

Beskrivelse & Dimensionering af et beplantet filteranlæg med aktiv beluftning

Vrads, den 22. marts 2022, med update den 14. marts 2023

Til: Hedensted Kommune
samt: Planenergi
Vedrørende: Rapport til ansøgning og dimensionering af privat renseanlæg i form af et beluftet beplantet filteranlæg til håndtering af processpildevand
Projekt: Hornsyld Klimavarme



Billede: Privat renseanlæg, som behandler fælles kloakvand fra byen Tjørnelunde

Indhold

1. Stamoplysninger om bygherre, kloakmester og konsulent
2. Generel beskrivelse af det beplantede filter anlæg
3. Billeder og tegninger af opbygning af det beplantede filteranlæg
4. Afstandskrav til det beplantede filteranlæg
5. Beregning af antal PE, hydrauliske og organiske belastning
6. Forventede rensegrad for organisk stof, nitrat og fosfat
7. Dimensionering af forrensning
8. Dimensionering af pumpebrønde, pumpe, rør
9. Dimensionering af det beplantede filteranlæg, kompressor og reguleringsbrønd
10. Strømstyrkeberegning
11. Referencer og bilag



Alle rettigheder forbeholdes Kilian Water ApS i forhold til andre projekter end dette projekt. Ingen del af denne vejledning må reproduceres eller udsendes i nogen form eller nogen teknik, det være sig elektronisk, mekanisk, gennem fotokopiering, indspilning eller henlægges i automatiske informationssystemer i andre projekter end dette projekt uden skriftlig tilladelse fra Kilian Water ApS.

1. Stamoplysninger om bygherre, bygherrens konsulent og spildevands-konsulent:

Bygherre:

Hornsyld Klimavarme
Søndergade 44,
8783 Hornsyld

Konsulent for bygherren:

Plan Energi
Att Rasmus Lund
Vestergade 48H
8000 Aarhus C
Danmark

M: +45 6177 7746

E: rl@planenergi.dk

H: www.planenergi.dk

Placering af anlægget på:

Marken nord for ejendommen på
Hornsyld Industrivej
8783 Hornsyld
Ejerlav og ejerlavsnr.: Neder Bjerre By, Bjerre 7g

Autoriseret kloakmester:

Ikke afgjort.

Konsulent for spildevandsdelen:

Kilian Water ApS, Cand. agro René Kilian
Torupvej 4, Vrads, 8654 Bryrup.
Tlf.: 7575 7901
E-mail: info@kilianwater.com

2. Beskrivelse af det komplette anlæg

Nedenstående beskrivelse følger i hovedtræk beskrivelsen fra Miljøstyrelsens 'Retningslinier for etablering af beplantet filteranlæg op til 30 PE', 2004, kapitel 6. Største forskel er, at her følger beskrivelsen af de forskellige dele vandets vej gennem anlægget.

2.1 Forrensning

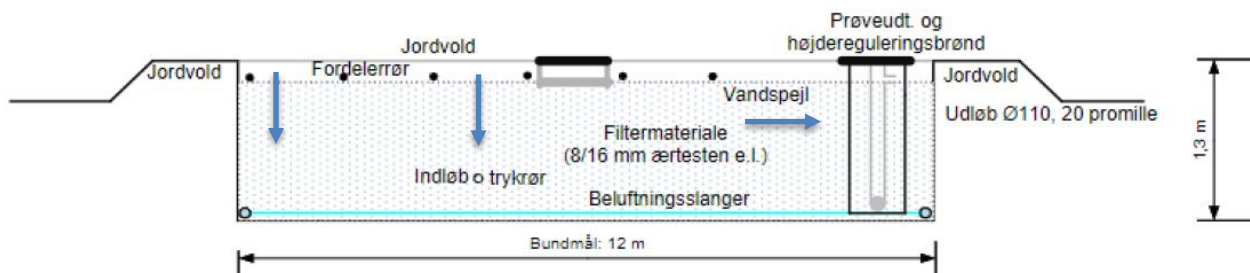
Et beplantet filteranlæg må normalt kun belastes med spildevand, der har passeret en bundfældningstank, idet der ellers vil være stor risiko for hurtig tilstopning af anlæggets fordeler-system og filteret. I dette projekt vil en bundfældningstank dog ikke være nødvendigt da kondensvand ikke vil indeholde mange partikler.

Den form for forrensningen, der er nødvendig her, er en pH-regulering, da vandet kan have en pH værdi fra omkring 4. Se bilag 1 med analyserapporten af kondensvandet.

2.2 Renseprincip

Efter forrensningen ledes vandet til en pumpebrønd, hvorfra spildevandet pumpes ca. 150 meter til en anden pumpebrønd, der står tæt ved anlægget. Vandet pumpes op i anlægget, og bliver rensat på biologisk vis. Spildevandet siver lodret gennem et stenlag, hvori der er plantet tagrør. Spildevandets nedbrydelige dele omsættes af de mikroorganismer, der sidder på planterødderne og på stenene, under forbrug af luftens ilt. Ilt hentes direkte fra atmosfæren, og indirekte via planterne, men især fra beluftningen, hvor en kompressor trykker luft ud nede i bunden af anlægget. Til slut løber vandet i en horisontal retning hen til anlæggets dræn; se skitse i Figur 1.

