

NOTAT

KUNDE / PROSJEKT Nedre Romerike Vannverk IKS PV21 Nedre Romerike Vannverk		PROSJEKTLEDER Øyvind Bakke	DATO 05.06.2018
PROSJEKTNUMMER 10204521		OPPRETTET AV Trea Stoelwinder	REV. DATO
UTARBEIDET AV NAVN Trea Stoelwinder	SIGNATUR NOTRST	KONTROLLERT AV NAVN Øystein Bergmann	SIGNATUR NOOYBE

DISTRIBUSJON: **FIRMA** **NAVN**

TIL:

KOPI TIL:

1 Trykkstøtsberegninger

1.1 BESKRIVELSE

NRV og Ullensaker kommune planlegger gjensidig reservevannforsyning med ny trykkøkning-/reduksjonsstasjon (PV21) og nytt ledningsnett PE100 ø710 mm.

Gjensidig reservevannforsyning er i størrelsesorden 255 l/s og vil bli utvidet i framtid til 335 l/s.

Trykkøkingsstasjon PV21 skal bygges for levering av vann fra NRV til Ullensaker og tilsvarende trykkreduksjon fra Ullensaker mot NRV.

Det er behov for nye trykkstøtberegninger etter detaljprosjektering av ledningsnettet for å finne ut trykkstøtbegrensende tiltak i pumpestasjonen i form vindkjel eller andre tiltak.

Vedlegg 1: Beregningsmodell - trykkøkingsstasjonen på Kt. 110 m.

1.1. MODELLERINGSDATA

1. Rør: Tabellen viser forutsetninger lagt til grunn for beregninger per rørstrekning. Vedlegg 3 og 4 viser profil av ledningsnett

Tabell 1 Rørstrekninger lagt inn i beregningene

Rør ID	Rør kvalitet	D _i (mm)	Gods-tykkelse (mm)	Elastisitetsmodul (N/m ²)	Ruhetsfaktor (mm)	Lokale tap (-)
R1	Betong - 1000 mm	1000	125	3,22E+10	1	
R2	Betong - 800 mm	800	110	1,00E+09	1	
R3	vonRoll DN600 Støpejern / PUR	614,2	10,4	1,70E+11	1	6,45
R4	vonRoll DN600 Støpejern / PUR	614,2	10,4	1,70E+11	1	2,84
R5	PE100 - Ø710 mm, SDR 13,6	605	52,2	1,00E+09	1	
R7	Stål Ø 350 mm	350			1	0,2
R8	PE100 – Ø710 mm SDR 11	581	64,5	1,00E+09	1	
R9	PE100 – Ø710 mm SDR 11	581	64,5	1,00E+09	1	
R11	Stål Ø350 mm	350			1	0,6
R12	PE100 – Ø800 mm SDR 5,8	524	137,9	1,00E+09	1	
R13	PE100 – Ø800 mm SDR 9	621,4	89,3	1,00E+09	1	0,5
R14	PE100 – Ø800 mm SDR 11	654,8	72,6	1,00E+09	1	0,5
R15	PE100 – Ø710 mm SDR 11	581	64,5	1,00E+09	1	0,5
R16	PE100 – Ø710 mm SDR 9	551,4	79,3	1,00E+09	1	

R17	PE100 – Ø710 mm SDR 11	581	64,5	1,00E+09	1	
R18	PE100 – Ø710 mm SDR 13,6	605,6	52,2	1,00E+09	1	1,5
R19	PE100 – Ø710 mm SDR 11	581	64,5	1,00E+09	1	
R20- innløp	Stål Ø300	300			1	
R20- utløp	Stål Ø500	500			1	

2. Pumpe, KSB Etaline, frekvensregulert (løftehøyde 91,96 mVS, 403,2 m³/t)
 - a. Type KSB Etaline R MN 200-500
 - b. Maks mengde per pumpe 459 m³/t (127,5 l/s), 2 pumper i drift
 - c. Rpm 1463
 - d. Treghetsmoment 5,33 kg.m²
3. HB Hauglifjell, maksimum vannspeil Kt. 196 m.
 - a. Høydebassenget leverer tilbake på ledningsnett når det oppstår undertrykk.
4. HB Langeland, minimum vannspeil Kt. 234 m, maksimum vannspeil 236 m
 - b. Høydebassenget leverer tilbake på ledningsnett når det oppstår undertrykk.
5. Avgreininger er lagt inn som tappepunkt. Tabellen viser forutsetninger lagt til grunn for beregninger per avgreining.

Tabell 2 Avgreininger lagt inn i beregningene

Avgreining		Snitt forbruk	Nattforbruk
T1	Avgreining mot PV13, Skedsmo og Sørums	$Q_0 = 432 \text{ m}^3/\text{t}$ (120 l/s)	$Q_0 = 72 \text{ m}^3/\text{t}$ (20 l/s)
T2	Avgreining mot PV11, Sørums	$Q_0 = 216 \text{ m}^3/\text{t}$ (60 l/s)	$Q_0 = 72 \text{ m}^3/\text{t}$ (20 l/s)
T3	avgreining K5504 mot PV20, Gjerdrum	$Q_0 = 180 \text{ m}^3/\text{t}$ (50 l/s)	$Q_0 = 18 \text{ m}^3/\text{t}$ (5 l/s)
T4	avgreining mot Sørums mellom R17 og R18	$Q_0 = 200 \text{ m}^3/\text{t}$ (55 l/s)	$Q_0 = 18 \text{ m}^3/\text{t}$ (5 l/s)

1.2 BEREGNINGER

Beregningene simulerer brå pumpestans som følge av strømutfall ved maksimum kapasitet i aktuell og framtidig situasjon:

Tabell 3 Oversikt over maksimum drift i aktuell og framtidig situasjon

	Drift (l/s)	Drift (m ³ /t)	pumper i drift (antall)	Drift per pumpe
Situasjon 1 (aktuell situasjon)	255	918	2	459 m ³ /t (127,5 l/s)
Situasjon 2 (framtidig situasjon)	335	1206	3	402 m ³ /t (111,7 l/s)

Nytt bypass PE rør, rørstreknings R8 og R9, er tatt med i beregningene for framtidig situasjon.

1.2.1 KRAV TIL MAKSIMUM TILLATT TRYKK OG TRYKKSvingNINGER

Maksimalt tillatt driftstrykk for vonRoll rør med kvalitetsklasse K9:

vonRoll DN600 35,7 bar

Stålrør i trykkøkingsstasjon har PN16 kvalitet.

Maksimalt tillatt trykk og trykksvingninger på PE ledningsnett:

- Maksimumstrykk i trykksvingninger skal være lavere enn maksimalt tillatt driftstrykk for rørkvalitet.
- PE rør tåler minimumstrykk i trykksvingninger inntil -5 mvs for rør med maksimalt tillatt driftstrykk på 10 bar eller mer. For drikkevann er det ikke ønskelig at systemet blir trykkløst på grunn av risiko for innsug. NRV aksepterer undertrykk på maks 0,2 bar i en kort strekning i enden av ledningen, ved unormale driftsforhold. Rørstrekk som kan bli utsatt for undertrykk, reserveres mot ventil og kum installasjoner.
- Raske differanser mellom maksimum og minimum trykk i trykksvingninger skal være mindre enn halvparten av maksimum tillatt driftstrykk. Maksimalt tillatte trykksvingninger for PE100 rør med designfaktor 1,6:

Tabell 4 Akseptable trykk, og trykksvingninger på PE100 rør

PE100 SDR-klasse	Trykkklasse designfaktor 1,6 [PN]	Akseptable trykksvingninger [bar]	Trykkklasse designfaktor 1,25 [PN]
SDR 5,8	≥20	10	-
SDR 9	16	8	20

SDR 11	12,5	6,25	16
SDR 13,6	10	5	12,5

1.2.2 OVERSIKT OVER BEREGNINGENE

Det er utført ulike beregninger/scenario for å avdekke ulike uønskede situasjoner på ledningsnettet.

Grunnlagsberegninger uten tiltak

1. Beregning 1 – Situasjon 1, drift 2 x 459 m³/t (total 255 l/s), snitt vannforbruk mot avgreininger
2. Beregning 3 – Situasjon 1, drift 2 x 459 m³/t (total 255 l/s), nattforbruk mot avgreininger
3. Beregning 4 – Situasjon 2, drift 3 x 402 m³/t (total 335 l/s), snitt vannforbruk mot avgreininger
4. Beregning 6 – Situasjon 2, drift 3 x 402 m³/t (total 335 l/s), nattforbruk mot avgreininger

Beregninger for tiltak på sugeside

5. Beregning 5 – Situasjon 1, 2x 459 m³/t (total 255 l/s), nattforbruk – membrantank 4 m³ på sugeside
6. Beregning 6 – Situasjon 1, 2x 459 m³/t (total 255 l/s), nattforbruk - overtrykksventil settetrykk 10 bar
7. Beregning 7 – Situasjon 1, 2x 459 m³/t (total 255 l/s), nattforbruk - overtrykksventil settetrykk 9 bar
8. Beregning 8 - Situasjon 1, drift 2x 459 m³/t (total 255 l/s), nattforbruk - membrantank 4 m³ + sikkerhetsventil med settetrykk 9 bar på sugeside
9. Beregning 9 - Situasjon 1, drift 2x 459 m³/t (total 255 l/s), nattforbruk – Sikkerhetsventil med settetrykk 9 bar i kum 120 meter foran pumpestasjonen
10. Beregning 10 - Situasjon 1, drift 2x 459 m³/t (total 255 l/s), nattforbruk – Sikkerhetsventil med settetrykk 9 bar i kum 120 meter foran pumpestasjonen + trykktank på 3 m³.

