

Oppdragsnavn:	Hoved- og saneringsplan VAO, beredskapsplan etc. Krødsherad
Oppdragsnummer:	627615-01
Utarbeidet av:	Per Helge Tomren
Dato:	2021-04-10
KS:	2022-05-27, MK
Tilgjengelighet:	Åpen

NOTAT Transportsystem Krøderen - RA Noresund

1. BAKGRUNN	1
2. GRUNNLAG, DIMENSJONERING M.M.	2
2.1. Vannmengder.....	2
2.2. Ledningsdimensjon m.m.	2
2.3. Dimensjonerende ruhet	2
2.4. Selvreising	2
2.5. Belastning av ledninger	3
2.6. Anbefaling ledningsdimensjon	3
3. TRANSPORTSYSTEM	4
3.1. Ledningsanlegg.....	4
3.2. Pumpestasjoner	8
3.2.1. PS Krøderen.....	8
3.2.2. PS Glesne.....	8
3.2.3. PS Skinnesmoen	9
3.2.4. PS Råen.....	9
3.2.5. PS Bjørkerud.....	9
3.3. Pumpesystem.....	9
4. KOSTNADSOVERSLAG	10
4.1. Driftskostnader	10
4.2. Investering	10

1. BAKGRUNN

Krødsherad kommune bygger nytt renseanlegg ved Sandtangen, RA Noresund. Det er aktuelt å legge ned Krøderen RA og overføre avløpsvannet fra dette anlegget og fra bygder sør for Sandtangen til det nye renseanlegget.

Dette notat skisserer mulig transportsystem. Investeringskostnader og årlige driftskostnader er beregnet.

2. GRUNNLAG, DIMENSJONERING M.M.

2.1. Vannmengder

Årsrapport 2016 for Krøderen renseanlegg viser at anlegget mottar ca. 35 000 m³ pr. år. Dette er ca. 1,1 l/s i snitt, med ca. 700 pe tilsvarer det en midlere avløpsmengde på ca. 140 l/pe × døgn.

I perioder med snøsmelting / mye regn øker vannføringen inn til anlegget.

I denne omgang settes Q_{dim} for transportsystemet til ca. 5 l/s.

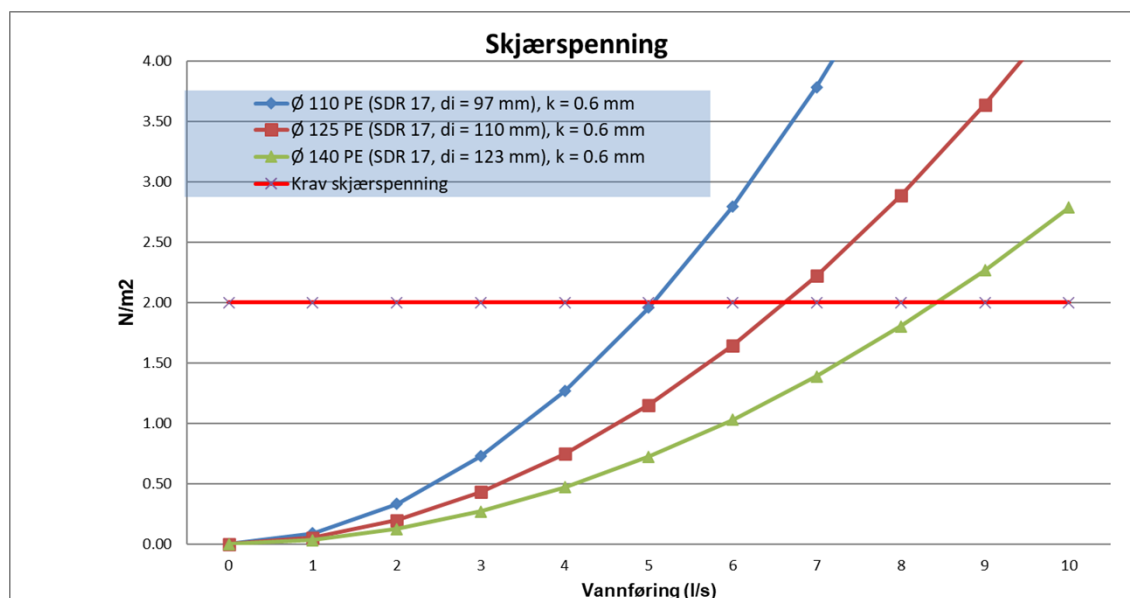
2.2. Ledningsdimensjon m.m.

