

Syvab

Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna

– Utredning av ojämn belastning i mellansedimenteringsbassängerna i linje 3-8

Alexander Skogbäck

JÄVM19

Stiftelsen Yrkehögskolan Sverige

Bluepeak

2020-11-23 – 2021-02-14

Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 2(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

Sammanfattning

Tidigare problem med ansamling av slam i mellansedimenteringsbassängerna och resulterande slamflykt har skapat misstankar om ojämn belastning mellan reningslinjerna. Under NKH-projektet kommer kapaciteten i mellansedimenteringen vara begränsad och det finns ett stort intresse av att ha jämn belastning mellan reningslinjerna för att säkerställa goda resultat. Genom att beräkna slamytbelastningen, mäta slamnivåerna och skapa slamprofiler kan resultaten jämföras och diskuteras.

Resultatet av lodningen där högre slamnivåer uppmätts längre bak i bassängerna stämmer överens med den höga beräknade slamytbelastningen. Det finns inga uppenbara belastningsskillnader mellan linjerna som går att tyda på resultaten men då öppningsgraden på slamtömningsventilerna endast varit densamma under en kort tid är det troligt att en eventuell effekt inte hunnit avspeglas på lodningsresultatet ännu och det kan vara en anledning till att slamnivåerna inte skiljer sig mer från varandra.

Bristande möjligheter att mäta flöden genom linjerna eller i provisoriepumpningen från linje 1 och 2 till övriga linjer gör det svårt att peka ut vad som är orsaken till eventuellt ojämn belastning mellan linjerna.

Vidare har en undersökning om flytslams påverkan på belastningsskillnader mellan två bassänger inom samma linje utförts. Det finns en teoretisk grund för att en sådan påverkan kan finnas och att effekten växer exponentiellt med mängden flytslam i en bassäng. En praktisk undersökning måste fullföljas för att bekräfta denna teori.

Reglering av flöden genom linjerna och slamnivåer i mellansedimenteringsbassängerna måste även framöver baseras på okulärbesiktning och lodningsresultat.

Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 3(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

Innehållsförteckning

1.	Bakgrund	4
2.	Syfte	4
3.	Metod	4
4.	Utformning av bassängblocket och mellansedimenteringen	6
4.1	Flödesschema – bassängblocket.....	6
4.2	Mellansedimentering - Funktion	7
4.3	Utformning av mellansedimenteringsbassänger	7
4.4	Beräknad belastning	7
5.	Resultat lodning av mellansedimenteringsbassängerna	9
5.1	Medelslammnivå	10
5.2	Lodningspunkter	10
5.3	Slamprofiler	11
5.4	Diskussion	14
6.	Resultat lodning av vattennivån i kanalerna till luftningsbassängerna	14
6.1	Beräknad vattennivå i kanaler till luftningsbassängerna	15
6.2	Diskussion	15
7.	Vidare undersökning av ojämn belastning mellan bassänger inom samma linje	16
7.1	Medelslammnivå i mellansedimenteringsbassängerna 5, 6, 13 och 14 mellan vecka 43-1.....	16
7.2	Beräknad flödespåverkan	17
7.3	Resultat lodning av bassäng 5, 6, 13 och 14.....	18
7.4	Lodningspunkter	18
7.5	Diskussion	19
8.	Slutsatser	19

Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 4(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

1. Bakgrund

Himmerfjärdsverket befinner sig i ett storskaligt om- och utbyggnadsprojekt kallat NKH (Nya Krav Himmerfjärdsverket), något som påverkar den hydrauliska belastningen på bassängblocket eftersom arbete pågår i bassängerna och delar av reningslinjer kommer stängas av i perioder.

I och med de begränsningar som NKH-projektet orsakar kan det vid höga flöden genom reningsverket ansamlas höga slamnivåer i mellansedimenteringsbassängerna vilket resulterar i slamflykt, högre belastning på efterföljande reningssteg och i slutändan försämrade reningsresultat av framförallt BOD₇.

Sedan tidigare har det observerats tendenser till ojämnt fördelad slambelastning mellan de olika mellansedimenteringslinjerna och -bassängerna, något som förtydligats under NKH projektets arbeten.

2. Syfte

Syftet med undersökningen är att kartlägga hur den hydrauliska belastningen ser ut i mellansedimenteringsbassängerna under en högflödesperiod, kontrollera om belastningen skiljer sig mellan olika linjer och bassänger samt utreda vad det skulle bero på och vilka åtgärder som kan vidtas.

3. Metod

Förutsättningar vid undersökningen:

- Undersökningen utfördes 2020-12-08 – 2020-12-09
- Stabilt flöde på 5000 m³/h (5000 m³/h satt som begränsat maxflödet genom det bioblocket vid tidpunkten för undersökningen).
- Mellan- och eftersedimentering avstängda i linje 1-2
- Samtliga slamtömningsventiler öppnade 24 varv

Lodning av slamnivåer i mellansedimenteringsbassängerna:

- Lodning utförd 14:00 2020-12-08 med ekolod.
- Linje 1-2 (Bassäng 1-4) var avstängda vid aktuell tidpunkt.
- Lodning är gjord på 8 punkter per bassäng med jämna mellanrum längst bassängernas långsida.
- Mätfelsintervallet för lodningen är +/- 20 cm.

Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 5(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

Lodning av vattennivån i kanaler till luftningsbassängerna:

- Lodning utförd 14:00 2020-12-09 med måttstock.
- Kanaldjup är enligt ritningar 120 cm.
- Lodning är gjord från vattenyta upp till kanalkanten.
- Nivå enligt Citect är framtagen genom mätning från monterade nivågivare som mäter avståndet till vattennivån och subtraherar uppmätt nivå från angiven höjd nivågivaren mäter ifrån.
- Mätfelsintervallet för lodningen är +/- 2 cm.

