 1 gång på 100 år. Genom att beakta såväl normalår som våtår baserat på historiska data erhålls en god bild av variationen. Till detta ska läggas att man enligt scenarios om klimatförändringar kan förvänta sig en allmän ökning av dimensionerande vattenmängder med ytterligare 30 %. Hur en sådan ökning kommer att ge utslag i en nederbördsstatistik kan dock inte förutses eftersom en sådan effekt inte avser årsvattenmängder. Denna klimatfaktor bör främst vägas in vid dimensionering av anläggningar.

På flygplatsen har omfattningen av hårdgjorda (asfalterade) ytor stor betydelse för vattenavrinningen. Även det speciellt utformade dagvattensystemet med infiltrationsbrunnar i sprängstensmagasin har betydelse för avrinningens storlek och intensitet.

Vid kontrollpunkt DA 14 i Issjöbäcken finns en mätstation där flödet kontinuerligt registreras. Mätningen har dock varit svår att kalibrera och bedöms därför ge tveksam information. I denna rapport har därför uppmätta halter och massbalanser relaterats till de teoretiskt beräknade vattenmängderna under olika yttre betingelser.

Ytvattenrecipienter

Den dominerande avrinningen sker via Issjöbäcken söderut till Västra Ingsjön. Mindre avrinningar finns även mot främst sydväst, väst och norr.

Utförda provtagningar och beräkningar leder till nedanstående sammanfattande kommentarer. Bedömningarna utgår från de belastningar av föroreningar som flygplatsen bidrar med.

- Tillförseln av organiska ämnen genom formiat och glykol är stor. Av avgörande betydelse för främst Issjöbäcken är därför att dessa lätt nedbrytbara ämnen behandlas effektivt i den nya dammanläggningen. En hög halt organiska ämnen i vattnet kan leda till syrebrist i recipienten med effekter på faunan. Riskerna bedöms huvudsakligen gälla för Issjöbäcken medan den kvarstående effekten för Västra Ingsjön bedöms vara mindre. I denna rapport har en reningseffekt på cirka 50 % avseende organiska ämnen antagits kunna uppnås i dammanläggningen. Den verkliga effekten kan avgöras först sedan anläggningen trimmats in och driftoptimerats under flera år. Primärt bedöms det angeläget att säkerställa en syrehalt om 5 mg/l nedströms anläggningen.

- Uttransporten av föroreningar via de mindre vattendragen är måttlig vad gäller halter och mängder. I dessa fall är det dock främst en markant högre mängd i norr – Y2 och Y22. Eftersom det är i dessa områden som dagvatten tillförs sprängstensmagasin genom infiltrationsbrunnar och som därmed kan transporteras vidare till bäckarna genom grundvattenströmningen bör särskild uppmärksamhet riktas mot om dagvattensystemet inom dessa områden skulle behöva ändras vad gäller infiltrationen.
- Dagvattensystemet förutsätter att det dagvatten som bildas eller tillförs det centrala terminalområdet infiltreras till aktuellt sprängstensmagasin och leds vidare till utloppet mot Issjöbäcken. Dagens utlopp till Kärrsjöbäcken bör ses över.
- Beträffande metaller är det främst koppar och zink som förekommer i det vatten som avleds till recipienten.
- Kvävemängden som transporteras ut från flygplatsen härrör i allt väsentligt från luftnedfall och inte från den direkta verksamheten på flygplatsen (sedan användningen av urea upphört vid flygplatsen).
- Hittillsvarande kontroll tyder på att nedbrytningen av organiska ämnen vid nuvarande trafikbelastning pågår inom såväl flygplatsområdet som i det naturliga dikessystemet, så att syrehalten 5 mg/l normalt har klaras även utan att dammarna tagits i bruk.
- Utgående från uppgifter från konstruktören (Ramböll) av dagvattendamm-anläggningen kan cirka 60 % minskning av mängden fosfor kunna förväntas i dammarna. Minskningen av kväve har antagits till ca 30 % och minskningen av metaller till ca 40 %.
- Utförda massbalansberäkningarna har visat att en betydande reduktion av främst organiskt material, kväve och fosfor sker genom nedbrytning/fastläggning/sedimentering inom flygplatsområdet i ledningar, sprängstensmagasin, mark och diken. Om denna "självreningseffekt" förblir lika påtaglig vid en framtida utökad verksamhet med ökad kemikalieanvändning och om reningseffekten i dammanläggningen blir den förväntade så är det möjligt att den framtida föroreningsbelastningen på Issjöbäcken inte blir högre än i nuläget.
- PFOS-förekomst i vatten, sediment och biota kommer att fortsätta följas i det särskilda uppföljnings- och forskningsprojekt som pågår i samverkan med Naturvårdsverket och med IVL som huvudansvarigt. Det kan dock noteras att betydande insatser redan vidtagits för att minska fortsatt tillförsel samt att rening av PFOS-påverkat vatten påbörjats vid brandövningsplatsen.