SNITTEGNING



Beplantet filteranlæg med aktiv beluftning, længdesnit

Figur 1: Længdesnit af det beluftede beplantede filteranlæg med vertikalt og horisontalt flow

Efter rensningen er vandet nu så rent, at det må ledes ud i en recipient, fx. vandløb, dræn eller nedsives i en faskine. I dette projekt ledes det rensede vand til en bæk, som ender via Bjørnkær grøft i Urlev å. Se nedenunder i figur 1, som viser hvor anlægget vil komme til at ligge.



Figur 2. Tegning hvor anlægget placeres

2.3 Renseprincip for fjernelse af totalt kvælstof og totalt fosfor

Som nævnt i paragraf 2.2 og vist i Figur 1 belastes selve renseanlæg både vertikalt og horisontalt. Hermed stimuleres både nitrifikations- og denitrifikationsproces og reduceres totalt kvælstof, TN. Yderligere beluftes anlægget intermitterende, som giver en yderligere 'boost' til disse omsætningsprocesser og er dermed til at reducere TN. Derudover projekteres en recirkuleringsbrønd som bidrager bl.a. til denitrifikation. Idé bagved recirkuleringen er, at selve anlægget generelt er godt i stand til at nitrificere; udløbsvandet er dermed relativt ilt- og nitratrigt vand; en del af nitraten omsættes til frit kvælstof; en anden del recirkuleres til pumpebrønden hvor vandet mødes med det iltfattige indløbsvand fra produktionen. Da det er samtidig organisk stof til stede, vil der ske denitrifikation i pumpebrønden. Ifl. Naturstyrelsens rapport (2013) kan der opnås en reduktion på TN på 60% ved at recirkulere vandet.

2.4 Recirkulering

Der projekteres en recirkuleringsbrønd på afløbs side. I brønden fordeler halvdelen af vandet sig til afløbssiden og den anden halvdel recirkuleres mod indløbssiden. Se vedlagte billede af en brønd med recirkulering:



Figur 3. Billede af recirkuleringsbrønden

Recirkuleringen regulerer vandmængderne over døgnet. Det er især en fordel i de dage om året, hvor der ikke produceres kondensvand. Recirkulering vil skabe flow gennem anlægget i denne periode. Recirkulering vil også bidrage til denitrifikation og dermed til rensning af kvælstof, som nævnt i 2.3.

2.5 Planternes betydning

Planterne modvirker ved deres rodvækst at filtermaterialet klogger til. Derudover har rødderne en stor overflade, hvor de mikroorganismer, der nedbryder spildevandets indhold af forurenende stoffer, kan sidde på. Om vinteren isolerer det visne plantemateriale filteranlægget mod frost. Planternes optag af næringssalte er ubetydelig i forhold til de mængder, der tilledes anlægget med spildevandet. Derfor skal planterne i anlægget ikke høstes.

2.6 Fordelersystem

Fordelingen af det forrensede spildevand i anlægget sker ved pumpning. Fordelerrørene lægges på filteroverfladen på en sådan måde, at vandet fordeles over de første 2/3 af anlæggets overflade. Fordelersystemet isoleres mod frost ved udlægning af ca. 0,20 m sten, træflis eller muslingeskaller på filterets overflade.

2.7 Filtermediet

Filtermediet opbygges af et 1 m tykt lag af veldefinerede ens kornede sten. Det giver en tilstrækkelig åben struktur af filteret, og samtidig en stor overflade, hvorpå de aktive mikroorganismer kan sidde.

2.8 Drænlag

I bunden af anlægget, som er i bunden af filtermediet, opsamles det rensede vand i et dræn i Ø110 mm. Drænet er forbundet til en brønd (425 mm Ø), som står *inde i* anlægget. I brønden presses det rensede vand op i et mindre rør (75 mm Ø). Ved enden af røret kan der udtages prøver af det rensede spildevand, hvis dette ønskes. Yderligere kan toppen, og dermed vandstanden i anlægget, reguleres med op til 15 cm. Dette forebygger frostpåvirkninger i den første vinter, da planternes vækst er forholdsvis lille i det første år, og dermed mindre isolerende.

2.9 Vaskede materialer

Til opbygning af anlægget må der kun anvendes vaskede materialer uden indhold af ler eller silt, for at undgå at fint materiale tilstopper geotekstil, filtermedie eller dræn.

2.10 Beluftsramme

I bunden af anlægget udlægges en 'beluftsramme' som indeholder både en manifold (50 mm Ø) og mindre beluftningsslanger (16 mm Ø) imellem denne manifold. Manifolds er forbundet til en kompressor, som forsyner slangerne med ilt. Manifolds slutter i et rør over vandoverfladen, hvor der er monteret et manometer.

2.11 Membran

Hele det beplantede filteranlæg placeres på en stærk, tæt membran for at sikre, at spildevandet ikke siver ned til grundvandet eller at grundvand ikke trænger ind i anlægget. Membranen skal beskyttes med kraftigt geotekstil på begge sider. Vedlagt datablader på begge typer (bilag 2 og 3).

3. Opbygning af det beplantede filteranlæg

Beskrivelserne i kapitel 2, er i dette afsnit synliggjort med øvrige billeder og tegninger.

På afløbssiden af anlægget samles det rensede vand i en afløbsbrønd. Her kan der tages prøver og vandstanden kan evt. reguleres med op til 15 cm. Se figur 3.



Figur 4. Foto af en højderegulerings- og prøveudtagningsbrønd på afløbsside inde i anlægget.