Kontrollberegninger for tiltak mot framtidig driftssituasjon

11. Beregning 11 - Tiltak 1 på sugeside
12. Beregning 12 - Tiltak 2 på sugeside

Beregningene for tiltak på sugeside er utført for situasjon 1 til 4 som ga minst gunstige driftsforhold. Valgte tiltak er sjekket opp mot de andre driftssituasjonene.

1.3 RESULTATER GRUNNLAGSBEREGNINGER 1-4 – UTEN TILTAK

Grunnlagsberegningene er utført for å identifisere kritiske punkt ved brå pumpestans som følge av strømutfall. Kritiske tall er oppsummert i tabellen.

Tabell 5 Oversikt over resultatene fra grunnlagsberegningene

	Maks tillatt	Beregning 1	Beregning 2	Beregning 3	Beregning 4
Drift		255 l/s	255 l/s	335 l/s	335 l/s
Mengde mot avgreininger		Snitt forbruk	Natt forbruk	Snitt forbruk	Natt forbruk
Maks trykk i svingningene for rørstrekning R5-R6) ¹	10 bar	11,6 bar	12,6 bar	11,1 bar	11,6 bar
Driftstrykk etter pumpe Min / maks nivå HB Langeland	16 bar	13,9 / 14,1 bar	14,6 / 14,8 bar	15,4 / 15,6 bar	16,5 / 16,7 bar
Maks driftstrykk i rørstrekning R18) ²	10 bar	9,0 bar	9,7 bar	10,1 bar	Første 2500 meter av rørstrekningen over 10 bar, opp mot 11 bar
Maks trykk i svingningene for R18) ²	10 bar	9,0 bar	9,7 bar	10,1 bar	11,0 bar
Minimum trykk i rørstrekning R19) ³	Ingen undertrykk	Undertrykk <0,1bar	ingen undertrykk	Undertrykk <0,1bar	ingen undertrykk
Lengde med undertrykk i rørstrekning R19) ³		Ca. 25 m	-	Ca. 25 m	-

)¹ Rørstrekning R5-R6 er siste 1250 meter foran pumpestasjon og er av rørkvalitet PE100 SDR13,6.

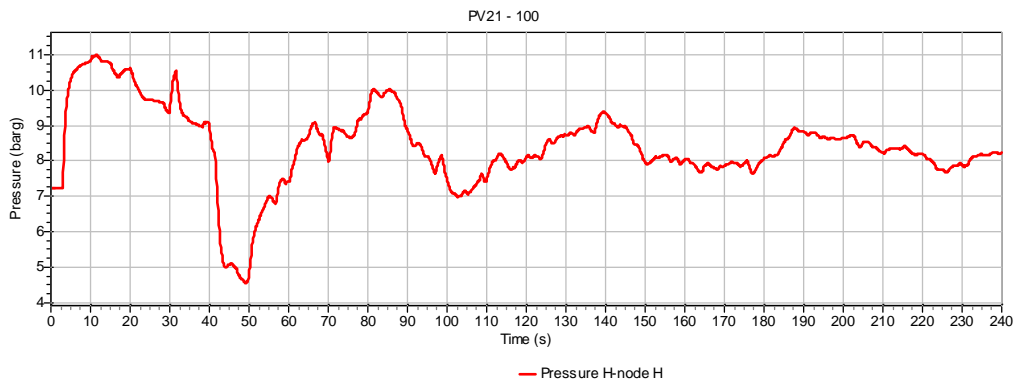
-)² Rørstrekning R18 har rørkvalitet PE100 SDR13,6 og er plassert fra cirka 3000 til 9200 meter etter pumpestasjonen i retning Langeland høydebasseng.
-)³ Rørstrekning R19 er siste PE100 rør før overgang mot stålrør ved Langeland høydebasseng.

Trykksvingninger, oppstått minimum og maksimum trykk som følge av brå pumpestans gir resultat innenfor aksepterte grenser for største delen av ledningstraseen. Figur 1 viser trykksvingningene foran pumpene. Trykkendringer i svingningene foran pumpe går relativt raskt de første sekundene og går saktere etterpå. Det er innenfor aksepterte grenser. Trykk etter pumpene senkes relativt raskt etter brå pumpestans, i svingningene kommer trykk ikke over driftstrykk. Se figur 2.

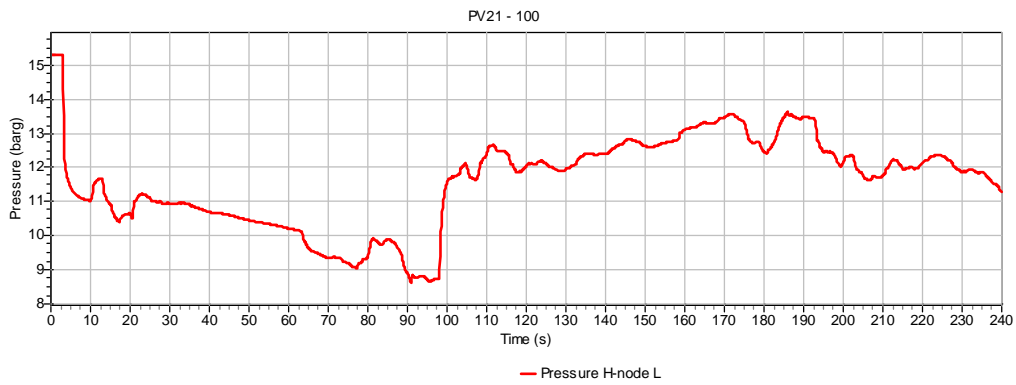
Beregningene viste følgende kritiske forhold for driftstrykk og trykkstøtt:

- Maksimum trykk i trykksvingningene i rørstrekning R5-R6, siste 1250 meter foran pumpestasjon, kommer over maksimum tillatt for rørkvalitet (10 bar). Høyeste maksimum trykk (12,6 bar) oppstår i beregning 2 (drift 255 l/s, nattforbruk mot avgreininger). Se figur 3.
- Alle 4 beregningene viser et kortvarig trykkfall i overgangen fra PE ledning mot stålrør foran høydebasseng Langeland. I beregningene med nattforbruk mot avgreininger er det beregnet et kortvarig minimalt undertrykk i siste strekning av PE rør foran Langeland høydebasseng. Beregnet undertrykk er godt innenfor NRV sin grense ved unormale forhold på -0,2 bar. Figur 4 og 5.
- Beregning 3 viser noen kortere strekninger i rørstrekning R18 hvor beregnet driftstrykk med en verdi på 10,1 bar akkurat overstiger maksimum tillatt verdi (10 bar). Se figur 6.
- Driftstrykk ved maksimum drift på 335 l/s og nattforbruk mot avgreininger gir et driftstrykk på 16,7 bar etter pumpe mot fullt høydebasseng og 16,5 bar mot minimum nivå for høydebassenget. Det er over maks tillatt for rørkvalitet (16 bar). Driftstrykk i samme beregning er for deler av rørstrekning R18 over maksimum tillatt for rørkvalitet (10 bar). Beregnede verdier er opp mot 11 bar.

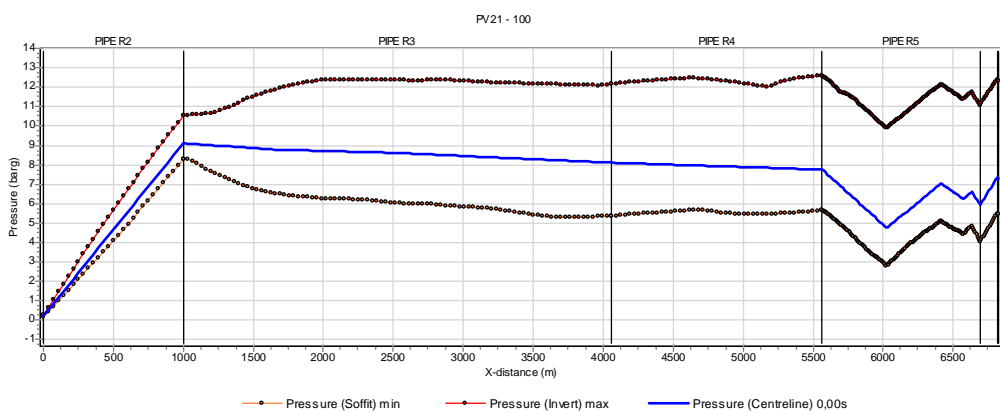
Største utfordring på sugesiden av pumpene er beregnet for drift 255 l/s og nattforbruk mot avgreininger. Beregning 2 er tatt som utgangspunkt for videre beregninger.