Lodning av mellansedimenteringsbassäng 5, 6, 13 och 14 för vidare undersökning av ojämn belastning:

- Lodning utförd 08:00 2020-01-11 – 2020-01-15 med ekolod.
- Lodning är gjord på 3 punkter, en i början, en i mitten och en i slutet av bassängerna.
- Mätfelsintervallet är +/- 20 cm.
- Flödet varierade mellan 5500-5800 m³/h

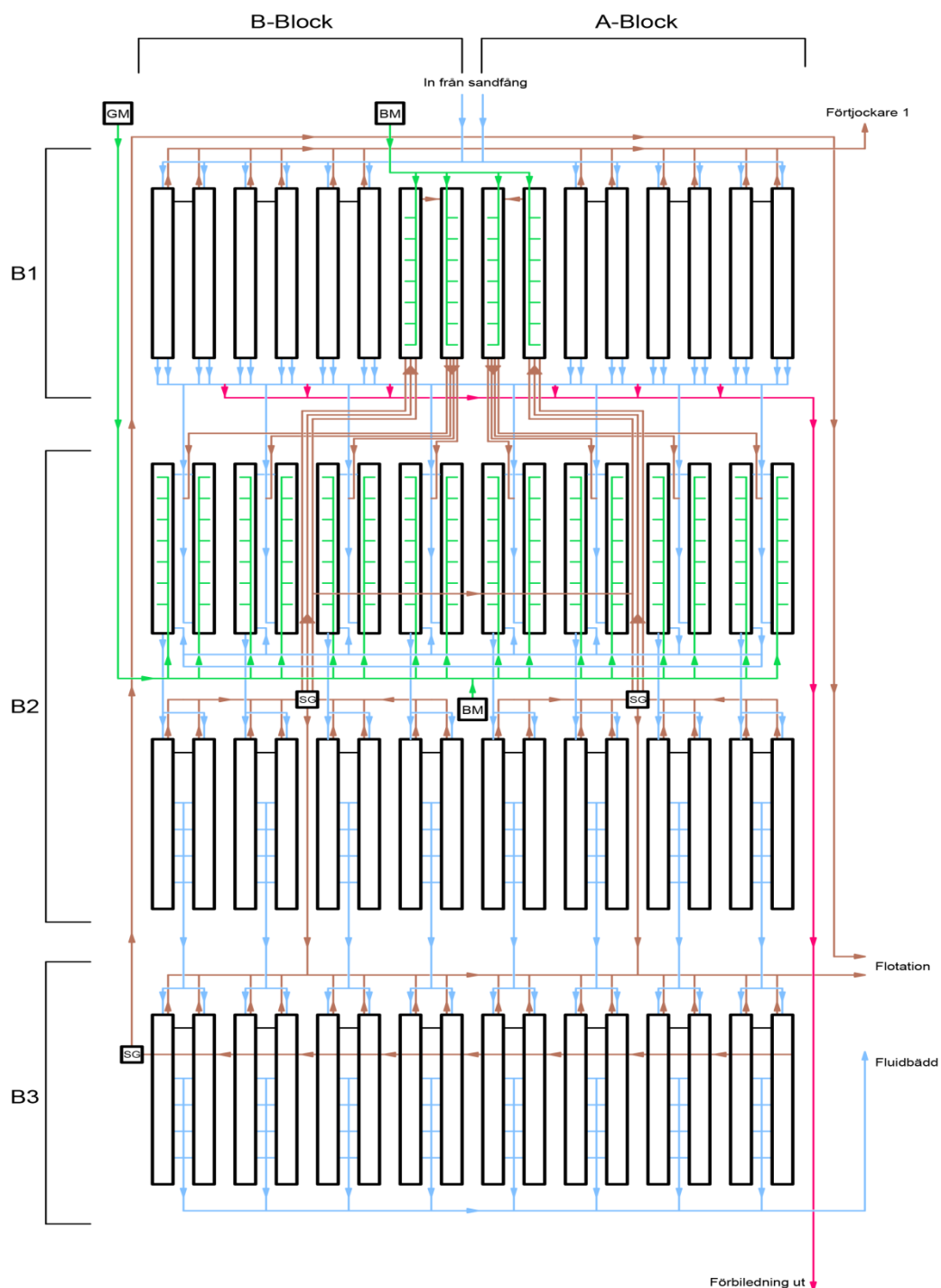
Viss data som används i beräkningar är tagna från styr- och övervakningssystemet Citect och förlitas på korrekta mätresultat från mätutrustning. Reservation för att följande uppmätta data kan vara felaktig:

- Flödet genom verket
- SS-halt i luftningsbassängerna
- Enligt Citect beräknad vattennivå i kanalerna till luftningsbassängen

Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 6(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

4. Utformning av bassängblocket och mellansedimenteringen

4.1 Flödesschema - bassängblocket



Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 7(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

4.2 Mellansedimentering - Funktion

I luftningsbassängerna, steget före mellansedimenteringen, sker en tillväxt av bakterier som trivs i miljön. Som en del av reningsprocessen förbrukar bakterierna syre (O₂) och organiskt material (CH₂O) som kommer med avloppsvattnet för att utvinna energi. Energin går delvis till reproduktion vilket innebär en bakterietillväxt. Bakterierna formar ett slam som följer vattenflödet. Vattenflödet går från luftningsbassängerna till mellansedimenteringen. Mellansedimenteringsbassängernas funktion är att samla ihop sedimenterat slam i en slamficka i den främre delen av bassängen varifrån slamtömning sker. Det mesta av slammet återförs till luftningsbassängerna via returslamluftningsbassängerna, en del av slammet tas ut som överskottsslam och pumpas vidare till slambehandlingen. Renat vatten tas ut på ytan där det rinner över i metallskenor och leds vidare till eftersedimenteringsbassänger.