Med vannføring på ca. 5 l/s vil ledningsdimensjonen ligg rundt DN 100. Aktuelle ledninger er Ø 110 PE-ledning SDR 17, denne har $D_{indre} = 97$ mm. Om det legges ledning med SDR 11, er aktuell ledning Ø 125 PE-ledning med $D_{indre} = 102$ mm.

2.3. Dimensjonerende ruhet

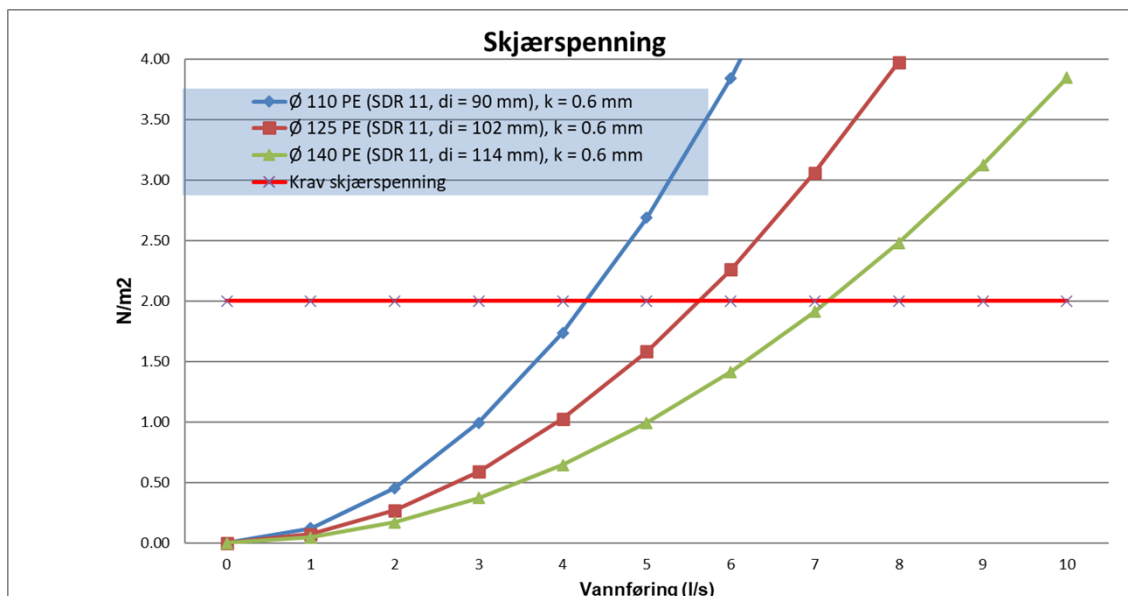
Dimensjonerende ruhet settes til $k = 0,6$ mm.

2.4. Selvrensing



Figur 1: Skjærspenning i PE-ledninger SDR 17

Ledning Ø 110 SDR 17 må ha en vannføring på ca. 5 l/s for å oppnå skjærspenning på 2 N/m².



Figur 2: : Skjærspenning i PE-ledninger SDR 11

Ledning Ø 125 SDR 11 må ha en vannføring på ca. 5,5 l/s for å oppnå skjærspenning på 2 N/m². Skjærspenning på 2 N/m² er normalt krav til selvrensing, men det er rapport om dykkersystemer som fungerer tilfredsstillende med skjærspenning på 1 N/m². Vår anbefaling er at det bør oppnås vannføring som gir 2 N/m², og pumpestasjonen bør ha volum til å skifte ut vannet i lengste motbakke på ledningsstrekket.