På nederste figur (nr. 4) ses brønden med belufteren. Belufteren skal placeres over højeste vandniveau i bassinet. Ved hjælp af timeren, som ligger ved siden af, kan denne indstilles til at køre fx 12 timer om dagen, intermitterede 4 timer tændt og 4 timer lukket. I bunden af brønden ses toppen af et gråt rør, som er forbundet med en 'indluftningshætte', som er placeret udenfor brønden. På den måde kan kompressor suge luft til sig.

Alternativ placering for belufteren er indendørs i et teknikrum, skur, lade eller fx en carport i nærheden af anlægget. Belufteren skal være beskyttet mod regn og sne.

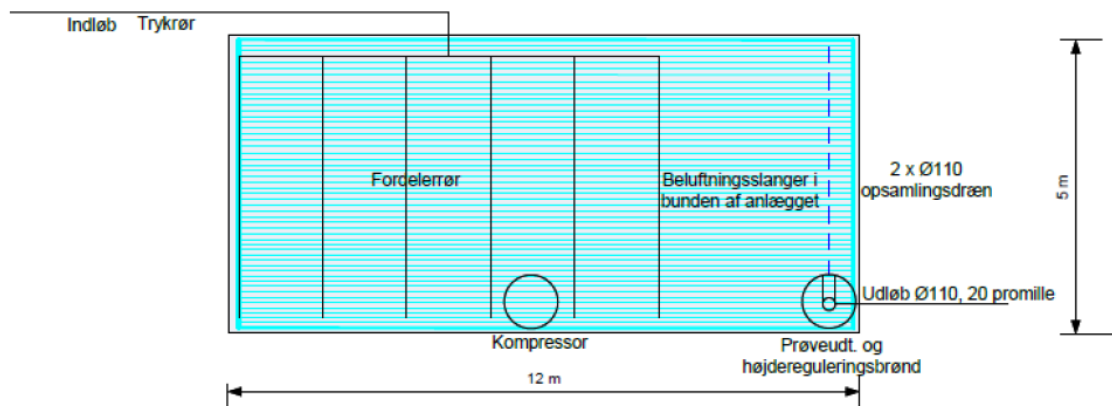
Beskrivelse & Dimensionering af et beplantet filteranlæg med aktiv beluftning



Figur 5. Foto af brønd med belufter, timer og orange rør til 'indsugningshætte' (ved pilen)

Herunder en detaljeret principtegning af et beluftet anlæg, inkl. brønde, set fra oven.

ANLÆG SET FRA OVEN



Figur 5: skitse af et beluftet beplantet filteranlæg inkl. placering af brønde (set ovenfra)

4. Afstandskrav til beplantet filteranlæg

Afstandskravet fra et beplantet filteranlæg til vandindvindingsanlæg, hvortil der stilles krav om drikkevandskvalitet, er min. 50 m. Afstanden er afhængig af hvor mange personer der forsynes af dette anlæg. På [Danmarks Arealinformation \(miljoportal.dk\)](http://Danmarks Arealinformation (miljoportal.dk)) kan der ikke konstateres boringer indenfor denne afstand.



Figur 6. Oversigtskort med boringer omkring det projekterede anlæg

Anlægget placeres mere end 5 m. fra beboelse, dræn, vandløb og søer. Ved placeringen af anlægget er der taget praktiske hensyn, fx 10 m. fra brinken. Anlægget placeres frit og med god afstand til eksisterende bevoksning (mere end 5 meter). Anlægget ligger ikke i skygge.

Anlægget placeres, så det er tilgængeligt for drift og vedligeholdelse.

5. Beregning af antal personækvivalenter (PE)

Triple A og Hornsyld Købmandsgaard A/S tørrer blandt andet træfiber til trækriketter eller træpiller. Varmen der frigives i skorstenen, vil Hornsyld Klimavarme gerne udnytte med hjælp af en 'scrubber' og i denne proces vil der dannes kondensvand. Dette procesvand indeholder stadig nogle næringsstoffer, som skal reduceres via et privat renseanlæg i form af et beplantet filteranlæg.

5.1 Organisk belastning

Kondensvand er ikke så forurennet som fx husspildevand og har et COD-indhold på ca. 250 mg/l. Se analyserapporten i bilag 1. Da det var vanskeligt, at tage nok vand til at tage en analyse af, er der ikke målt på BOD. Plan Energi oplyser dog, at forholdet mellem COD/BOD i lignende anlæg ligger omkring 1,5.

Da forholdet COD / BOD < 3, vil BOD-mængden være afgørende til at dimensionere ud fra i stedet for antal PE. Dog laves der et estimat for antal PE i paragraf 5.7, for at have en fornemmelse af anlæggets belastning. Ved en koncentration af 250 mg COD/l og et forventet vandforbrug på 100 m³ vil den organiske belastning være 25000 g COD/dag eller 16667 g BOD /dag.