Figur 1 Beregning 3 – Trykk foran pumpene



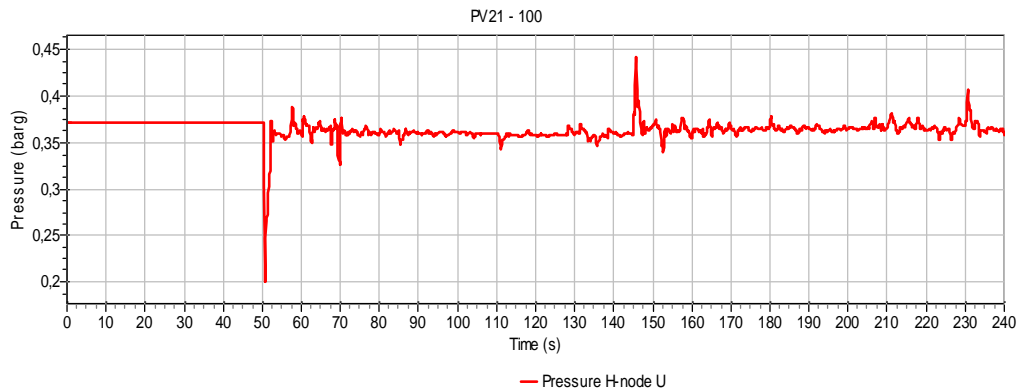
Figur 2 Beregning 3 – Trykk etter pumpene



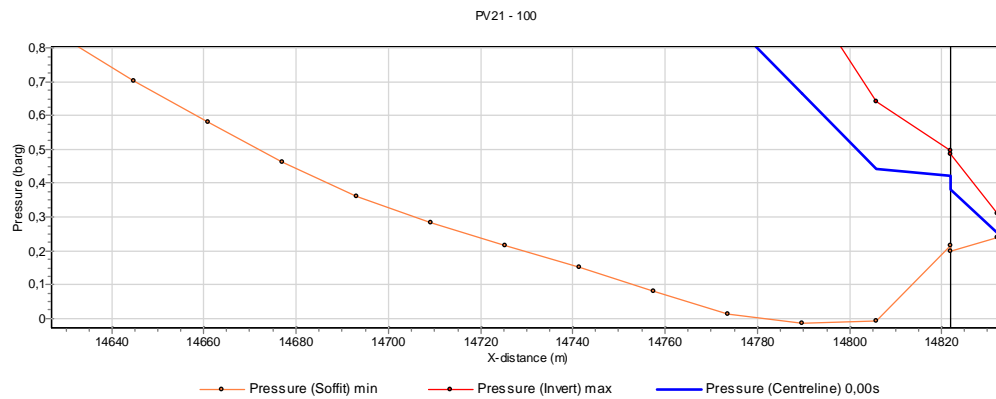
Figur 3 Beregning 2 - Min og maks trykk i sugeledning ved pumpestans- Situasjon 1, drift 2 x 459 m³/t (total 255 l/s), nattforbruk mot avgreininger (blå kurve er trykk i vanlig drift)

8 (25)

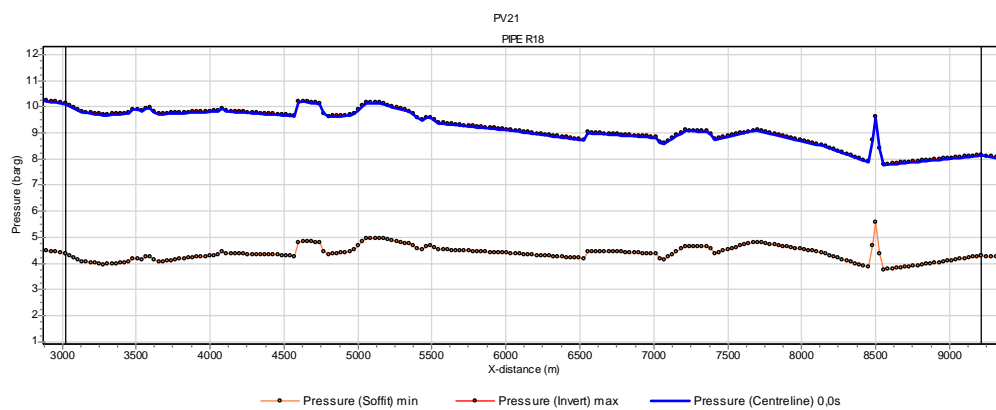
NOTAT
05.06.2018



Figur 4 Beregning 1 - Trykk i node U, overgang PE mot stål foran Langeland høydebasseng – Situasjon 1, drift 2 x 459 m³/t (total 255 l/s), snittforbruk mot avgreininger



Figur 5 Beregning 1 - Trykk i rørstrekning R19 og R20 foran Langeland høydebasseng – Situasjon 1, drift 2 x 459 m³/t (total 255 l/s), snittforbruk mot avgreininger



Figur 6 Beregning 3 - Min og maks trykk i rørstrekning R18 – Situasjon 2, drift 3 x 402 m³/t (total 335 l/s), snittforbruk mot avgreininger (blå kurve er trykk i vanlig drift)

1.4 BEREGNINGER FOR TILTAK PÅ SUGESIDE

For beregning av tiltak på sugeside er det tatt utgangspunkt i situasjonen i beregning 2:

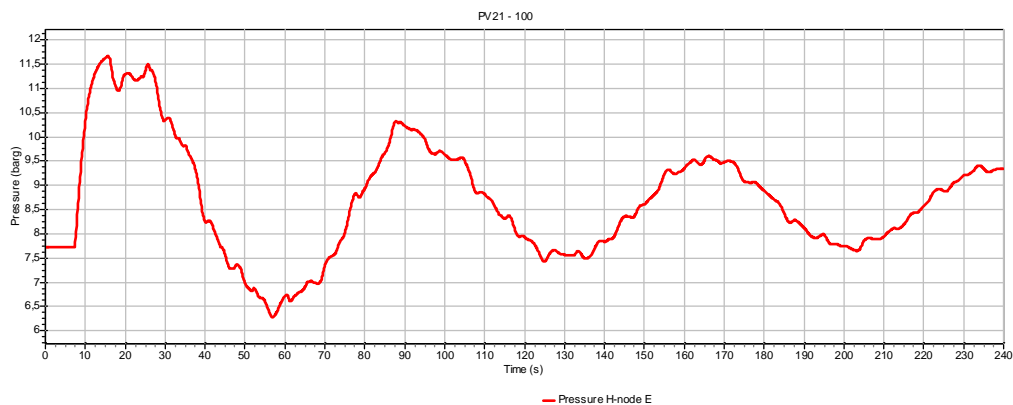
- Drift med 2 pumper, totalt 255 l/s (2 x 459 m³/t)
- Nattforbruk mot avgreininger

Kritisk på sugeside er trykk over tillatt grense for rørstrekning R5-R6, siste 1250 meter foran pumpestasjon. Uten tiltak er trykk i svingningene opp mot 12,6 bar, mens rørkvalitet PE100 SDR13,6 maksimalt tåler 10 bar.

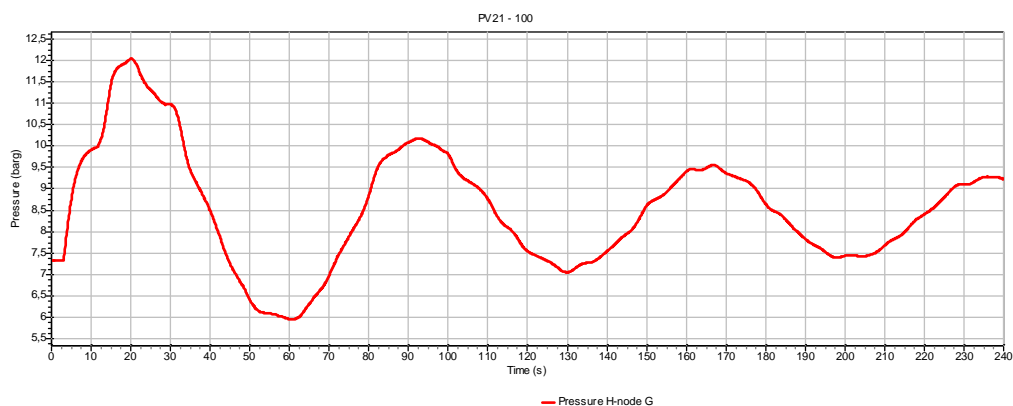
1.4.1 BEREGNING 5 – MEMBRANTANK 4 M³ PÅ SUGESIDE

(drift 255 l/s, nattforbruk mot avgreininger)

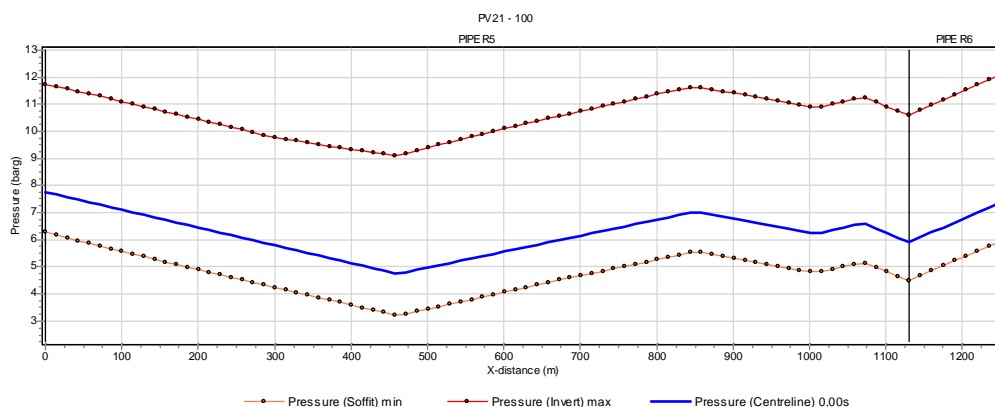
I beregningen er det satt in en trykktank med størrelse 4 m³ rett foran pumpe. Resultat av beregningene viser at i store deler av rørstrekning R5-6 trykk i svingningene kommer over maksimum 10 bar og opp mot 12 bar. Se figur 7, 8 og 9.