2.5. Belastning av ledninger

Det anbefales å sikre seg mot at en pumper luft inn på ledningene. Dette gjøres med to-trinns tiltak:

- Nivågiver og nivåbryter for stopp av pumpene kombinert med overvåking av motorens belastning.
- Trykksatt skråkum som fjerner eventuell luft som kommer forbi pumpene. Skråkum er en kort rørstrekning inn i stasjonen som har så stor diameter at vannhastigheten inne i røret blir mindre enn 0,4 m/s.

I en pumpeledning vil det kunne utvikle seg H₂S-gass. Denne gassen er løst i vannet og medfører ingen fare for at ledninga flyter opp. Det som er viktig er at det gjøres tiltak mot å tilføre luft inn i ledningene.

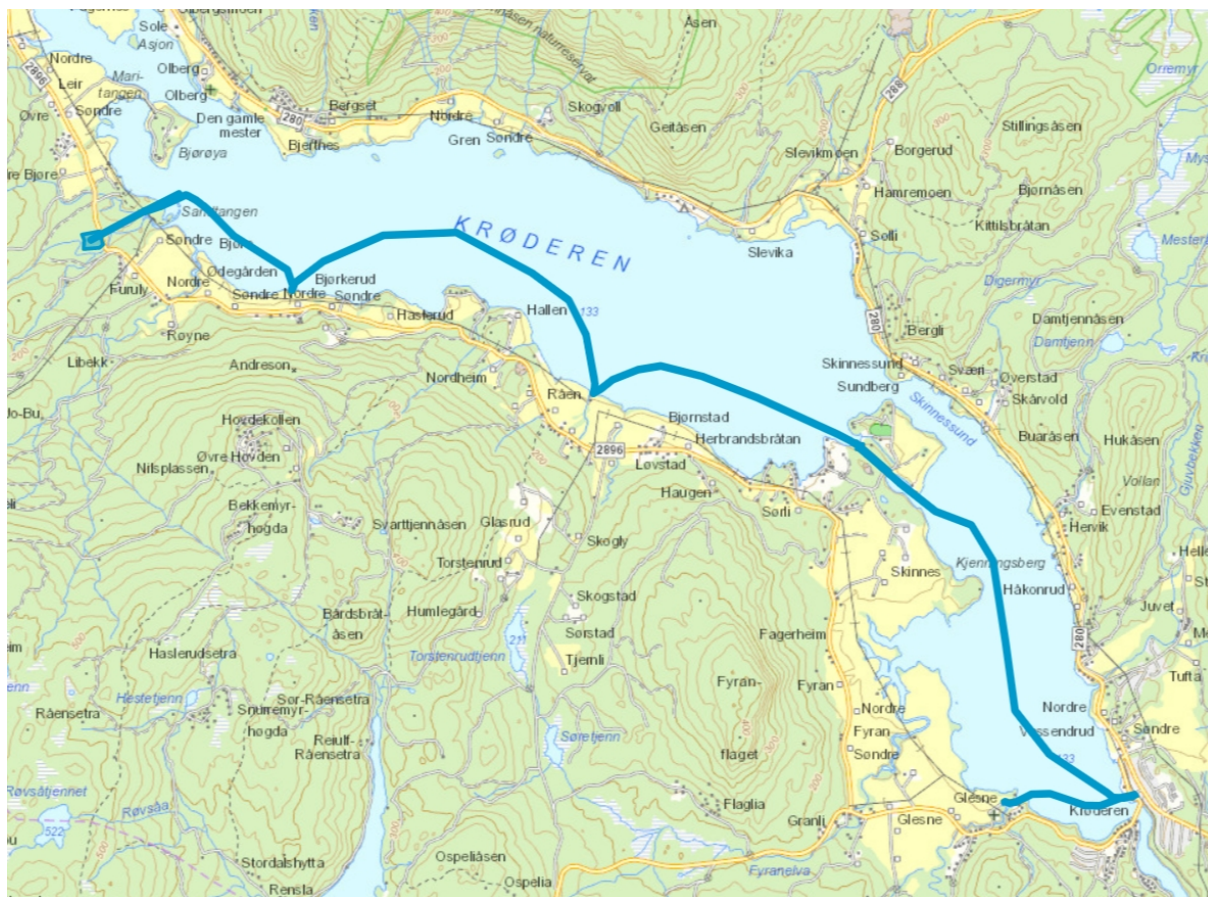
Med en slik løsning som skissert bør ledningene belastes tilsvarende ca. 25 % luftfylling. Det er mange fordeler med å ha lav belastning. En av disse er at det kan benyttes synkeledning med SDR 17.