5.2 Hydrauliske belastning

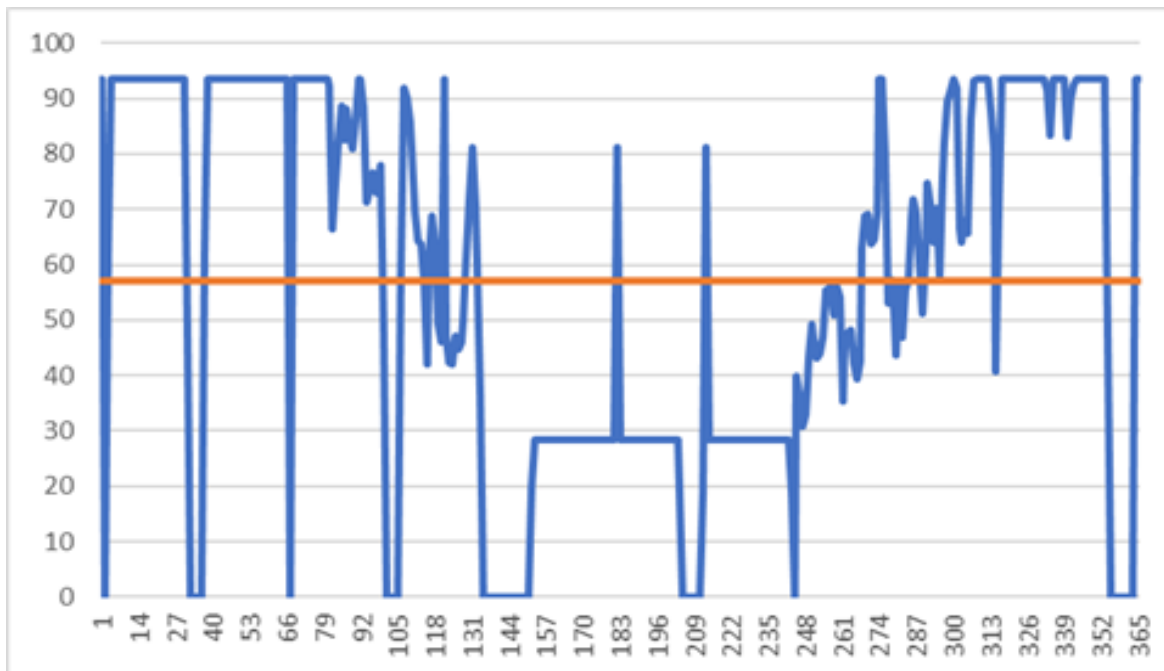
Der udarbejdes en dimensionering til to produktionsfaser:

- fase 1 med en produktion på omkring 4 m³/t
- fase 2 med en udvidet produktion til omkring 6,5 m³/t

5.2.1 Fase 1 med en produktion på 4 m³/t

På mødet med kommunen den 26. januar 2022, har Plan Energi nævnt at spildevandets temperatur forventes at være omkring 15 grader. Kilian Water forventer at udløbstemperatur fra anlægget ville være mellem 5 og 10 grader.

Efter mødet præciserede Plan Energi at det forventede produktions-flow er på max 4,1 m³/time og 22.800 m³/år. Dette vil svare til en hydraulisk belastning på 98,4 m³/dag. Se nedenstående graf.



Figur 7. Oversigt forventet produktion af kondensvand fra HK

Der ville være nogle uger, hvor der ikke produceres procesvand. Det er cirka 80 dage hvor der ikke produceres og dermed heller ikke udledes. Ifølge ovenstående figur er det fem længere perioder, hvor der ikke produceres og dermed udledes:

- fra dag 27 til dag 40, dvs. slutning af januar til midt februar
- fra dag 92 til dag 105, dvs. slutning marts til midt april (Påskeferie)
- fra 131 til dag 157, dvs. ca. midt maj til slut juni.
- Yderligere fra dag 196 til dag 209, dvs. fra midt juli til slutning af juli.
- Til sidst fra dag 252 til dag 365, dvs. i juleferie.

5.2.2 Fase 2 med en produktion på 6,5 m³/t

Plan Energi har forespurgt yderligere om anlægget i fremtiden let kan laves om til at kunne klare 6,5 m³/t eller 36.000 kubikmeter per år. Dette vil svare til en hydraulisk belastning på 156 m³/dag. Kilian Water har lavet dertil et nyt design så anlægget kan udvides i fremtiden.

5.4 Dimensionering Fase 1 - 4 m³/t

Den vertikale del kan belastes rimeligt sikkert med 80 gram BOD/m².dag; overfladen bliver så $16667 \text{ (g BOD /dag) } / 80 \text{ (gram BOD/m}^2\text{.dag) } = 208 \text{ m}^2$.

For den horisontale del kommer der halvdelen oveni: $0,5 * 208 = 104 \text{ m}^2$

Den totale overflade bliver så 312 m².

Mediet i selve anlægget er vaskede ærtesten (ø 8/16 mm).

Vandvolumen i selve mediet er mellem 30 og 40%.

Vandvolumen ved denne størrelse bliver dermed som minimum $312 * 30\% = 93,6 \text{ m}^3$.

Dette giver en opholdstid på lidt mindre end 1 dag.

For at nå op til en opholdstid på 1 dag, skal det totale anlæg kunne indeholde

Beskrivelse & Dimensionering af et beplantet filteranlæg med aktiv beluftning

100 m³ vand. Dvs. anlægget skal have et minimum bassin på 100 (m³) / 0,30 = 333 m³ og ved 1 m vandhøjde giver dette en overflade på 333 m².

I praksis projekteres et anlæg med en størrelse som er afrundet til 350 m².

Den hydrauliske belastning bliver hermed 100 m³.d/350 m² = 0,286 m/dag. Den totale organiske belastning bliver så 16667 (gr BOD.d) /350 (m²) = 48 gram BOD/m².dag.