Figur 7 Beregning 5 – Trykksvingninger i node E, start rørstrekning R5



Figur 8 Beregning 5 – Trykksvingninger i node G, slutt rørstrekning R6



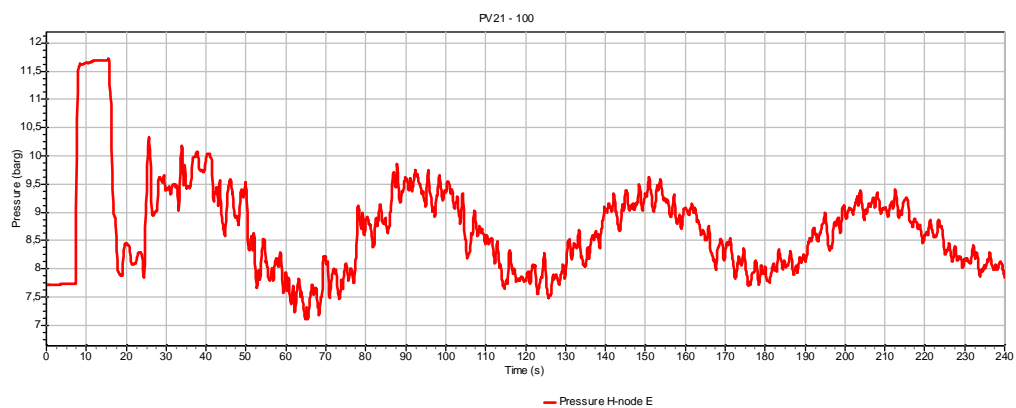
Figur 9 Beregning 5 - Min og maks trykk i rørstrekning R5-R6 (blå kurve er trykk i vanlig drift)

1.4.2 BEREGNING 6 – OVERTRYKKSVENTIL MED SETTETRYKK 10 BAR

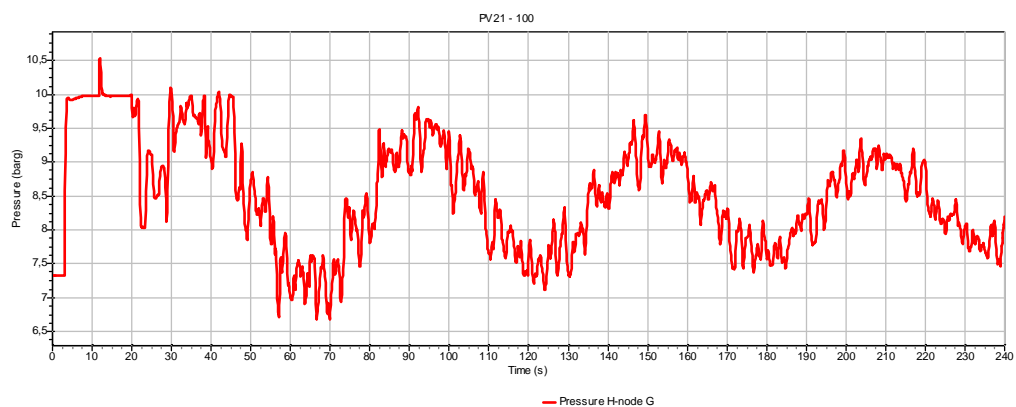
(drift 255 l/s, nattforbruk mot avgreininger)

En overtrykksventil med settetrykk på 10 bar er lagt inn i modellen rett foran pumpe.

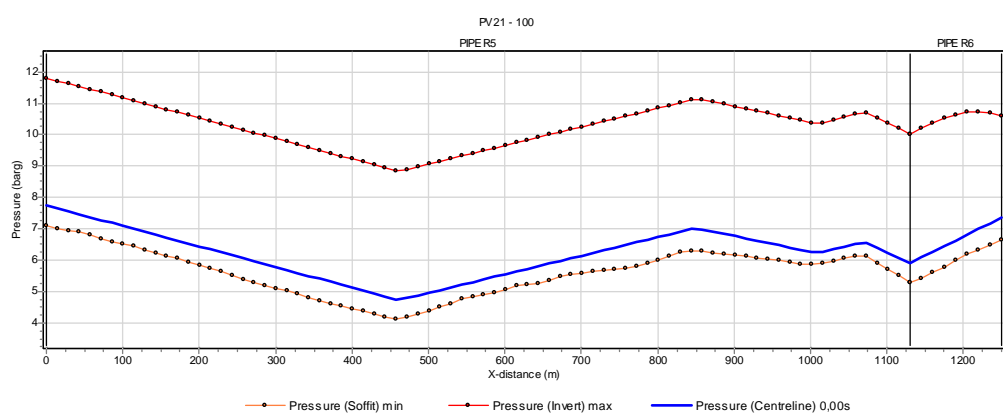
Beregningene viser at maksimum trykk i svingningene i cirka halvparten av rørstrekningen R5-R6 kommer over 10 bar og opp mot 11,8 bar. Se figur 10, 11 og 12.



Figur 10 Beregning 6 – Trykksvingninger i node E, start rørstrekning R5



Figur 11 Beregning 6 – Trykksvingninger i node G, slutt rørstrekning R6



Figur 12 Beregning 6 - Min og maks trykk i rørstrekning R5 (blå kurve er trykk i vanlig drift)

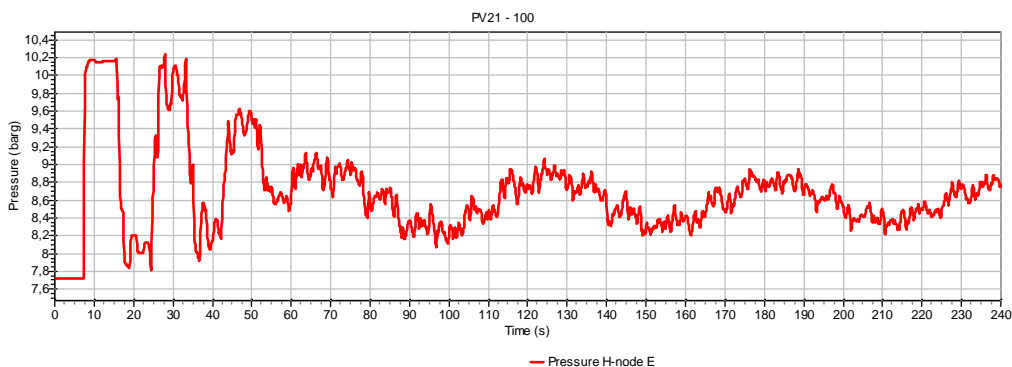
1.4.3 BEREGNING 7 – OVERTRYKKSVENTIL MED SETTETRYKK 9 BAR

(drift 255 l/s, nattforbruk mot avgreininger)

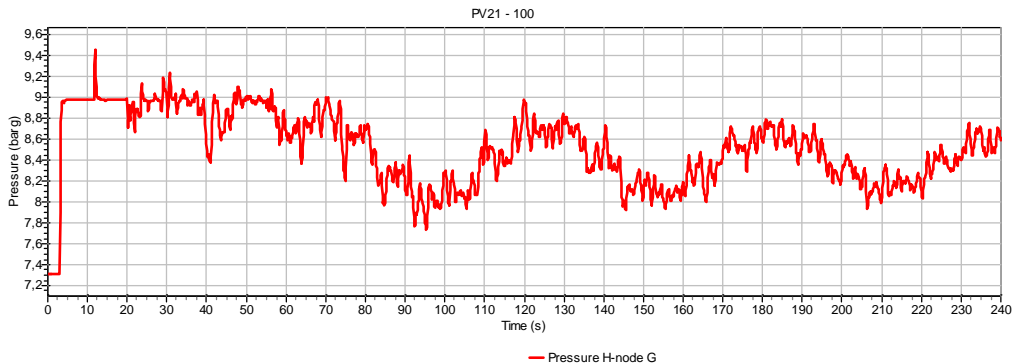
Det er lagt inn en overtrykksventil med settetrykk 9 bar rett foran pumpe.

Beregningene viser et kortvarig maksimum trykk på 10,3 bar i en mindre strekning av rør R5, cirka 40 meter. Se figur 13 og 14.

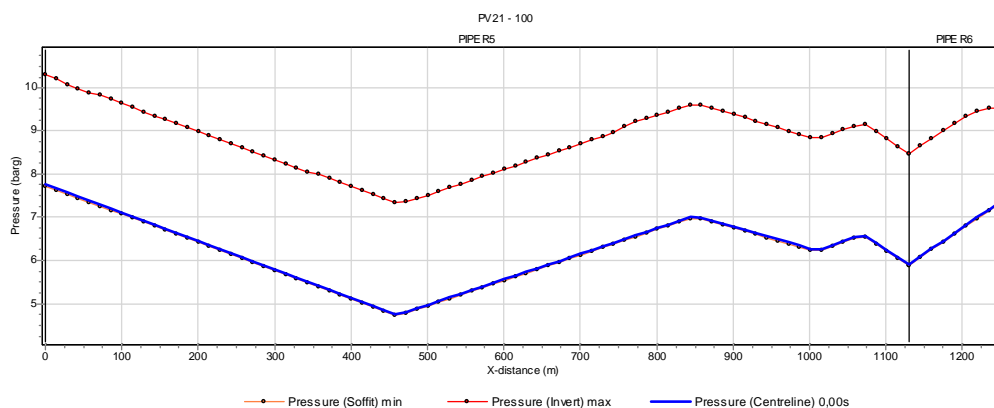
Vannmengden avlastet gjennom overtrykksventilen er beregnet opp til 1000 m³/t (280 l/s). Total avlastet mengde totalt er cirka 5,7 m³. Se figur 15 og 16.