2.6. Anbefaling ledningsdimensjon

Det anbefales å legge ledning Ø 110 SDR 17. Denne kan legges som synkeledning med loddbelastning tilsvarende 25 % luftfylling.

3. TRANSPORTSYSTEM

3.1. Ledningsanlegg



Figur 3: Oversikt over sjøledning

Samla lengde av transportsystemet er 13 – 14 km, av dette er en knapp kilometer lagt fra Krøderen og opp til renseanlegget. Det er mulighet for tilkobling til ledningen som ligger ut i Krøderen, Ø 125 PE-ledning SDR 11.

Plassering av pumpestasjoner er ikke basert på en grundig analyse, det er mer for å illustrere et mulig system. Stasjonen bør plasseres der en har eksisterende vegger, eventuelle ledninger og strømforsyning m.m.



Figur 4: Glesne – Krøderen

Vi foreslår å pumpe avløpet fra Glesne-området over til Krøderen. Det kan vurderes nærmere om ledninga fra Krøderen RA skal legges via Glesne slik at PS Glesne kan pumpe direkte inn på felles trykkledning. Prinsipielt er dette beste løsningen, men i dette tilfellet, hvor en får relativt stor pumpehøyde og kan utnytte volumer i Krøderen RA til utjamning, kan løsning med at PS Glesne pumper over til Krøderen RA være et godt alternativ. Endelig løsning må vurderes grundigere i senere planfaser.