Grundvattenrecipienter

En betydande andel av det dagvatten som samlas upp infiltreras till sprängstensmagasin under flygplatsen. Den fortsatta avrinningen med grundvattenströmningen styrs av naturliga grundvattendelare i form av topografin och även berggrundstopografin. Grundvattenströmmarna leds sedan ut i de bäckar som avrinner från flygplatsen. I någon utsträckning, som inte kunnat klarläggas, kan även en del grundvatten strömma från flygplatsen genom de spricksystem som finns i berggrunden. Baserat på utförd egenkontroll görs följande sammanfattande kommentarer:

- Provtagning i enskilda brunnar visar inga tendenser till påverkan från flygplatsen.
- Förhållandena väster om flygplatsen vid punkt G4 bör inom ramen för sk MIFO-undersökningar fortsätta. Vissa noterade föroreningar kan eventuellt ha samband med den byggtipp som finns i närheten. En del av detta grundvatten strömmar dock till följd av berggrundstopografin österut och via sprängstensmagasinet i Kroksjön till Issjöbäcken.
- Förhållandena i sprängstensmagasinen kan naturligtvis delvis betraktas som grundvattenrecipient men eftersom detta ingår i dagvattensystemet bör bedömningen av vattenkvaliteten i sprängstensmagasinen samordnas med kvaliteten i dagvattnet och ytvattenrecipienterna.

Dagvattenbehandling

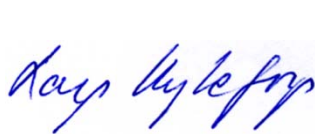
Som redovisats har under det senaste året en omfattande behandlingsanläggning för det dagvatten som leds ut i Issjöbäcken från norra banområdet inklusive terminalområdet byggts ut. En sådan dammanläggning kräver flera år för intrimning och optimering av driften. Vidare pågår ombyggnad av den befintliga mindre sedimenteringsdammen i sydost så att enbart dagvattnet från det södra banområdet kommer att behandlas i denna damm (Issjöbäcken med flödet från norra banområdet avses ledas förbi sedimenteringsdammen) genom luftning och sedimentering.

- Det är viktigt att driften av anläggningarna styrs så att maximal effekt uppnås i nedbrytningen av organiskt material samt oxidering och fastläggning/sedimentering av metaller. I andra hand kan viktiga "bonuseffekter" erhållas avseende fosfor och kväve genom delar av reningsanläggningens som är speciellt lämpade för sådan rening.
- Den trafikökning som i detta sammanhang är aktuell vid flygplatsen bör beaktas så behandlingsanläggningarnas kapacitet för dagvatten minst ökar i proportion till den ökade användningen av kemikalier och med aktuell ökning av utströmmande vattenmängder.

- En betydande andel av dagvattnet leds till recipienten via sprängstensfyllningarna. Syftet har främst varit att utjämna flödet samt ge viss rening. När det gäller dagvattnets innehåll av organiska ämnen bedöms reningseffekten endast bli måttlig med hänsyn till att förhållandevis syrefattiga förhållanden råder. Däremot är det rimligt att förvänta sig att partikelbundna metaller och en viss andel organiskt bundet fosfor kan fastläggas som sediment.

Kalmar den 13 februari 2012

Vatten och Samhällsteknik AB



Lars Kylefors



Håkan Andersson



Maria Sandström