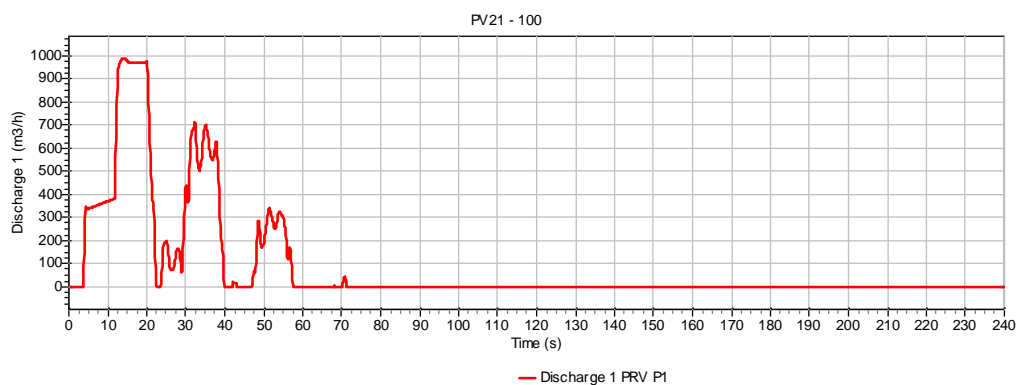
Figur 13 Beregning 7 – Trykksvingninger i node E, start rørstreking R5



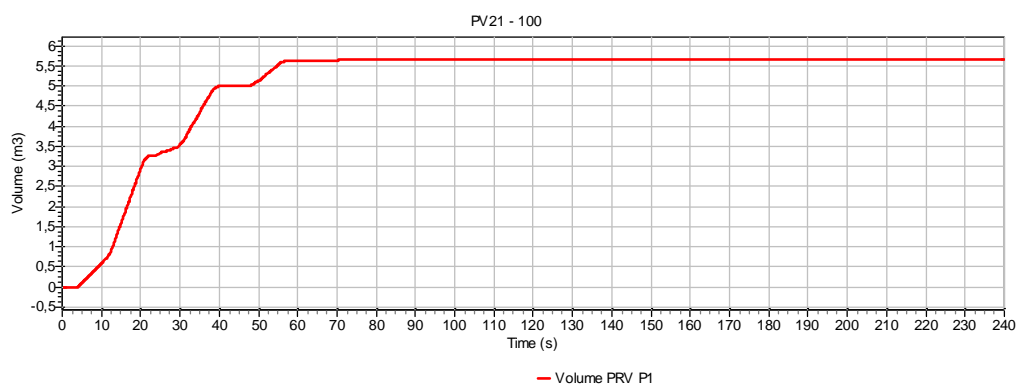
Figur 14 Beregning 7 – Trykksvingninger i node G, slutt rørstreking R6



Figur 15 Beregning 7 - Min og maks trykk i rørstrekning R5-R6 (blå kurve er trykk i vanlig drift)



Figur 16 Beregning 7 - Avlasting gjennom overtrykksventil



Figur 17 Beregning 7 – vannmengde gjennom overtrykksventil

1.4.4 BEREGNING 8 – TRYKKTANK 4 M³ + OVERTRYKKSVENTIL MED SETTETRYKK 9 BAR

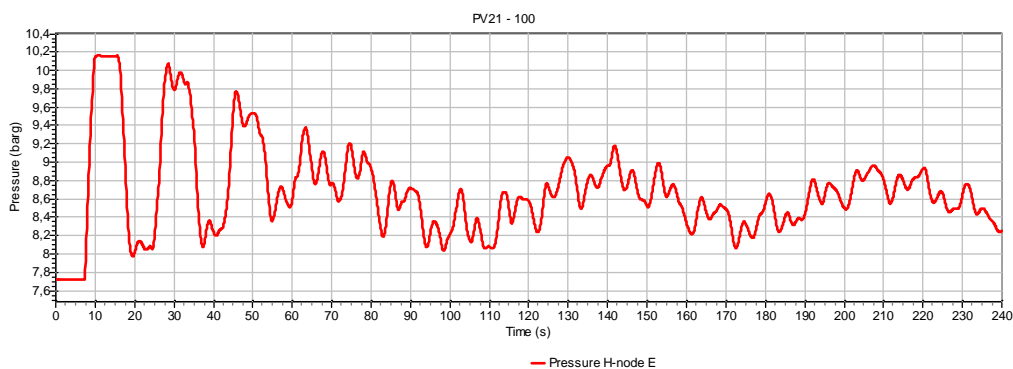
(drift 255 l/s, nattforbruk mot avgreininger)

I beregningsmodellen er det lagt inn en avlastingsventil med et settetrykk på 9 bar pluss en trykktank med et volum på 4 m³ rett foran pumpe.

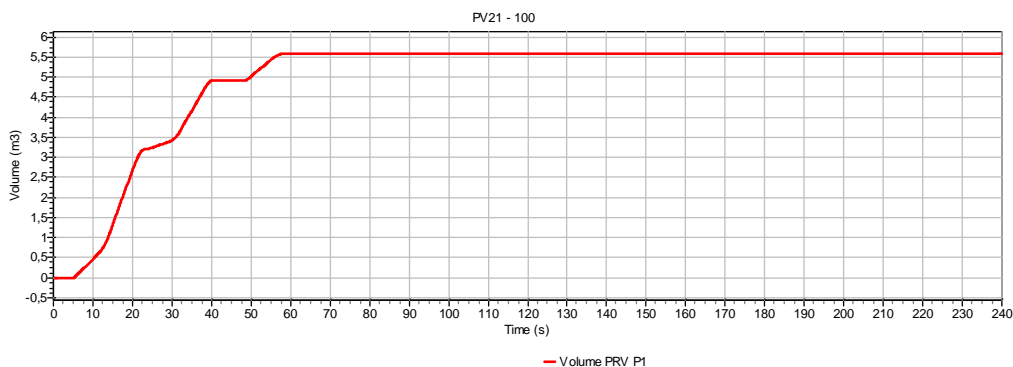
Resultat av beregningene er ganske likt resultatet for beregning 7 med bare overtrykksventil. Figur 18 viser et kortvarig maksimum trykk på 10,2 bar i en mindre strekning av rør R5.

Vannmengden avlastet gjennom overtrykksventilen er beregnet opp til 1000 m³/t (280 l/s). Total avlastet mengde er cirka 5,6 m³. Se figur 19 og 20.

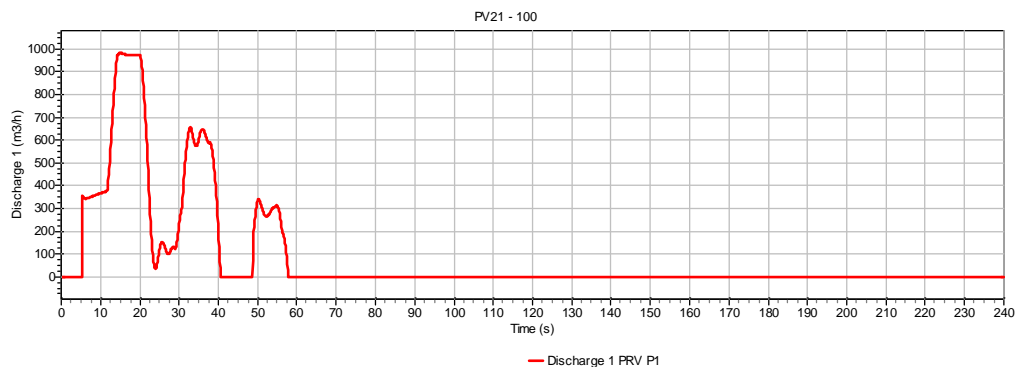
Figur 21 viser vannnivå i trykktanken. Kurven er flat når vann avlastes gjennom overtrykksventilen.



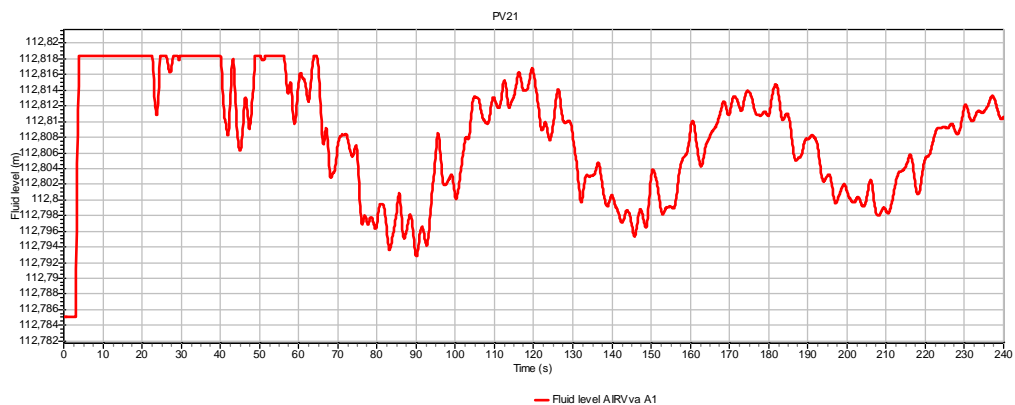
Figur 18 Beregning 8 – Trykksvingninger i node E, start rørstrekning R5



Figur 19 Beregning 8 – Avlastet mengde gjennom overtrykksventil



Figur 20 Beregning 8 - Avlasting gjennom overtrykksventil



Figur 21 Beregning 8 – Vannivå i trykktank

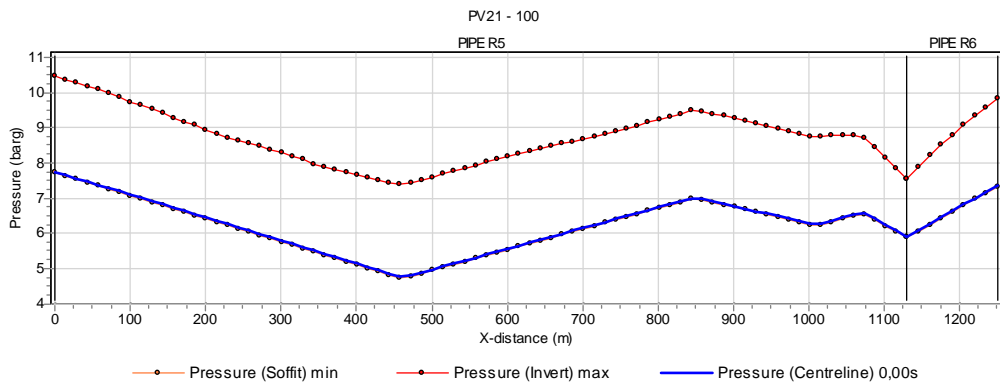
1.4.5 BEREGNING 9 – OVERTRYKKSVENTIL MED SETTETRYKK 9 BAR I KUM

(drift 255 l/s, nattforbruk mot avgreininger)