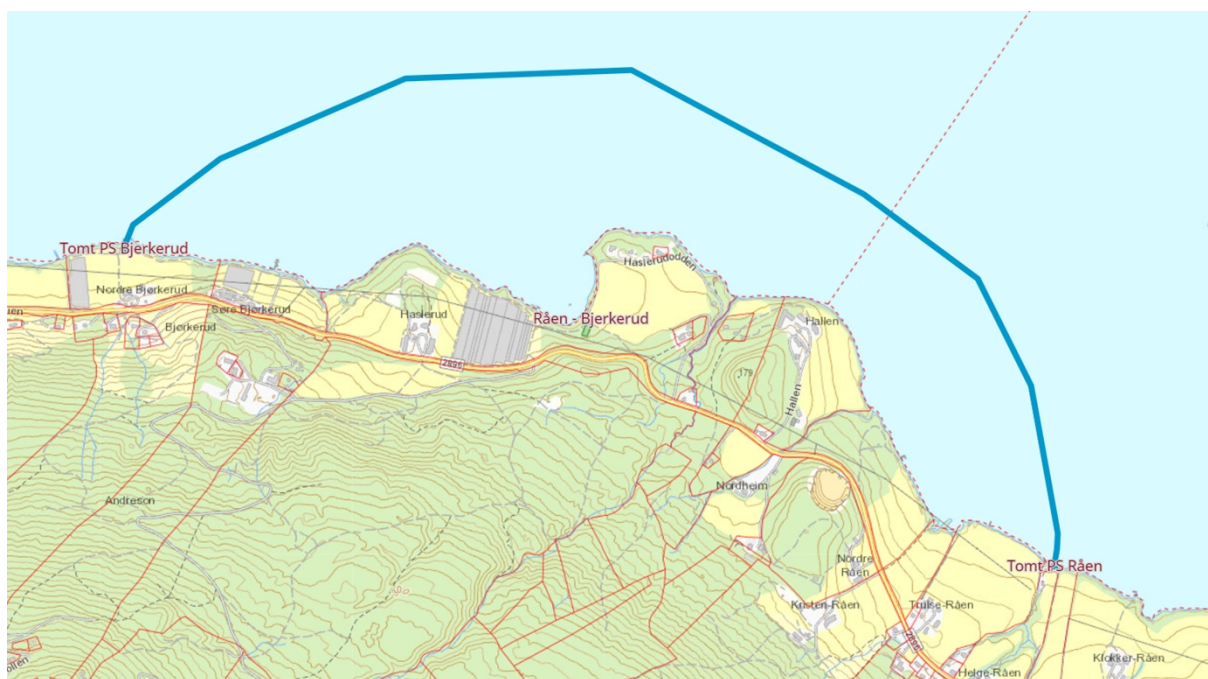
Figur 5: Krøderen RA – Skinnemoen

Ledning legges i sjøen mot Skinnesodden, her blir det en strekning på ca. 350 m der ledninga vil ligge på land.

Med et transportsystem i og langs Krøderen, vil en få muligheter til å koble på områder på begge sider av innsjøen.



Figur 6: Skinnesmoen – Råen



Figur 7: Råen - Bjørkerud



Figur 8: Bjørkerud til lagt ledning ved Sandtangen

Ved Sandtangen kobles ledning til eksisterende ledning som er lagt ut i Krøderen.

3.2. Pumpestasjoner

3.2.1. PS Krøderen

Her bygges det pumpestasjon i tilknytning til RA Krøderen. Det kan gjøres på flere måter:

- Dagens anlegg legges helt ned og fjernes, anlegget erstattes av ny prefabrikkert stasjon og nytt fordrøyningsvolum.
- Bygget beholdes, volum i anlegget bygges om slik at de kan benyttes som fordrøyningsvolum. Eksisterende utslippsledning benyttes som overløpsledning. Det bygges ny prefabrikkert pumpestasjon på utsiden av bygget.
- Bygget beholdes, volum i anlegget bygges om slik at de kan benyttes som fordrøyningsvolum. Eksisterende utslippsledning benyttes som overløpsledning. Pumpestasjon integreres i dagens bygg.

Nedstrøms stasjon bygges:

- skråkum for fjerning av luft
- enhet for plugginnføring

3.2.2. PS Glesne

Her bygges det prefabrikkert pumpestasjon.

Nedstrøms stasjon bygges:

- skråkum for fjerning av luft
- enhet for plugginnføring

3.2.3. PS Skinnesmoen

Her bygges det prefabrikkert pumpestasjon.

Nedstrøms stasjon bygges:

- skråkum for fjerning av luft

3.2.4. PS Råen

Her bygges det prefabrikkert pumpestasjon.

Oppstrøms og nedstrøms stasjon bygges:

- Kum for uttak av renseplugg
- skråkum for fjerning av luft
- enhet for plugginnføring

3.2.5. PS Bjørkerud

Her bygges det prefabrikkert pumpestasjon.

Nedstrøms stasjon bygges:

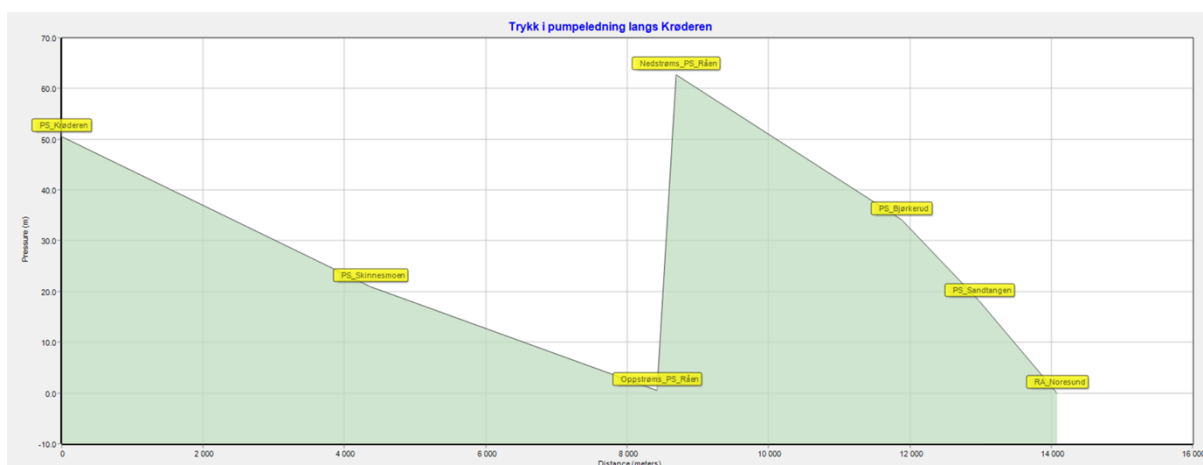
- skråkum for fjerning av luft

3.3. Pumpesystem

Dette kan løses på flere måter:

1. Tradisjonell pumping fra stasjon til stasjon.
2. PS Krøderen pumper så langt den kan, eksempelvis til Råen. PS Råen pumper til RA Norefjell, PS Skinnesmoen og PS Bjørkerud pumper på felles trykkledning.
3. En videreutvikling av alternativ2 ved at det bygges trykkforsterker ved Råen, lokal stasjon ved Råen pumper inn på trykkledning oppstrøms trykkforsterkeren.

I denne omgang er det forutsatt løsning i henhold til alternativ 2.



Figur 9: Trykk i pumpeledning langs Krøderen. Vannføring 5 l/s fra PS Krøderen til RA Noresund. Ø 110 PE-ledning SDR 17, ruhet $k = 0,6$ mm.

Figur 9 viser trykkforholdene ved pumping av 5 l/s fra PS Krøderen til PS Råen, videre pumper 5 l/s fra PS Råen til RA Noresund. Om en anlegger trykkforsterkningsstasjon ved Råen, vil trykklinja bli ganske lik.

I de korte periodene hvor mer enn en stasjon pumper samtidig, vil kapasiteten til stasjonene falle. Stasjonen som har lengst ledning vil normalt miste mest kapasitet. Men slike situasjoner varer ikke lenge og oppstår ikke så ofte i normalsituasjonen. Om PS Krøderen i perioder med snøsmelting/mye nedbør pumper i store deler av døgnet, vil den miste kapasitet i de korte periodene hvor PS Skinnesmoen pumper. Om nettet fram til PS Skinnesmoen er relativt tett, vil periodene med redusert kapasitet være av liten varighet. Om stasjonen på Skinnesmoen pumper 5 l/s og håndterer 100 personer, vil den pumpe i mindre enn en time i døgnet.

4. KOSTNADSOVERSLAG

4.1. Driftskostnader

Drift av en avløpspumpestasjon vil bestå av

- interne kostnader (besøk, vedlikehold m.m.)
- eksterne kostnader (deler, pumpeleverandører, elektriker m.m.)
- energikostnad

Interne og eksterne kostnader antas til $50\ 000 + 25\ 000 = 75\ 000$ NOK pr. år for den enkelte stasjon.

Pumpekostnadene vil variere fra stasjon til stasjon med

- geodetisk løftehøyde
- friksjonstap
- virkningsgrad på pumpene
- pumpet vannmengde
- energikostnad

Følgende antas pr. stasjon

- | | |
|-----------------------------|---------------------------|
| • geodetisk løftehøyde: | 10 m |
| • friksjonstap: | 50 m |
| • virkningsgrad på pumpene: | 30 % |
| • pumpet vannmengde: | 40 000 m ³ /år |
| • energikostnad: | 1 NOK/kWh |

Med dette blir energikostnaden pr. stasjon ca. 17 000 NOK hvert år.


Samlet driftskostnad pr. stasjon blir ca. 92 000 NOK pr. år. For fem stasjoner blir årlig driftskostnad ca. 450 000 NOK.