5.5 Dimensionering Fase 2 - 6,5 m³/t

Ved den samme koncentration som ved Fase 1, dvs. 250 mg COD/l og et forventet vandforbrug på 156 m³, vil den organiske belastning blive 39000 g COD/dag eller 26000 g BOD /dag. Se også figur 8.

Parameter	Koncentrationer	Volume	Belastning	Parameter
	Forventet	Målt		
	mg/l	mg/l	m ³ /dag	g/dag
BOD	167		156	26001
COD		250	156	39000
Suspenderet stof	38		156	5928
Ammonium	5		156	780
Total N		5,4	156	842
Total P		0,02	156	3

Figur 8. Beregning organisk belastning ved en forhøjet produktion til 6,5 m³/t

Overfladen af anlægget til Fase 2 bliver så 26001 (g BOD /dag) /80 (gram BOD/m².dag) = 325 m².

For den horisontale del kommer der halvdelen oveni: 0,5 * 325 = 163 m²

Den totale overflade bliver så 488 m².

Vandvolumen i dette størrelse bassin er 146,4 m³; hermed bliver opholdstiden under 1 dag: 146 (m³)/156 (m³/d)= 0,94 dage. For at opnå 1 dags opholdstid skal vi så op til et minimum på 156/0,3 = 520 m³, dvs. ved 1m vandhøjde giver det et areal på 520 m²

Den hydrauliske belastning bliver hermed 156 m³.d/520 m² = 0,3 m/dag. Den totale organiske belastning bliver så 26001 (gr BOD.d)/520 (m²) = 50 gram BOD/m².dag.

5.6 Design af anlægget for fase 1 og fase 2

Der foreslås nu at lave 2 bassiner på hver 180 m² og gør plads til en 3. bassin på 180 m², når det er behov for det. Dette foretrækkes fremfor 1 bassin på 333 m² og 1 i fremtiden til 187 m², da pumpebrønden så ville være for lille at kunne genbruges. Nu projekteres både pumpebrøndene og afløbsrør sådan, at de kan håndtere den fremtidige mængde af spildevand. Med denne størrelse brønd er der oplagt at lave bassinerne lige stor for en god fordeling af vand. De to bassiner vil så være i starten på i alt 360 m² og dermed lidt større end nødvendigt. Dog kan der reguleres på ilttilførsel ved hjælp af timer på kompressoren. Ved at vælge 3 ens bassiner, kan hvert bassin få yderligere den samme størrelse kompressor, samt samme størrelse pumpe, som er en fordel i driften.

Beskrivelse & Dimensionering af et beplantet filteranlæg med aktiv beluftning

På baggrund af ovenstående anbefales det at projektere:

- 2 bassiner på hver 180 m² som kan klare spildevandet i fase 1;
- plads til det fremtidige 3. bassin på 180 m², når det er behov for det.
- Plads til afløbet fra det 3. bassin på det øvrige afløb i en fælles samlebrønd
- Bassiner på hver 16,5 x 11 m.

Se oversigtstegning **bilag 7** med to bassiner til Fase 1 samt et fremtidigt bassin til Fase 2.

5.7 Beregning antal PE

I figur 8 er den organiske belastning regnet ud fra 6,5 m³/time eller 156 m³/dag. Tabellen er gentaget herunder:

Parameter	Koncentrationer	Volume	Belastning	Parameter
	Forventet	Målt		
	mg/l	mg/l	m ³ /dag	g/dag
BOD	167		156	26001
COD		250	156	39000
Suspenderet stof	30		156	4680
Ammonium	1,5		156	234
Total N		5,4	156	842
Total P		0,02	156	3

Figur 9. Kopi af figur 8: Beregning organisk belastning ved en forhøjet produktion til 6,5 m³/t

Belastningen fra Figur 9 er sammenlignet med den belastning 1 PE står for ifølge Miljøstyrelsens retningslinier fra 2004, Spildevandsteknik (2004), samt Test af beplantede filteranlæg (2013). Tallene er samlet i figur 10. Hver parameter giver næsten en anden PE-værdi. Gennemsnittet ender på 329 PE; fjerner man den højeste og laveste værdi så bliver gennemsnittet 252 PE. Dvs. antal PE ligger omkring 300 PE ift den organiske belastning; når man kigger på den hydrauliske belastning, så ville den være over 1000 PE.

Parameter	Organisk belastning		PE- beregning:
	lfl. Figur 9:	lfl. MST 2004, m.m.:	lfl. belastninger
	g/dag	g/dag per PE	Antal PE
BOD	26001	60	433
COD	39000	90	433
Suspenderet stof	5928	15	395
Ammonium	780	15	52
Total N	842	13	65
Total P	3	2,5	1
	Gennemsnit antal PE:		230
	Hydraulisk belastning		
	m³/dag	m³/dag per PE	Antal PE
	156	0,15	1040

Figur 10: Beregning antal PE på forskellige parameter i den aktuelle organiske og hydrauliske belastning i sammenligning med parameter for en 'standard PE'.