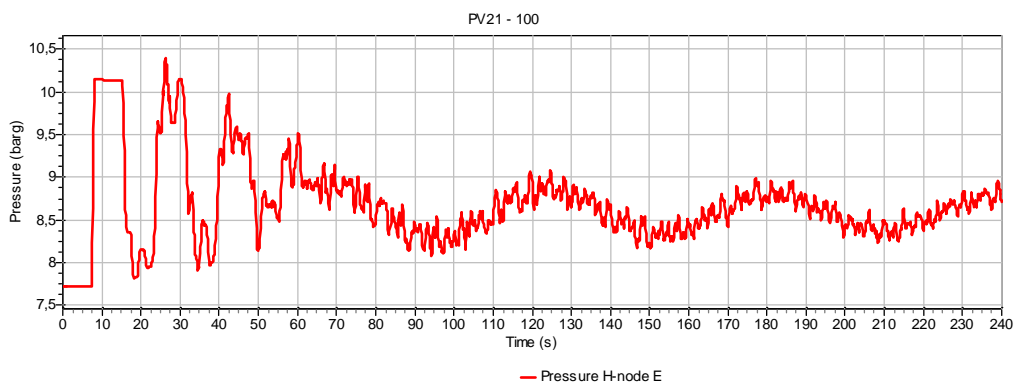
Overtrykksventil med et settetrykk på 9 bar er plassert i kum 5504 120 meter foran pumpestasjonen PV21, Kt. 125 m.

Trykk i starten av rørstrekningen R5 kommer kortvarig over maksimum tillatt på 10, og er opp til 10,5 bar. Se figur 22 og 23.

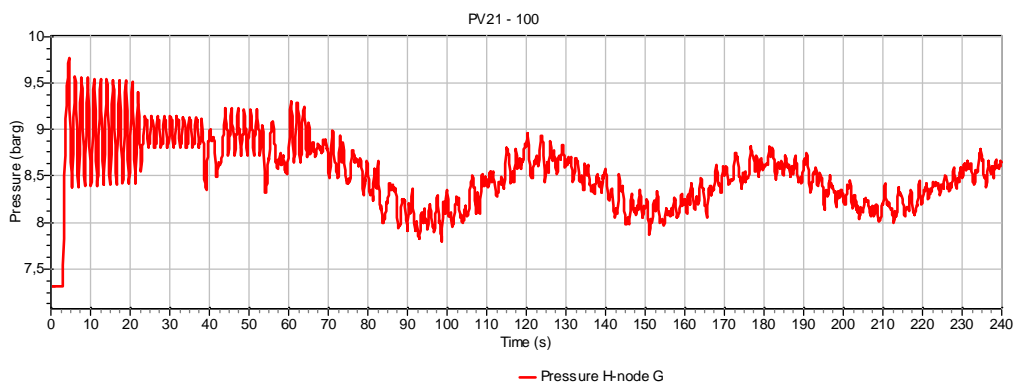
Brå pumpestans resulterer i raske trykksvingninger rett før pumpe, se figur 24. Avlasting gjennom overtrykksventil er mer støtvis og er opp mot 1250 m³/t (350 l/s). Total avlastet mengde er cirka 5,7 m³. Figur 25 og 26.



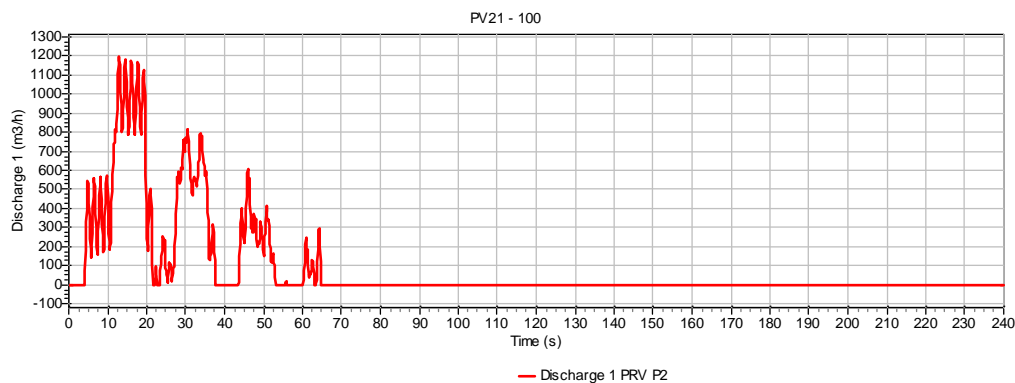
Figur 22 Beregning 9 - Min og maks trykk i rørstrekning R5-R6 (blå kurve er trykk i vanlig drift)



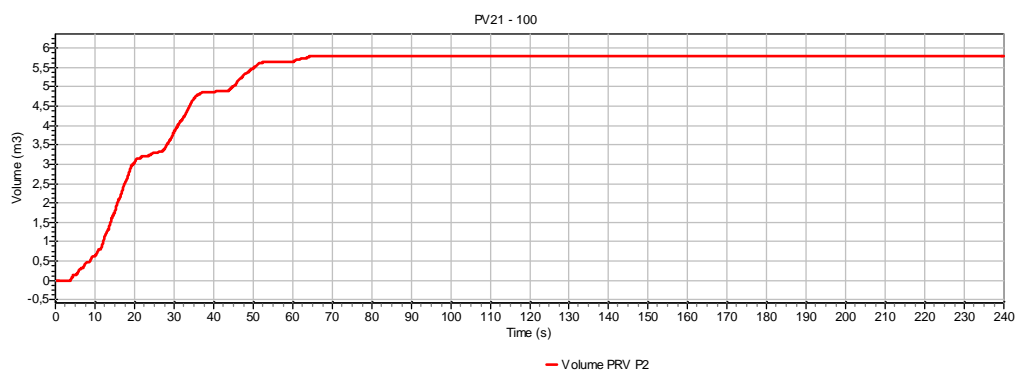
Figur 23 Beregning 9 – Trykksvingninger i node E, start rørstrekning R5



Figur 24 Beregning 9 – Trykksvingninger rett før pumpe



Figur 25 Beregning 9 – Avlasting gjennom overtrykksventil i kum



Figur 26 Beregning 9 – Volum gjennom overtrykksventil i kum

1.4.6 BEREGNING 10 – OVERTRYKKSVENTIL MED SETTETRYKK 9 BAR I KUM + TRYKKTANK PÅ 3 M³ I PUMPESTASJON

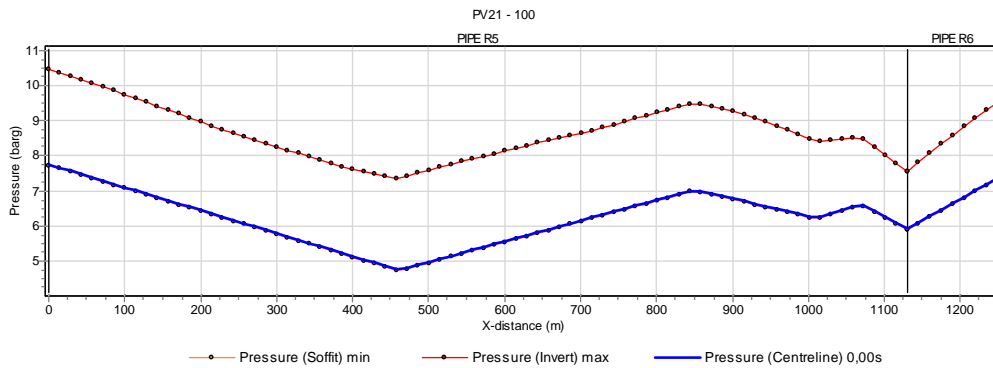
(drift 255 l/s, nattforbruk mot avgreininger)

Overtrykksventil med et settetrykk på 9 bar er plassert i kum 5504 120 meter foran pumpestasjonen PV21, Kt. 125 m. I tillegg til ventilen er det plassert en trykktank med et volum på 3 m³ i pumpestasjonen på sugesiden av pumpen.

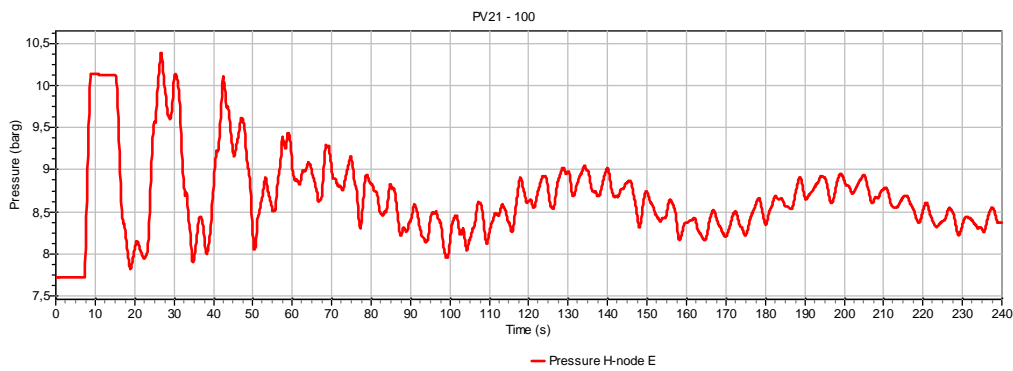
Trykk i starten av rørstrekningen R5 kommer kortvarig opp til 10,4 bar, litt over maksimum tillatt grense på 10 bar. Se figur 27 og 28.

