



Reportage | Ombyggnad av eftersedimenteringsbassäng till membranbassäng

Virtual Acceptance Test (VAT) – dynamiska modeller som verktyg vid idrifttagning av processstyrsystem på reningsverk

I somras påbörjades idrifttagningen av en ny biologisk reningsprocess på Henriksdals reningsverk. Reningsverket, som kommer att bli Sveriges största, ligger insprängt i urberget i södra Stockholm. Idriftsättningen av den första av totalt sju processlinjer sker enligt ett pressat tidsschema. Det finns inte utrymme för misstag och förseningar eftersom reningsverket är maximalt belastat med krav på full reningsgrad dygnet runt även under ombyggnationstiden. En snabb idriftsättning och snabbt prestandatest är avgörande för att utöka reningskapaciteten. Det finns alltså starka incitament för att den nya processtyrningen ska fungera optimalt från start. Därför tog Stockholm Vatten och Avfall hjälp av en digital tvilling och VAT, Virtual Acceptance Test, som har utvecklats av IVL Svenska Miljöinstitutet tillsammans med Siemens.

Forts. nästa sida

Forts. fr. föreg. sida

En stor utmaning för reningsverk jämfört med övrig processindustri är de stora och okontrollerbara variationerna i inkommande råmaterial, som i detta fall är avloppsvatten. Föroreningsbelastningen varierar kraftigt över dygnet och vid regn kan inflödet bli fyra gånger högre än normalt. En annan vanlig störning är snösmältning då temperaturen på inkommande avloppsvatten sjunker kraftigt, vilket gör att bakterierna i den biologiska processen renar vattnet långsammare.

Använder Siemens processtyrssystem SIMATIC PCS 7. Avancerad processstyrning används därför för att driva processlösningarna på ett resurseffektivt sätt, samtidigt som de hårda utsläppskraven uppnås. Sedan många år är reningsverket helt automatiserat med Siemens DCS-system Simatic PCS 7 och utan behov av personal nattetid. En förutsättning för att processtyrningen ska ge önskat resultat är förstås en korrekt implementering och intrimning av de hundratal regulatorer och tusentals signaler som används inom processtyrssystemet.

Normalt kontrolleras ny processstyrning vid ett flertal tillfällen av både beställarorganisationen, processkonsulter, projektörer och programmerare. Trots noggrant arbete



Exempel på trendvisning med mätvärden i virtuell reglerkrets i Simatic PCS 7.

finns en risk att något misstolkas eller blir fel eftersom informationsutbyte sker i flera steg med många olika personer. Om fel inte uppmärksammas innan idriftsättning kan det vara både svårt och tidsödande att felsöka och korrigera, vilket för Henriksdals del kan leda till oönskade utsläpp och förseningar.

Henriksdals reningsverk

Henriksdals reningsverk i Stockholm drivs av det kommunala bolaget Stockholm Vatten och Avfall. Verket består av cirka tio reningssteg där både mekaniska, fysikaliska, kemiska och biologiska processer kombineras och varje processteg består av fem till tio parallella processlinjer.



För närvarande byggs Henriksdals reningsverk om till Sveriges största avloppsreningsverk. Kapacitetsmässigt ska verket kunna rena avloppsvatten från 1,6 miljoner personer. Utsläppskraven på organiskt material och näringsämnen kväve och fosfor är strikta, vilket begränsar belastningen på Östersjön och därigenom minskar negativ påverkan som syrebrist och övergödning.

Den toppmoderna reningsprocessen inkluderar membranfiltrering och reducerar också halterna av många mikroföroreningar såsom läkemedelsrester och plastpartiklar. Det slam som produceras i reningsprocessen röts till biogas som renas till fordonsbränsle. Idag sprids det slam som blir kvar efter rötning på åkermark, och mycket forskning pågår kring hur de näringsämnena som finns i slammet efter rötning ska kunna återvinnas på ett hållbart sätt.

 stockholmvattenochavfall.se/henriksdal



Dynamisk processmodellering och IVL Svenska Miljöinstitutet

Utveckling av dynamiska processmodeller och simulatorer för avloppsreningsverk har varit ett aktivt forskningsområde i över 30 år och idag finns tillförlitliga processmodeller som beskriver de flesta biologiska, kemiska och fysikaliska processer som sker på ett reningsverk. Både reningsresultat och resursförbrukning kan simuleras. För Henriksdals nya reningsverk har Stockholm Vatten och Avfall i samarbete med IVL Svenska Miljöinstitutet och processkonsulter använt processmodeller för val av processlösning, styrning och dimensionering. Nu kan modellerna återanvändas inför och under idriftsättningen.

IVL Svenska Miljöinstitutet förenar tillämpad forskning och utveckling i nära samverkan med näringslivet och det offentliga. IVL:s konsultuppdrag vilar på vetenskaplig grund och forskningens präglas av tvärvetenskap och systemtänkande. Redan under 1990-talet genomförde IVL och Stockholm Vatten och Avfall forskning med att använda processmodeller i realtid, även om det är först i nutid, med den pågående digitaliseringen, som modellerna nyttjas i praktiken för olika tillämpningar. Under 2020–2025 kommer olika tillämpningar med digitala processvillkor att studeras vidare inom ett gemensamt forskningsprojekt där flera reningsverk i Stockholm samt IVL, Lunds Universitet och Uppsala universitet deltar.