6. Forventede reNSEgrad og belastning

6.1 Forventede reNSEgrad

Det beplantede filteranlæg med aktiv beluftning har følgende generelle forventede reNSEgrad, når det er tale om husspildevand:

	in (mg/l)	out (mg/l)	Removal (%)
BOD	350	< 3	> 99%
COD	750	< 35	> 95%
Suspended solids	300	< 5	> 98%
Ammonium-N	68	< 2	> 97%
total-N	85	< 30	> 64%
total-P	10	< 3	> 70%

Figur 11: oversigt forventede reNSeresultater for husspildevand.

I dette specifikke projekt med industrielt spildevand, som er fortyndet i forhold til husspildevand, vil reNSEgraden sandsynligvis være mindre høj. Dette ville betyde følgende:

Parameter	ReNSEgrad i %	Koncentrationer in mg/l		
		Indløb		Afløb
		Forventet	Målt	Forventet
BOD	95	167		8,3
COD	90		250	25,0
Suspenderet stof	95	38		1,9
Ammonium	95	5		0,3
Total N	50		5,4	2,7
Total P	50		0,02	0,0

Figur 12: oversigt forventede reNSeresultater for industrielt spildevand i Hornsyld.

De forventede resultater er baseret på Miljøstyrelsens 'Retningslinier for etablering af beplantede filteranlæg op til 30 PE' fra 2004, samt Naturstyrelsens rapport 'Test og udvikling af beplantede filteranlæg' fra 2013.

I bilaget er der yderligere vedhæftet nogle resultater fra nogle anlæg med forskellige type spildevand (**bilag 4, 5**).

6.2 Forventede årlige belastning

I Figur 13 er både den daglige og den årlige spildevandsmængde beregnet. Da der ikke produceres hver dag vand, viser den årlige belastning den aktuelle belastning:

Parameter	Koncentration		Volume		Belastning	
	mg/l	kg/m ³	m ³ /dag	m ³ /år	kg/d	kg/år
BOD	8,3	0,0	156	36000	1,3	300,0
COD	25,0	0,0	156	36000	3,9	900,0
Suspenderet stof	1,9	0,0	156	36000	0,3	68,4
Ammonium	0,3	0,0	156	36000	0,0	9,0
Total N	2,7	0,0	156	36000	0,4	97,2
Total P	0,0	0,0	156	36000	0,0	0,4

Figur 13: oversigt forventede belastning for industrielt spildevand i Hornsyld.

Ifl. Figur 13 forventes der at det er på årsbasis udledes fx 97 kg TN, når fase 2 er sæt i produktionen.

Total fosfor fjernes ved hjælp af mikro-organismer og plantevækst. Det er forholdsvis lidt fosfor i indløbet og dermed vil der også ende forholdsvis lidt fosfor i afløbet: 0,4 kg per år i fase 2.

Begge værdier er langt under mængderne det er nævnt i Spildevandsbekendtgørelsen, BEK nr 1393 af 21/06/2021, kapitel 10, § 25: *"Dette kapitel regulerer udledningstilladelser for større industrielle spildevandsanlæg, når der gives tilladelse efter lovens § 28, stk. 1 og 2, til årlig udledning af 22 tons kvælstof eller 7,5 tons fosfor eller derover til vandløb, søer eller havet."* Derfor betragtes dette anlæg ikke, som et anlæg for større industrielle spildevandsanlæg.

6.3 Yderligere reduktion for TN.

Hvis der ønskes yderligere reduktion for TN, så kan der gøres følgende:

1. styring af beluftningsmængde

Der kan styres på antal timer, kompressorerne kører hver dag. Normalt indstilles de på 4 timer on og 4 timer off i løbet af dagen; dvs. 12 timer on per dag og 12 timer off per dag. I en udenlandsk artikel fra Saeed & Sun (2012) er der beskrevet at denitrifikationsprocessen producerer alkalinitet:



Der nævnes også at trods evne af denitrificerende bakterier at udnytte nitrater som elektron- acceptorer, er oxygen mere foretrukket, hvis det er til stede. Derfor bør oxygen koncentration (Dissolved Oxygen) opretholdes ved <0,3-0,5 mg/L for at opnå nitratreduktion.

Konkret betyder at vi kan være nødt til at skrue beluftningen til fx 3 timer on og 5 timer off for at opnå de ideelle betingelser for denitrifikation. Da vi har to bede planlagt i Fase 1 vil vi derfor benytte lejligheden at teste begge beluftning-scenarier og se hvilke er optimalt under de givne omstændigheder og type af spildevand.

2. Efterpoleringsbassin med træflis ('Fase 3')

Udover justering med luft kan der også etableres et træflisbassin som efterpolering, dvs. et bassin der placeres efter det beplantede filteranlæg (det kunne nævnes som 'Fase 3'). I samme artikel fra Saeed & Sun (2012) er der samlet resultater fra en undersøgelse om brugen af træflis i et beplantet filteranlæg. TN-reduktionshastighed i beplantede filteranlæg med træflis er væsentligt højere end anlæg uden træflis: 2,5-30,3 (g/m²/d), henholdsvis 0,4-2,7 (g/m²/d).

Figur 8 viser at indløbet har en belastning på 842 g TN/dag. Ved en reduktionshastighed på 2,5 (g/m²/d) skal der bruges et anlæg på 337 m²; ved en reduktionshastighed på 30,3 (g/m²/d) skal der bruges et anlæg på 28 m². Det giver et gennemsnit på 180 m². Kilian Water har brugt denne dimensionering andre steder i Danmark til 5 PE-anlæg med mere end 90% reduktion; nitrat var under 3 mg/l (Figur 14). Selvom reduktionsgraden er høj for nitrat og dermed også for totalt kvælstof, er der usandsynligt at den samme reduktion kan opnås ved en forholdsvis lave koncentration som 2,7 mg TN/l. Der forventes at det højest kan reduceres med 50 %. I alle tilfælde overholdes udlederkrav på 8 mg TN/l, som findes på flere kommunale anlæg.