4.3 Utformning av mellansedimenteringsbassänger

Totalt består mellansedimenteringen av 16 bassänger fördelade på 8 linjer med två parallella bassänger per linje. Mellan de två parallella bassängerna som utgör en linje finns det strukturella öppningar i väggen som innebär att vattennivåer och flödesbelastning jämnas ut mellan de två bassängerna inom samma linje. Öppningarna sitter längst med botten i början och slutet av bassängerna.

Bassängerna mäter 64 meter på längden, 6 meter på bredden och är 3,6 meter djupa. Ytan per bassäng är $64\text{m} \cdot 6\text{m} = 384\text{ m}^2$ och den totala ytan för de bassänger som var i drift är $64\text{m} \cdot 6\text{m} \cdot 12 = 4608\text{ m}^2$. Volymen per bassäng är avrundat till heltal $64\text{m} \cdot 6\text{m} \cdot 3,6\text{m} = 1382\text{ m}^3$ och den totala volymen för de bassänger som var i drift är avrundat till heltal $64\text{m} \cdot 6\text{m} \cdot 3,6\text{m} \cdot 12 = 16589\text{ m}^3$.

För att hjälpa slamtömningen har sifoner installerats längst med botten av bassängerna där vatten med hög slamhalt genom sifonerna trycks ut i slamgropen på grund av det hydrostatiska tryck som uppstår eftersom sifonernas utlopp är placerat lägre än vattennivån i bassängerna.

4.4 Beräknad belastning

Ytbelastning i mellansedimentering

$$\text{Ytbelastningen} = Q/A \text{ (m}^3/\text{h)}$$

Flödet genom mellansedimenteringen var 5000 m³/h vilket fördelades på 12 bassänger där det förutsätts att samtliga linjer har samma hydrauliska belastning.

$$5000\text{ m}^3/\text{h} / 12 = 417\text{ m}^3/\text{h} \text{ per bassäng.}$$

$$417\text{ m}^3/\text{h} / 384\text{ m}^2 = 1,09\text{ m}^3/\text{h}$$

Rimligt driftvärde är 0,5-1,5 m/h. (*Avloppsteknik 2 Reningsprocessen s.93 (U2) 2013, Svenskt Vatten*)

Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 8(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

Uppehållstid i mellansedimenteringen

För att beräkna slamytbelastning vid aktuellt tillfälle behövs en genomsnittlig SS-halt för den uppehållstid som föregick lodningen.

$$\text{Uppehållstiden} = V/Q \text{ (h)}$$

$$1382 \text{ m}^3 / 417 \text{ m}^3/\text{h} = 3,31 \text{ h}$$

Genomsnittlig SS-halt i luftningen

Utifrån uppehållstiden på 3,31h har en uppskattad genomsnittlig SS-halt (mg/l) i linje 3-8 från kl. 10:40 till kl.14:00 hämtats från data i Citect.

Linje	Medelhalt-SS
1	3073
2	3040
3	2764
4	3169
5	2684
6	2746
7	3757
8	3375
3-8	3083

Rimligt driftvärde är 1000-4000 mg/l SS. (*Avloppsteknik 2 Reningsprocessen s.93 (U2) 2013, Svenskt Vatten*)

Linje 1-2 är avstängda efter luftningen och det vatten som egentligen går till mellansedimenteringen för linje 1-2 pumpas istället med provisoriepumpar till utloppet i luftningsbassängerna linje 3-8. En beräknad öppningsgrad av ventilerna på ledningen ska ge ett uppskattat lika flöde till varje linje men det finns inget sätt att kontrollera hur mycket flöde som faktiskt går till varje bassäng eller hur mycket SS-halten påverkas.

Teoretiskt är det en fjärdedel av flödet som går genom luftningslinjerna 1-2 och som sedan fördelas mellan linjer 3-8. Det innebär att 25 % av utflödet i linje 3-8 är vatten från linje 1-2.

Medelslamhalten i linje 1 och 2 har varit närmast identisk som den gemensamma medelslamhalten för linje 3-8 men eftersom det finns variationer mellan de linjerna kan ett antagande göras att biflödet från linje 1-2 med en viss effekt balanserar upp eller ner medelslamhalterna i linje 3-8 mot 3050mg/l.

Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 9(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

Slamtybelastning i mellansedimentering

Slamtybelastning = $Q \cdot SS_i / A$ (kg SS/ m², h)

Linje 3

$833 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 2764 \text{ mg/l} / 768 \text{ m}^2 = 2998 \text{ mg/l}$, h = 3 kg SS/m², h

Linje 4

$833 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 3169 \text{ mg/l} / 768 \text{ m}^2 = 3437 \text{ mg/l}$, h = 3,44 kg SS/m², h

Linje 5

$833 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 2684 \text{ mg/l} / 768 \text{ m}^2 = 2911 \text{ mg/l}$, h = 2,91 kg SS/m², h

Linje 6

$833 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 2746 \text{ mg/l} / 768 \text{ m}^2 = 2978 \text{ mg/l}$, h = 2,98 kg SS/m², h

Linje 7

$833 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 3757 \text{ mg/l} / 768 \text{ m}^2 = 4075 \text{ mg/l}$, h = 4,08 kg SS/m², h

Linje 8

$833 \text{ m}^3/\text{h} \cdot 3375 \text{ mg/l} / 768 \text{ m}^2 = 3661 \text{ mg/l}$, h = 3,66 kg SS/m², h

Rimligt driftvärde är 1,5–3,5 kg SS/m², h. (*Anloppsteknik 2 Reningsprocessen s.93 (U2) 2013, Svenskt Vatten*)

5. Resultat lodning av mellansedimenteringsbassängerna

Bassäng	Lodningspunkt							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-	-	-
5	30	60	80	80	100	90	90	80
6	20	60	70	70	80	80	80	80

Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 10(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