Svingningene foran pumpene begrenset til et akseptabelt nivå, figur 29.

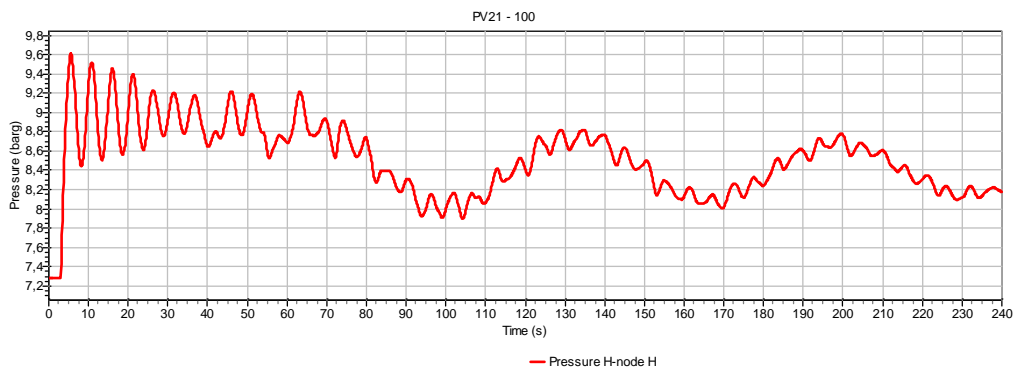
Maksimum mengde avlastet gjennom overtrykksventil i kummen er cirka 1250 m³/t (350 l/s), total avlastet volum er cirka 5,7 m³, figur 30 og 31.



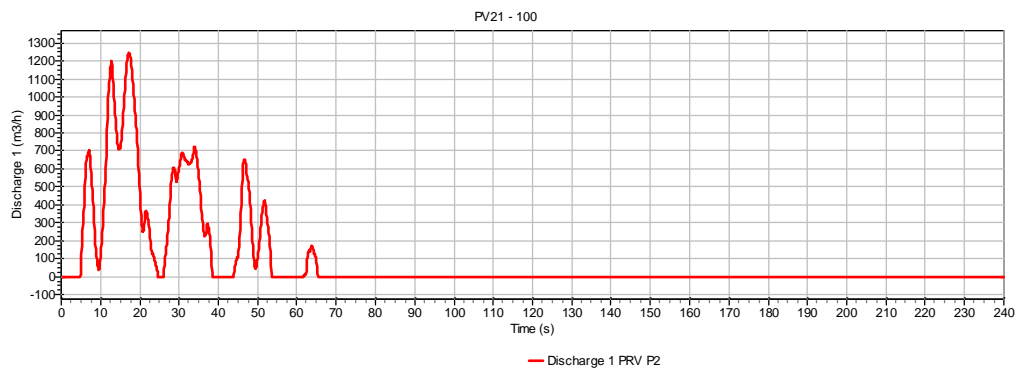
Figur 27 Beregning 10 - Min og maks trykk i rørstrekning R5-R6 (blå kurve er trykk i vanlig drift)



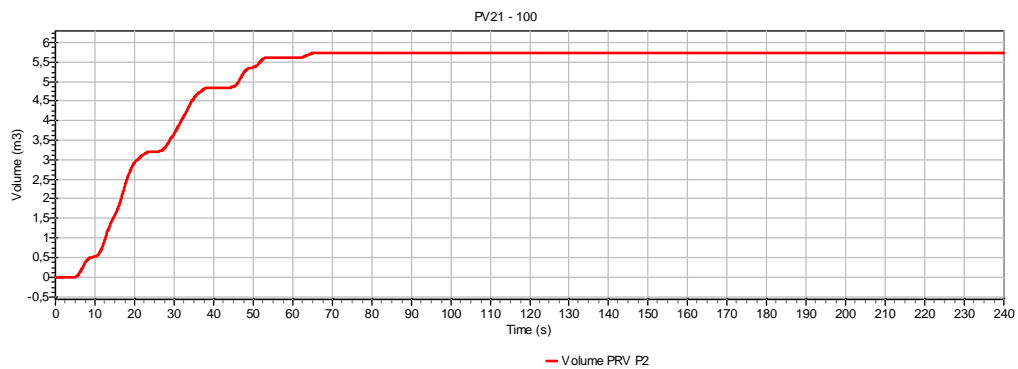
Figur 28 Beregning 10 – Trykksvingninger i node E, start rørstrekning R5



Figur 29 Beregning 10 – Trykksvingninger rett før pumpe



Figur 30 Beregning 10 – Avlasting gjennom overtrykksventil i kum



Figur 31 Beregning 10 – Avlastet volum gjennom overtrykksventil i kum

1.5 KONTROLL TILTAK MOT FRAMTIDIG DRIFTSSITUASJON

Aktuelle tiltak beregnet i kapittel 1.4 er kontrollert mot driftssituasjon i framtid:

- Drift med 3 pumper, totalt 335 l/s (3 x 402 m³/t)
- Her er det valgt snittforbruk mot avgreininger
- Det er inkludert parallelt rør til VonRoll ledningstrase med samme ledningsprofil. Ledningskvalitet for parallelt rør er PE100 SDR11 Ø710.

For framtidig situasjon er det valgt snittforbruk mot avgreininger. Grunnlagsberegningene i kapittel 1.3 viser trykk bak pumpe over maksimum tillatt på 16 bar.

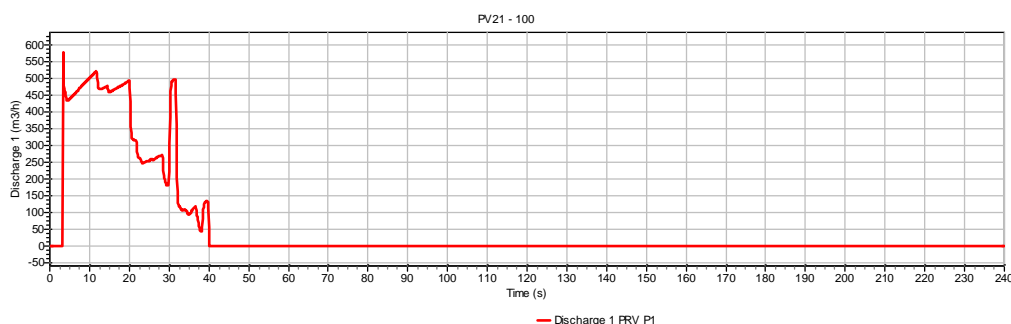
1.5.1 TILTAK 1 - KONTROLL MOT FRAMTIDIG DRIFTSSITUASJON

I beregning 7 i kapittel 1.4.3 er følgende tiltak på sugeside lagt inn:

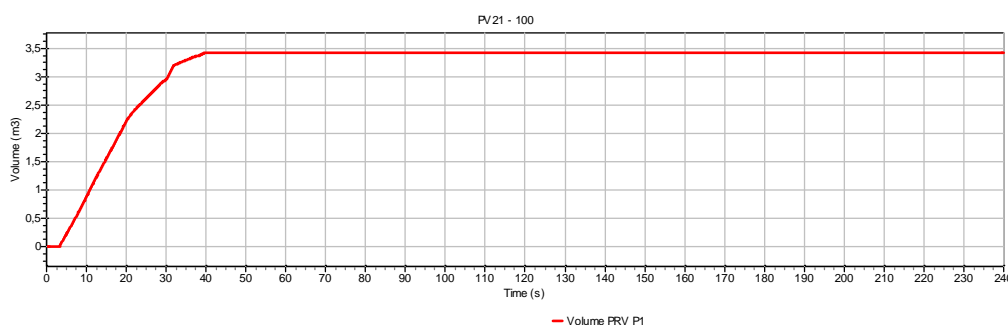
- Overtrykksventil med settetrykk 9 bar plassert i pumpestasjon rett før pumpe

Beregningene for framtidig drift 335 l/s viser at settetrykk for ventilen kan settes 0,5 bar høyere på 9,5 bar. Settetrykk på 9 bar vil gi større mengder og hastigheter gjennom ventilen.

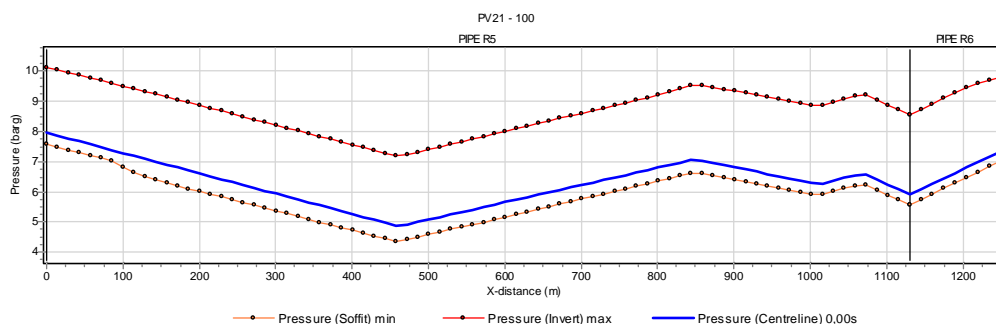
Hastighet gjennom ventilen er maksimalt cirka 600 m³/t (170 l/s), avlastet volum er cirka 3,5 m³. Se figur 32 og 33. Maksimum beregnet trykk i rørstrekning R5-R6 inntreffer i starten av ledningen, 10,1 bar, figur 34.