 ivl.se

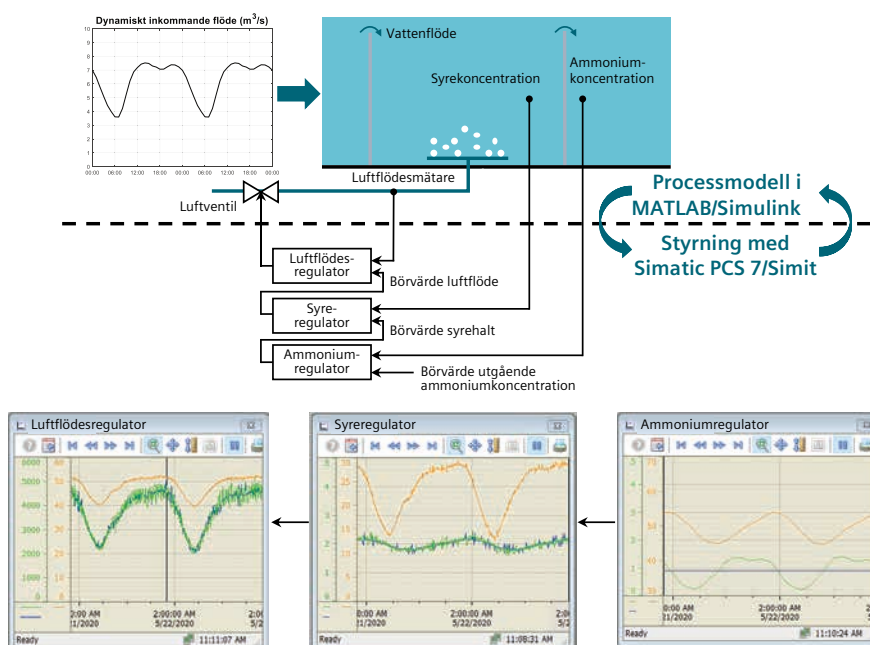
Minskar risken med digital tvilling.

För att minska riskerna för fel och missförstånd vid idriftsättningsfasen initierade IVL Svenska Miljöinstitutet ett utvecklingsprojekt tillsammans med Stockholm Vatten och Avfall och Siemens där en digital processtvilling användes för att i förväg utvärdera och justera in processtyrningen. Idén var att utveckla en applikation där processstyrssystemet kördes mot en dynamisk matematisk processmodell istället för den fysiska verkligheten. Detta blev en digital tvilling där delar av nya styrsystemet kan testas och verifieras innan den verkliga idrifttagningen.

– Vi kallar projektet för Virtual Acceptance Test eller VAT-projektet, säger Erik U. Lindblom, projektledare på IVL Svenska Miljöinstitutet.

Redan innan kördes många tester virtuellt, så kallad Virtual Commissioning, men begränsat till tester på I/O-nivå eller med enklare modeller. Siemens simuleringsverktyg erbjuder flera standardiserade sätt för att koppla ihop mer avancerade processmodeller såsom Siemens senaste tillskott i digitaliseringsportföljen gPROMS från PSE eller, som i detta projekt, mot MATLAB/Simulink.

Applikationen byggdes upp så att processmodellen i MATLAB/Simulink kommunicerar genom Simit till Simatic PCS 7 genom att båda applikationerna delar på en gemensam del i minnet (Shared Memory). Detta möjliggör snabbt utbyte av värden mellan de olika systemen. Modellen tidsstyrs i realtid och skickar processvärden till/läser styrsignal från Simatic PCS 7 med ett inställbart tidsintervall. Förutom att korrigera implementeringsfel kan regulatorerna testas virtuellt och trim-



Fallstudie: processtyrningen för syresättning på det nya reningsverket. Exemplet visar 48 h drift. Blå linje: börvärde. Grön linje: processvärde. Orange linje: styrsignal.

mas in. Det går även att göra prestandatest mot störningar som är svåra att generera i verkligheten, till exempel ett 100-årsregn.

Fallstudie. I exemplet ovan (se bild) studeras processtyrningen för syresättning på det nya reningsverket. Syret behövs för att bakterierna i den biologiska reningen ska omvandla löst kväve och organiskt material i avloppsvattnet (ammonium) till kvävgas och koldioxid. Styrstrategin baseras på flera PID-regulatorer i kaskad där en ammoniumregulator ställer ut den underordnade syreregulatorns börvärde. Syreregulatorn ställer i sin tur ut ett luftflödesbörvärde till

den underordnade luftregulatorn som styr själva ventilöppningsgraden och luftmängden. Reglerkretsen och resultat från applikationen visas grafiskt i bilden ovan. Inflödet som är indatat till processmodellen är dynamiskt och ammoniumregulatorn reagerar på den variabla belastningen genom att minska/öka syrebörvärdet. Luftflödesregulatorn säkerställer att syrebörvärdet upprätthålls. Dynamiken i luftflödessignalen som har ett realistiskt mätbrus speglar variationen i inkommande flöde.

Utbildning av operativ personal. Ett viktigt mål med projektet är också att operativ personal och övriga projektdeltagare kan öva och utbildas i den nya styrsystemmiljön med den digitala processtvillingen.

– Det tror vi kommer att leda till en snabbare idriftsättning med mindre problem samtidigt som vi förbereder oss på att hantera driftsstörningar, säger Oscar Samuelsson, expert inom VA-tillämpad dataanalys, som också arbetar i projektet. ■



Robert Wallin, produktchef för Simatic PCS neo på Siemens, och Erik U. Lindblom, projektledare på IVL Svenska Miljöinstitutet.

Processtyrsystem: Simatic PCS 7
Simuleringsmjukvara: Simit
Externteknik: Matlab/Simulink