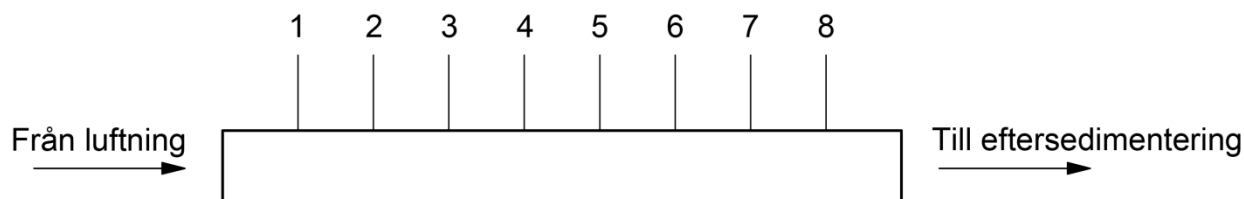
7	20	70	90	100	110	120	120	100
8	60	80	100	110	120	120	120	110
9	40	60	70	80	80	90	100	90
10	30	60	70	80	90	100	110	100
11	70	70	80	100	100	110	120	110
12	70	70	80	90	100	110	110	120
13	20	70	90	100	110	110	100	90
14	30	80	70	90	90	80	80	70
15	80	160	160	170	170	170	190	180
16	30	60	80	100	100	110	120	100

Lodningsresultaten är dokumenterade i centimeter.

5.1 Medelslammnivå

Linje	Medelnivå
3	72 cm
4	97 cm
5	78 cm
6	94 cm
7	80 cm
8	124 cm

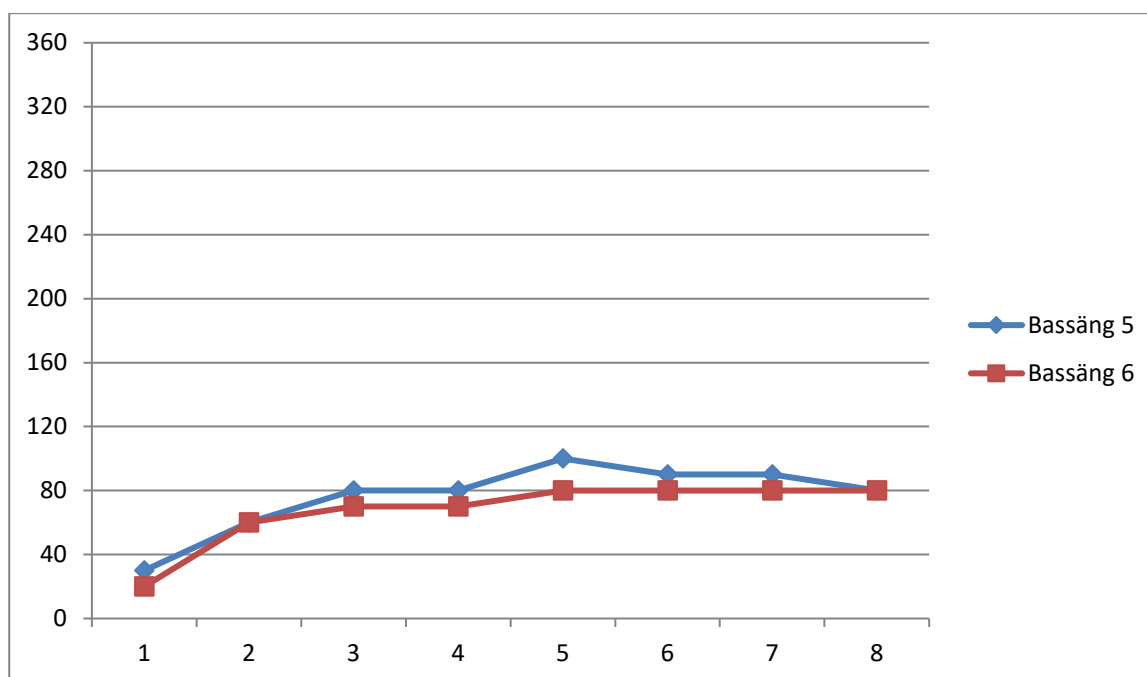
5.2 Lodningspunkter



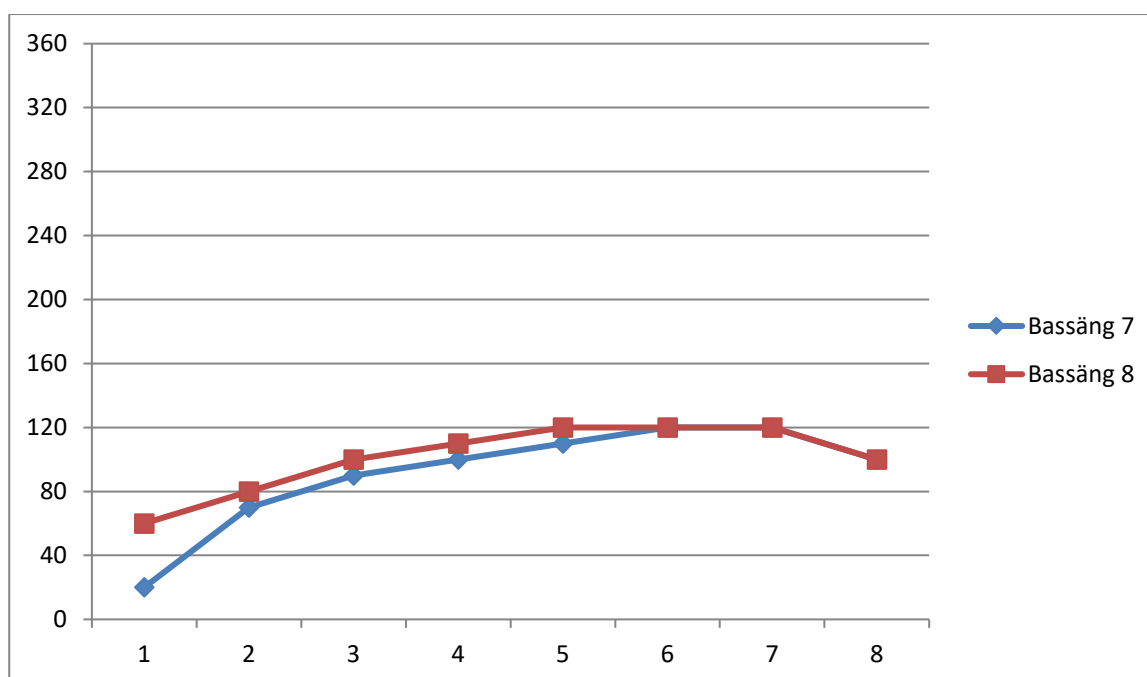
Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 11(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