Bassin	2019		2021	
	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻
1. Beplantet filteranlæg	0,047	51	0,22	44
2. Træflis-filter	0,27	2,9	0,022	< 0,5
Reduktion i %		94,3		98,8

Figur 14. rensresultater for ammonium og nitrat ved 5 PE-anlæg i Danmark

For forsyningskyld er der en fordel at have to anlæg a hver 90 m², så man kan tømme et bassin for træflis, mens det andet er i brug. Yderligere skal anlæggene være smalle, så de er forholdsvis nemt at tømme med en maskine. Vi foreslår derfor to anlæg på hver 16,5 x 5,5 m. De udformes som horisontale flow anlæg, ligesom rodzoneanlæg. Se oversigtstegningen inkl. efterpoleringstrin – **bilag 8**.

Anlægget beplantes en blanding af forskellige sump-planter, som fx Iris pseudocoris, Glyceria Maxima, Dunhammer og Søkogle-aks. Der plantes mindst 3 stk. per m².

7. Dimensionering af forrensning

Da der er tale om kondensvand i dette projekt er der ikke behov for en bundfældningstank eller lignende, da kondensvand ikke vil indeholde mange partikler.

Dog kan kondensvand have en pH-værdi på 4. Derfor anbefales der en forrensning i form af en pH-regulering. Denne del udarbejdes af andet firma.

I anlægget kan der tages hensyn til en evt. forholdsvis lav pH ved at vælge et større andel af planter der kan tåle en lav pH, som fx Iris pseudocorus (Z. Yousefi, 2010).

8. Dimensionering af pumpebrønd(e), pumpe og rør

8.1 Generelle krav til pumpebrønde

Pumpebrønde skal være let tilgængelig for inspektion og rensning.

Brønde skal forsynes med lugt tæt dæksel, der har styrke svarende til færdselsbelastning. Dækslet skal være aflåseligt.

Brønden skal udluftes for bl.a. at forhindre undertryk ved pumpning.

El skal samles udenfor brønde, for at forebygge at svovlbrinte-dampe kan ødelægge det elektriske.

Alt el-arbejde skal udføres af en autoriseret elektriker.

8.2 Generelt om dimensionering af pumpebrønd

Pumpebrønde skal have en pumpeump, som er stor nok til at sætte hele fordelersystemet under tryk, så vandet fordeles til alle hullerne og dermed over hele anlægget (se afsnit 8.5).

8.3 Pumpen /pumperne i dette projekt

Der planlægges følgende pumper:

- P1 ved fabrikkens pumpebrønd, hvor der monteres 2 pumper som kører alternerede med P2
- P2 ved fabrikkens pumpebrønd. Pumpen kører alternerede med P1
- P3 ved den fælles pumpebrønd som pumpes til det første anlæg
- P4 ved den fælles pumpebrønd som pumpes til det andet anlæg
- I fremtiden planlægges der en 3. pumpe P5 i den fælles pumpebrønd som pumpes vandet til det tredje anlæg

Det anbefales at anvende pumper med lejer (i stedet for bøsninger), og mindst en enkelt mekanisk akseltætning.

Alle pumper skal udføres med kontraventil. Trykrøret inde i brøndene/tankene skal udføres med en snap-kobling, så pumpen nemt kan løftes op til terræn for servicering.

Yderligere skal der monteres en alarm i brøndene/tankene, hvis pumpen uforventet svigter, og dermed vil forårsage for høj vandstand i brøndene/tankene.

Det er en fordel, at alle pumper er af samme type, og at der indkøbes en ekstra pumpe, i tilfælde af fejl eller driftsforstyrrelser.

Der projekteres med Ebara pumper, typeDW150. Tre faset pumpe, 3 x 400 V og en effekt på 1,55 kW (3,9 amp.). Der skal bruges 5 stk. i alt: 2 ved fabrikken i pumpebrønden; 3 ved anlægget: 2 stk. i fase 1 og 1 senere i fase 2.

8.4 Styring

Der planlægges ingen styring mellem pumperne og kompressor. Pumperne styres ved hjælp af en flyder og kompressorer tændes/slukkes ved hjælp af en timer. Som standard vil timeren køre i 12 timer per dag. Ved spidsbelastninger kan timeren skrues op til 16 eller 20 timer, eller tages helt ud. I sidste tilfælde vil kompressoren køre 24 timer/døgn. Alternativt kan der laves en forholdsvis enkel styring, der tæller antal gange pumpen kører per dag, og på basis af det 'oversætter' informationen til det antal timer kompressoren skal køre næste dag.

8.5 Pumpesumpen

Pumpesumpen ved P1 og P2 skal være minimalt 2 gange det maksimale flow per time; dvs. 10 m³. Da Plan Energi i fremtiden også ville kunne klare 6,5 m³/t, anbefales der at lave pumpebrønden minimalt 13 m³ stor.

Ved at pumperne kører alternerende er der en backup, så spildevand altid kan pumpes fra pumpebrønden og produktionen af varme og dermed kondensvand kan fortsætte.