4.2. Investering

I vedlegget er vist kostnadsoverslaget. Det er forutsatt benyttet synkeledninger, dette er en løsning som gir høyere kostnader enn tradisjonell ledning. Når anlegget sendes ut på anbud, anbefales det at en tar med både tradisjonell ledning med lodd og synkeledning.

Budsjett for transportanlegget er beregnet til NOK 38 mill. eksklusive avgift.

Vedlegg: Kostnadsberegning

	Oppdragsgiver Krødsherad kommune				Oppdrag nr 627615-01	
	Oppdrag Saneringsplan avløp				Dato 2021-04-10	
KOSTNADER	Transportsystem				Utarbeidet av: PHT	
Anlegg	Enhet	Mengde	Pris	Kostnad kr	% andel	Budsjett-kostnad
Pumpeledning	RS	1.0	4 958 000	4 958 000	24 %	9 250 000
Landtak	RS	1.0	1 410 000	1 410 000	7 %	2 630 597
Pumpestasjoner	RS	1.0	14 000 000	14 000 000	69 %	26 119 403
Sum		3		20 368 000	100 %	38 000 000
Diverse				2 036 800	5 %	
Tilrigging				3 055 200	8 %	
Anbudssum				25 460 000	67 %	
Prisstigning før byggestart						
Prisstigning i byggetida						
Uforutsett				2 546 000	7 %	
Entreprisekostnad				28 006 000	74 %	
Honorar,adm.,gebyrer o.l.				4 200 900	11 %	
Delsum				32 206 900	85 %	
Avgift						
Finanskostnad						
Reserve				4 831 035	13 %	
Totalkostnad eks grunnnerv				38 000 000	100 %	
Grunnnerverv	RS					
BUDSJETTKOSTNAD				38 000 000	100 %	


	Oppdragsgiver Krødsherad kommune	Oppdrag nr 627615-01
	Oppdrag Saneringsplan avløp	Dato 2021-04-10
KOSTNADER	Pumpeledning	Utarbeidet av: PHT

Benytte enhetspris:
Mengde:
Enhet som benyttes:

1.00

Beskrivelse	Enhet	Mengde	Pris	Kostnad	% andel
Alle ledninger legges med Ø 110 SDR 17, belastes med 25 %					
Glesne - Krøderen	m	1300.00	370	481 000	10 %
Krøderen - Skinnemoen	m	4250.00	370	1 572 500	32 %
Skinnemoen - Råen	m	2650.00	370	980 500	20 %
Råen - Bjerkerud	m	3650.00	370	1 350 500	27 %
Bjerkerud - Sandtangen	m	1550.00	370	573 500	12 %

ELEMENTKOSTNAD					
	ENHET	MENGDE	ENHETS-PRIS	KOSTNAD	
Pumpeledning	RS	1	4 958 000	4 958 000	100 %

	Oppdragsgiver Krødsherad kommune	Oppdrag nr 627615-01			
	Oppdrag Saneringsplan avløp	Dato 2021-04-10			
KOSTNADER	Pumpestasjoner	Utarbeidet av: PHT			
Benytte enhetspris:	<input type="text"/>				
Mengde:	<input type="text"/>				
Enhet som benyttes:	<input type="text"/>				
Beskrivelse	Enhet	Mengde	Pris	Kostnad	% andel
Riving av eksisterende renseanlegg	RS	1	2000000	2 000 000	14 %
PS Krøderen	RS	1	3000000	3 000 000	21 %
PS Glesne	RS	1	2000000	2 000 000	14 %
PS Skinnesmoen	RS	1	2000000	2 000 000	14 %
PS Råen	RS	1	3000000	3 000 000	21 %
PS Bjerkerud	RS	1	2000000	2 000 000	14 %
ELEMENTKOSTNAD					
	ENHET	MENGDE	ENHETS-PRIS	KOSTNAD	
Pumpestasjoner	RS	1	#####	14 000 000	100 %