5.3 Slamprofiler

Linje 3

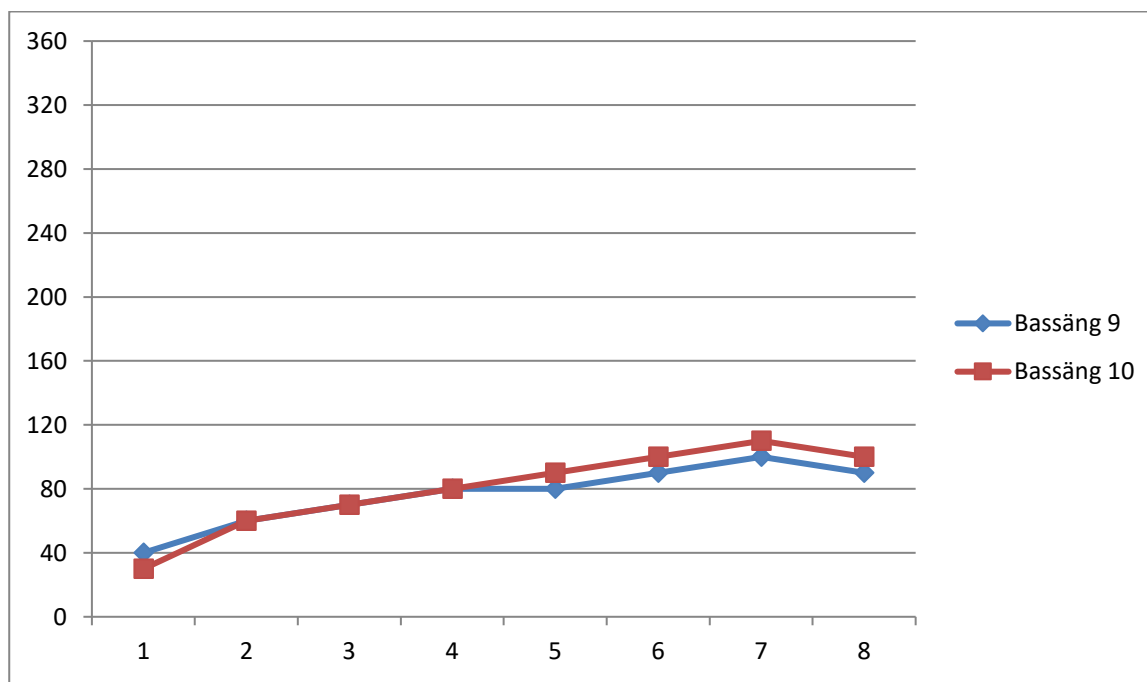


Linje 4

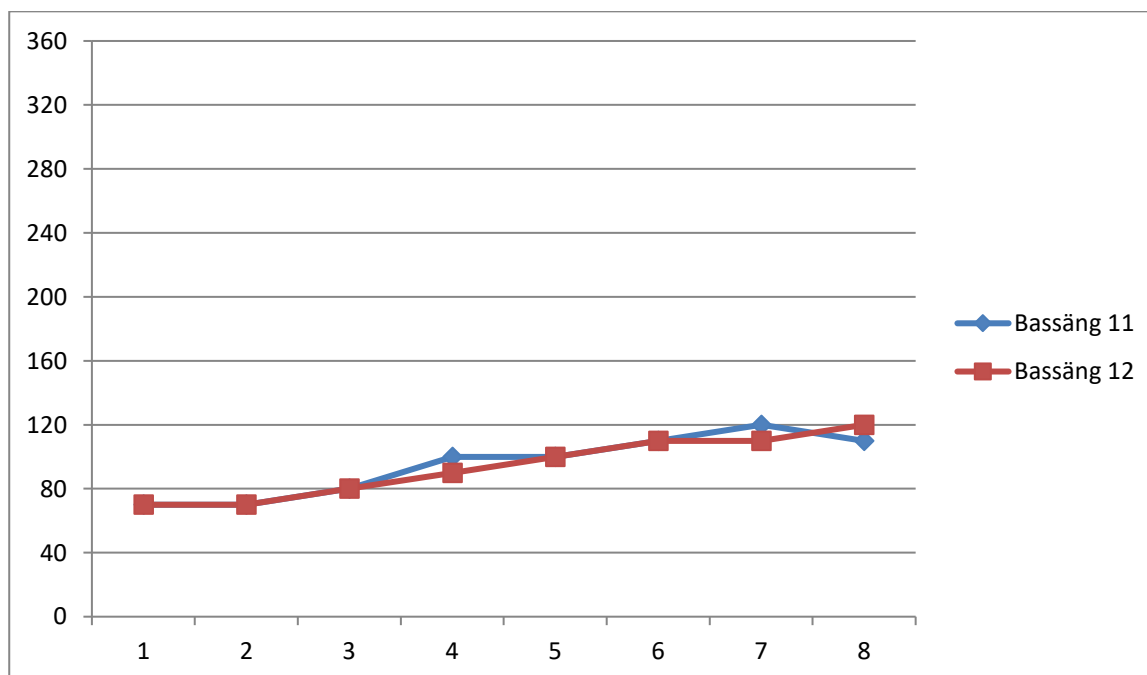


Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 12(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