Figur 32 Tiltak beregning 7 (settetrykk 9,5 bar) – drift 335 l/s – avlasting gjennom



Figur 33 Tiltak beregning 7 (settetrykk 9,5 bar) – drift 335 l/s – avlastet volum



Figur 34 Tiltak beregning 7 (settetrykk 9,5 bar) – drift 335 l/s – Min og maks trykk i rørstrekning R5-R6 (blå kurve er trykk i vanlig drift)

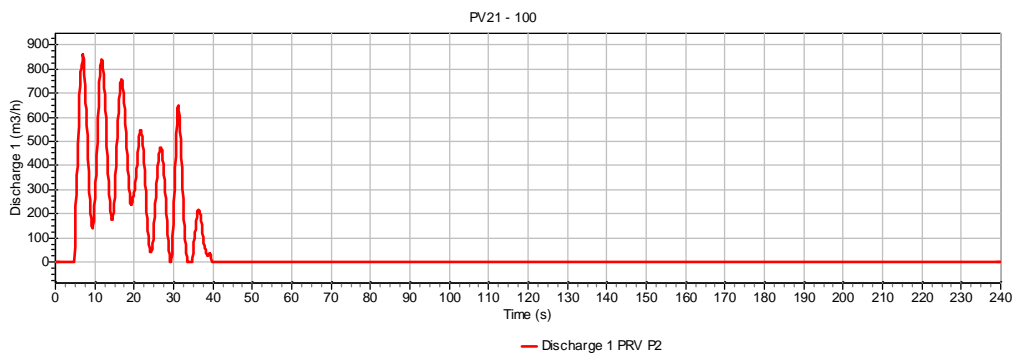
1.5.2 TILTAK 2 - KONTROLL MOT FRAMTIDIG DRIFTSSITUASJON

Beregning 10 i kapittel 1.4.6 viser alternativ for aktuelt tiltak på sugeside:

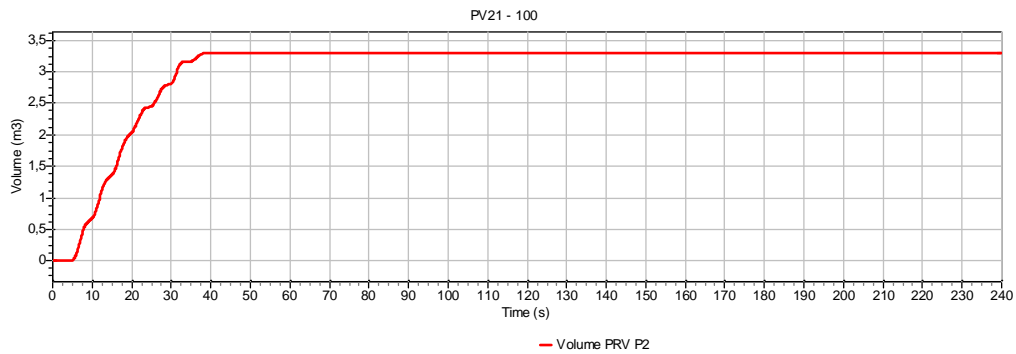
- Overtrykksventil med settetrykk 9 bar plassert i kum + trykktank 3 m³ rett før pumpe.

For beregningene for drift 335 l/s er settetrykk for ventilen i kummen justert til 9,5 bar. Settetrykk på 9 bar vil gi større mengder og hastigheter gjennom ventilen.

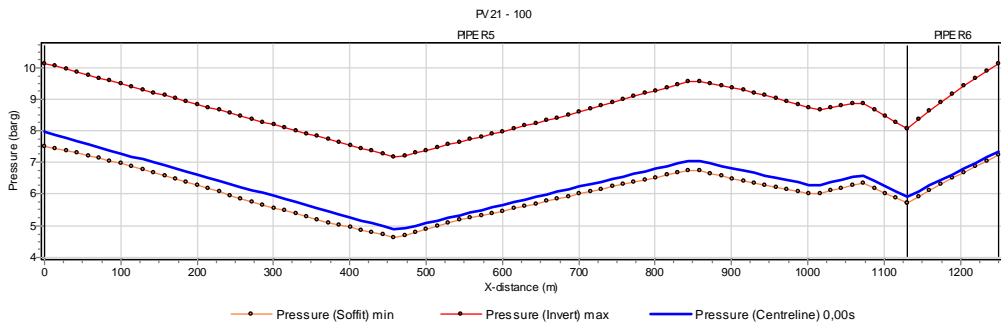
Beregninger med en settetrykk på 9,5 bar viser maksimum avlasting gjennom ventilen på 850 m³/t (240 l/s) og total avlasting volum på 3,3 m³. Se figur 35 og 36. Maksimum trykk i 120 m rørstrekning mellom kummen og trykkøkingsstasjonen kommer i svingningene opp mot 10,4 bar.



Figur 35 Tiltak beregning 10 (settetrykk 9,5 bar) – drift 335 l/s – avlasting gjennom ventil i kummen



Figur 36 Tiltak beregning 10 (settetrykk 9,5 bar) – drift 335 l/s – avlastet volum gjennom ventil i kummen



Figur 37 Tiltak beregning 10 (settetrykk 9,5 bar) – drift 335 l/s – Min og maks trykk i rørstrekning R7 (blå kurve er trykk i vanlig drift)

1.6 KONKLUSJONER OG BETRAKTNINGER

Grunnlagsberegningene uten trykkstøtsreducerende tiltak viser for alle driftssituasjoner et maksimum trykk i trykksvingningene over maksimum tillatt for ledningskvalitet i 1250 meter PE100 SDR 13,6 rør (R5) foran pumpestasjon PV21. Maksimum tillatt for ledningskvalitet er 10 bar. Driftssituasjon med maksimum vannforsyning på 255 l/s fra Hauglifjell høydebasseng til Langeland høydebasseng og nattforbruk mot avgreininger gir høyeste trykk i svingningene i R5. Trykk i hele rørstrekningen kommer da over 10 bar og er opp mot 12,6 bar. Dette krever tiltak på sugesiden av pumpestasjon.

På trykkside viser grunnlagsberegningene et trykkfall etter tilbakeslagsventilen som følge av brå pumpestart for alle beregnede driftssituasjoner. Største trykkfall er beregnet for framtidig drift 335 l/s. Trykkendring er relativt raske de første sekundene og endringene går saktere etterpå. Beregnet trykkfall og svingningene er innenfor aksepterte grenser og skaper ingen store svingninger for ledningsnett på trykkside.

Grunnlagsberegningene viser et neglisjerbart undertrykk mindre enn 0,1 bar i de siste 25 meter PE ledning foran overgang mot stål ved Langeland høydebasseng (nattforbruk mot avgreininger). Trykksvingningene, minimum og maksimum beregnet trykk som følge av brå pumpestart krever ingen tiltak på trykkside av pumpestasjonen for drift 255 l/s. Drift 335 l/s i kombinasjon med snittforbruk, eller høyere, mot avgreininger krever ingen tiltak på trykkside.

Driftstrykk for framtidig kapasitet på 335 l/s i kombinasjon med nattforbruk mot avgreininger, er med 16,5-16,7 bar, over maksimum tillatt på 16 bar. Brå pumpestart for beregnet situasjon resulterer i maksimum trykk i trykksvingningene over maksimum tillatt for rørkvalitet i rørstrekning R18. Pumpene kan ikke driftes på framtidig kapasitet 335 l/s i kombinasjon med nattforbruk mot avgreininger. Det vil bli installert begrensning i pumpestasjonen, slik at trykket ut fra pumpene aldri vil overstige 16 bar.

På sugeside er det beregnet ulike tiltak. Beregningene med trykktank på sugeside viser en liten effekt med en trykktank på 4 m³. Maksimum beregnet trykk i svingningene gikk ned fra 12,6 til 12 bar og er fortsatt over maksimum tillatt på 10 bar. Større volum på trykktank er ikke realistisk for pumpestasjonen.

Sikkerhetsventil med settetrykk på 9 bar plassert rett før pumpene er tiltak for begrensning av trykksvingningene på sugeside. Maksimum trykk under svingningene inntreffer i en mindre del av strekning R5, men innenfor aksepterte verdier. Avlastet volum gjennom sikkerhetsventilen er beregnet på 5,7 m³ og maksimum hastighet gjennom ventilen er cirka 280 l/s.

Høyere settetrykk på ventilen viser verdier over maksimum tillatt trykk i svingningene for rør R5.

Kombinasjon av sikkerhetsventil med settetrykk på 9 bar foran pumpene i kombinasjon med en trykktank på 4 m³ gir et resultat som er sammenlignbar med beregningene med bare sikkerhetsventil.

Overtrykksventil plassert i kum 5504 120 meter før pumpestasjonen gir uheldige og bratte trykksvingninger rett før pumpene og en støtvis avlastning gjennom overtrykksventilen. Kombinasjon av overtrykksventil med settetrykk 9 bar i kum pluss trykktank på 3 m³ flater ut

bratte svingningene foran pumpene. Avlastet mengde gjennom ventilen er opp til 350 l/s og avlastet volum er cirka 5,7 m³.

1.6.1 ANBEFALT TILTAK

På sugesiden anbefales det tiltak med en overtrykksventil med en settetrykk på 9 bar plassert rett foran pumpene.

Alternativ løsning er å plassere overtrykksventilene i kum 5504 120 meter før pumpestasjonen i kombinasjon med en trykktank på 3 m³ før pumpene.

Begge løsninger er kontrollert mot framtidig drift på 335 l/s og snittforbruk mot avgreininger. Settetrykk i overtrykksventilen kan settes på 9,5 bar etter installasjon av parallell rørledning for VonRoll ledningstrase.

Sikkerhetsventilene krever jevnlig vedlikehold og kontroll for å forebygge risiko for mekanisk svikt.

I trykkøkingsstasjonen må det uansett forutsettes at alle rørdeler, instrumenter, ventiler, koblinger i trykkøkingsstasjonen skal være i trykkklasse PN16. Forankringer skal dimensjoneres for PN16.