Linje 5

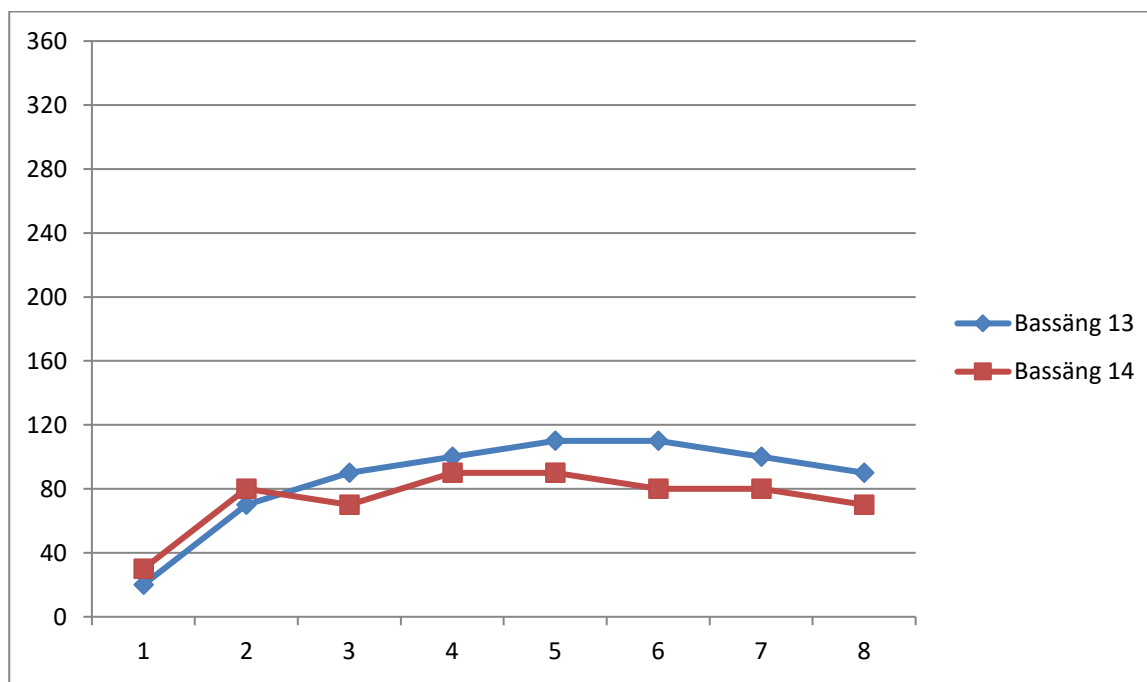


Linje 6

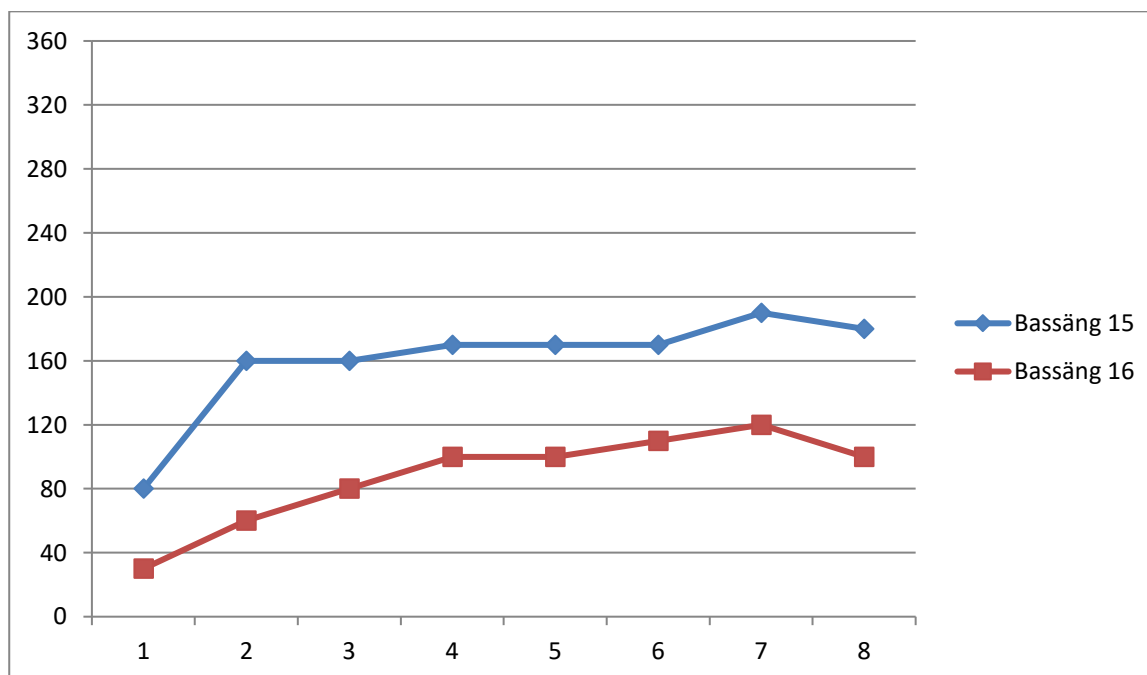


Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 13(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

Linje 7



Linje 8



Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 14(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

5.4 Diskussion

Slamprofilerna visar tydligt att slamnivåerna blir högre längre bak i bassängerna vilket inte är något konstigt sett till den relativt höga slamybelastningen. Ser man till medelnivån i linjerna så finns det tendenser till ojämn belastning men det enda som verkligen sticker ut är bassäng 15 i linje 8, eftersom bassäng 15 och 16 får sitt inflöde från samma luftningslinje men har så olika slamnivåer är det mest troliga att nivåerna i bassäng 15 beror på slamtömningsventilens öppningsgrad.

När dessa mätningar gjordes har slamtömningsventilerna i linjerna endast haft samma öppningsgrad en kort tid och det är därför troligt att slamprofilerna inte är ett korrekt utslag av den faktiska belastningen oavsett om det är hydrauliskt eller föroreningsmässigt (SS-halt i luften) det skiljer sig mellan linjerna. För ett mer rättvist resultat behöver ventilerna ställas in på samma öppningsgrad, slamnivåerna mäts vid ett första tillfälle och sedan efter några dagar vid ett andra tillfälle så att en eventuell effekt kan uppmätas.

6. Resultat lodning av vattennivån i kanalerna till luftningsbassängerna

Linje	Lodad nivå	Citect nivå	Totalt L+C	Differens från kanaldjup på 120cm
1	69 cm	54 cm	123 cm	+3 cm
2	65 cm	57 cm	122 cm	+2 cm
3	67 cm	54 cm	121 cm	+1 cm
4*	75 cm	54 cm	129 cm	+9 cm
5	71 cm	51 cm	122 cm	+2 cm
6	73 cm	49 cm	122 cm	+2 cm
7	75 cm	57 cm	132 cm	+12 cm
8*	67 cm	51 cm	118 cm	-2 cm

*Skum i kanalen innebär möjligt mätfel för lodad nivå och sannolikt mätfel för online-nivå.

Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 15(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

6.1 Beräknad vattennivå i kanaler till luftningsbassängerna

Beräknad nivå = kanaldjup - lodad nivå

Linje	Beräknad nivå
1	51 cm
2	55 cm
3	53 cm
4*	45 cm
5	49 cm
6	47 cm
7	45 cm
8*	53 cm

*Skum i kanalen innebär möjligt mätfel på lodad nivå.

6.2 Diskussion

Tanken med att loda i inloppskanalerna till luftningsbassängerna var att kontrollera ifall inflödet till varje linje var jämnt fördelat. Linje 4 och 7 sticker ut sett till uppmätt nivå med en differens på +9 cm respektive +12 cm från vad det bör visa. Dessa instrument har dock inte underhållits eller kalibrerats på länge vilket är den troliga orsaken då linjerna har en betydligt lägre beräknad vattennivå.

I den beräknade vattennivån är det variationer på upp till 10 cm mellan linjerna vilket är en betydande skillnad volymmässigt men svårt att dra några slutsatser kring eftersom vi inte kunnat mäta hastigheten på vattnet för att beräkna flödet.

Vid ett senare tillfälle upptäcktes det att en fördämningslucka till linje 7 var stängd, något som kraftigt förhindrade vatten från försedimenteringskanalen att ta sig in i linjen. Istället blev mottrycket från inpumpat returslam för högt och nästan enbart returslam tog sig in i linjen. Det är anledningen till att SS-halten i linje 7 är betydligt högre än halterna i bassäng 5, 6 och 8. Efter att luckan öppnades jämnades SS-halterna ut mellan linje 5-8. Det innebär i princip att en linje varit ur drift i okänd tidsperiod och har säkerligen haft viss negativ påverkan på reningsresultaten av BOD₇ samt och kväve.

Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 16(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

7. Vidare undersökning av ojämn belastning mellan bassänger inom samma linje

Att slamnivån skiljer sig mellan de två bassängerna inom samma linje kan bero på två saker, slamtömningsförmågan eller ojämn hydraulisk belastning. Slamtömningsförmågan är kopplad till slamtömningsventiler och dess öppningsgrad samt funktionen av sifonerna. Ingen flödesmätning finns tillgänglig för slamtömningen så jag har visuellt inspekterat flödet från slamtömningsventiler och sifoner och de tycks fungera obehindrat. Slamnivån i bassängerna regleras genom öppningsgrad av slamtömningsventilen och aktuellt antal öppnade varv på ventiler finns dokumenterade.

En ojämn hydraulisk belastning kan inte bero på ojämnt inflöde från luftningsbassängerna eftersom inflödet är från en gemensam luftningsbassäng och de strukturella öppningarna som sammankopplar mellansedimenteringsbassängerna jämnar ut nivåerna i bassängerna. En ojämn hydraulisk belastning beror därför sannolikt på ett ojämnt utflöde från bassängerna som då i sin tur påverkar inflödet. Även utflödet av vatten från mellansedimenteringen saknar flödesmätning men kan inspekteras optiskt för bedömning.

En möjlig anledning till ojämnt utgående flöde är att den inställda höjden av metallskenorna som vattnet rinner ut genom skiljer sig mellan bassängerna. En annan potentiell anledning som jag undersökt är ifall yt slampkakor som blockerar överfall för utgående vatten påverkar den hydrauliska belastningen.

Varje bassäng har 6 rännor med dubbla överfall samt ett överfall i yt slamprännan, totalt 13 överfall. I bassäng 6 (linje 3) och bassäng 14 (linje 7) finns slampkakor som blockerar 4 överfall i vardera bassäng. För att kompensera för uteblivet utflöde från dessa överfall kommer vattennivån höjas och utflödet från övriga överfall öka. På grund av öppningarna mellan bassängerna kommer i teorin nivån och utflödet öka proportionerligt över alla utlopps-rännor inom linjen.

7.1 Medelslamnivå i mellansedimenteringsbassängerna 5, 6, 13 och 14 mellan vecka 43-1.

Bassäng 5	Bassäng 6	Bassäng 13	Bassäng 14
86 cm	72 cm	74 cm	69 cm

Tidigare lodningsresultat visar att bassängen utan blockerade överfall har haft högre medelslamnivå. Ingen information om antal öppnade varv på slamtömningsventiler för perioden finns, därför kan inte någon slutsats dras utifrån dessa uppgifter.

Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 17(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

7.2 Beräknad flödespåverkan

Flödet från bassäng A till bassäng B med hänsyn till blockerade överfall kan beskrivas enligt:

$$X = (Q/L/U_1 * U_2)(U_3/U_4 - U_5/U_4)$$

Där,

Q = Flödet genom verket (m³/h)

L = Linjer i drift

U₁ = Totalt antal överfall i linjen

U₂ = Antal blockerade antal överfall i linjen

U₃ = Antal öppna överfall i bassäng A

U₄ = Antal öppna överfall i linjen

U₅ = Antal öppna överfall i bassäng B

Vilket ger,

$$(5500/6/26*4)(13/22-9/22) = 25,6 \text{ (m}^3\text{/h)}$$

Den procentuella flödesskillnaden mellan bassängerna beskrivs enligt:

$$Y = (X*2)/(Q/L)*100$$

Där,

X = Flödet från bassäng A till bassäng B

Q = Flödet genom verket

L = Linjer i drift

Vilket ger,

$$(25,6*2)/(5500/6)*100 = 5,6 \text{ (\%)}$$

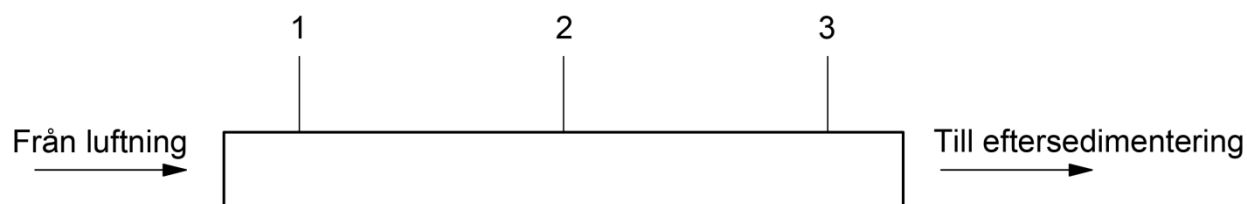
Denna beräkning tar inte hänsyn till ojämnt inställda utloppsrännor eller slamtömningsventiler.

Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 18(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

7.3 Resultat lodning av bassäng 5, 6, 13 och 14

Medelflöde senaste 12h före lodning	Dag	Lodningspunkt	B5 (ventil 40 varv öppen)	B6 (ventil 34 varv öppen)	B13 (ventil 26 varv öppen)	B14 (ventil 26 varv öppen)
5620 m ³ /h	Måndag	1	240	100	90	70
		2	300	160	120	120
		3	300	160	140	120
5730 m ³ /h	Tisdag	1	240	120	90	70
		2	300	160	120	110
		3	300	190	140	140
5850 m ³ /h	Onsdag	1	220	110	80	70
		2	270	150	140	120
		3	290	140	140	140
5800 m ³ /h	Torsdag	1	200	80	80	70
		2	260	130	130	110
		3	250	140	150	110
5370 m ³ /h	Fredag	1	220	90	90	70
		2	290	140	140	120
		3	290	130	150	120
Medelslamnivå			265 cm	133 cm	120 cm	104 cm

7.4 Lodningspunkter



Dokumenttyp: Rapport	Dokumentnamn: Undersökning av slamprofiler samt hydraulisk belastning i mellansedimenteringsbassängerna	Sida: 19(19)	Gäller från: 2020-02-12
Ansvarig för dokumentet (PL): Alexander Skogbäck	Sign:	Granskad och fastställd av (PÅ)	Sign: Rev.datum:

7.5 Diskussion

Förändrade driftförhållanden med lägre slamhalter, samt att slamskrapan upptäckts vara trasig i bassäng 5 innebär att det inte går att få relevanta resultat på lodningarna som skulle gjorts efter slamkakorna avlägsnats. Sannolikt skulle det även ta längre tid än en 2-7 dagar innan någon skillnad kan tydas. Möjligheten finns därför att inom några veckor göra en tre-punktslodning i bassäng 13-14 för att jämföra resultaten.

Genom att använda formeln för att beräkna flödesskillnad mellan bassänger kan man se att det blir en exponentiell flödesökning beroende på hur många slamkakor som finns i bassängerna. Så medan en bassäng med två slamkakor endast ger en 5,6 % skillnad i flödesbelastning mellan bassängerna ger exempelvis 4 slamkakor en skillnad på 27,6 %.

En teori är att även om flödet mellan bassäng A och B är lågt kan det fortfarande ha en påverkan då vattnet strömmar genom hål som sitter i botten av bassängerna där slammet ansamlats genom sedimentation. Således skulle det kunna vara vatten med väldigt hög SS-halt som strömmar genom till den sammanlänkade bassängen.

8. Slutsatser

Det finns tendenser till ojämnbelastning mellan olika linjer men det finns så många potentiella orsaker att det inte går att utesluta vad det skulle kunna bero på. Med ökad flödesmättningsförmåga skulle det gå att få mer information men då bassängblocket är en byggarbetsplats där det ständigt sker arbete och förändringar som påverkar flöden och processen är det svårt att genomföra en bra undersökning med trovärdiga resultat.

För att kontrollera den hydrauliska belastningen i mellansedimenteringen föreslås okulärbesiktning av vattnets väg från försedimenteringen, genom luftningen till mellansedimenteringen samt utloppet från mellansedimenteringen. Fortsatt regelbunden lodning av slamnivån i mellansedimenteringsbassängerna är nödvändig och utifrån uppmätta nivåer kan beslut fattas om justering av slamtömningsventil är nödvändig.

Resultat saknas och vidare undersökning av hur flytslam påverkar belastningen i två kommunicerande mellansedimenteringsbassänger krävs för att veta när åtgärder behövs. Teoretiskt bör inte en eller två flytslamkakor i en bassäng ha speciellt stor påverkan men om en situation uppstår där det bildats många flytslamkakor kan det vara värt att kontrollera vilken teoretisk flödespåverkan det kan ha på bassängen med hjälp av formeln samt loda för att kontrollera slamnivåer i bassängerna.