Pumpesumpen ved P3 og P4 skal minimalt være halvdelen af sumpen ved P1 og P2, dvs. hver 5 m³. Da Plan Energi i fremtiden også ville kunne klare 6,5 m³/t, anbefales der at lave pumpebrønden minimalt 6,5 m³ stor. På grund af recirkuleringen kan der komme den dobbelte mængde af vand i brønden. For at håndtere det, laves brønden dobbelt så stor. Med disse volumener er der nok vand til at sætte fordelerrør under tryk: P3 fylder et sæt fordelerrør i det ene bassin og P4 fylder et sæt fordelerrør i det næste bassin. P5 gør det samme i det fremtidige bassin. Volumen i hvert sæt indeholder ca. 250 liter og pumpen vil pumpe mindst 1250 liter ad gangen i anlægget. Med et volumen på 13000 liter er der god buffer i brønden til at håndtere peak-belastningen, samtidig med at der plads til indløbsvand og returvand kan blandes og denitrifikation kan opstå.

8.6 Tryk- og kloakrør

Trykrøret fra brønden til anlægget skal være 63 mm Ø for at formindske modstanden i røret. Yderligere skal det have en stigning, da man ellers risikerer at skabe en hævert-virkning.

Kloakrør fra anlægget skal være minimum Ø160 mm. Rørene skal kunne klare den aktuelle færdselsbelastning.

9. Dimensionering af det beplantede filteranlæg, belufter og reguleringsbrønd

Størrelsen på det beplantede filteranlæg fastlægges ud fra kvaliteten og mængden af det spildevand, som skal behandles. Regnvand skal være frakoblet spildevandsledningen.

9.1 Dimensionering

Da spildevandsmængden er relativ store, fra 100 til 156 m³/dag, anbefales at anvende et beplantet filteranlæg med *aktiv* beluftning, da disse anlæg kun fylder ¼ af de traditionelle beplantede filteranlæg. En anden fordel er, at et anlæg med beluftning kun kræver vaskede ærtesten, som er nemmere at skaffe end vasket sand.

Ved normal belastning, som i fase 1 på 100 m³, er beluftningen indstillet til at køre 12 timer/døgn. Ved evt. højere belastning i en begrænset periode på op til 3 uger per kvartal, kan der skrues op til full-time beluftning. Hermed optimeres energiforbruget med det aktuelle vandrensings-behov. For at håndtere den peak belastning i fremtiden på 156 m³/dag kræves der en udvidelse af anlægget i form af et 3. bassin i fase 2.

Anlæggets areal:

I kapitel 6 er anlægget beregnet til 350 m² i den 1. fase med en udvidelse til i alt 520 m² i den 2. fase.

Anlægget har følgende mål:

- L: 16,5 m x B: 11,0 m.
- vandstanden er 1,0 m og bassinet har en total dybde på 1,25 m. fra bunden af bassinet til toppen af volden.
- bassinet fyldes op med sten til en højde på 1,20 over bunden; på den måde forebygges at vandet i anlægget kan ses og/eller lugtes. Man kan færdes overalt på anlægget. Dog må anlægget kun betrædes i forbindelse med vedligehold.

Type belufter:

Det anbefales at anvende en belufter, der kan belufte min. 2700 liter /minut, så den kun er tændt halvdelen af tiden ved 156 m³ vand-produktion. Belufteren skal stå tørt. Derfor placeres den i en brønd i anlægget. Vi vælger her at anvende 2 mindre kompressorer per bassin, da de genererer mindre støj end 1 stor. I 1. fase monteres der 2 x 2 kompressorer og i fase 2 monteres der yderligere 2 stk. ved det 3. bassin. Der placeres 2 kompressor-brønde per bassin; de har kun en dybde på 35 cm. Se oversigtstegningen i bilag 7.

Beluftningsslanger er af en særlig type, som sørger for at luften fordeles jævnt over hele bassinets bundoverflade. En jævn fordeling sørger for at alle mikroorganismer får det ilt de har brug for til at omsætte spildevandets næringsstoffer.

9.2 Afløbsbrønd

I anlægget monteres en afløbsbrønd. Brønden giver mulighed for at regulere vandspejlets højde i anlægget med op til +/- 15 cm samt mulighed for at udtage prøver af det rensede spildevand. Se også figur 3.

9.3 Forbrug af sten

Der skal anvendes ca. 230-240 m³ vaskede ærtesten (8/16 mm Ø, eller lignende) per bassin; dvs. for de første to bassiner i fase 1 skal der bruges maks. 480 m³.

9.4 Vejledning vedr. drift og vedligeholdelse

Efter etablering udleverer Kilian Water en drifts- og vedligeholdelsesvejledning som viser, hvornår der skal gøres hvad, ved de forskellige tanke, brønde og anlæg.

9.5 Afledning til vandløb

Normalt udledes det rensede spildevand til et vandløb via et afløbsrør. Ved sådan 'punkt-udledning' kan der være risiko for erosion ved brinken af Bjørnkær grøft. For at formindske denne risiko, projekteres udledningen at brinken erosionsbeskyttes ved enten erosionsmåtter eller med nogle piksten lagt i beton. Der foreslås at lægge udledningen nord fra røret der forbinder de to udgravninger, så røret ikke kan ses fra vejen. Se vedlagte klip fra oversigtstegning – bilag 7 i figur 15:

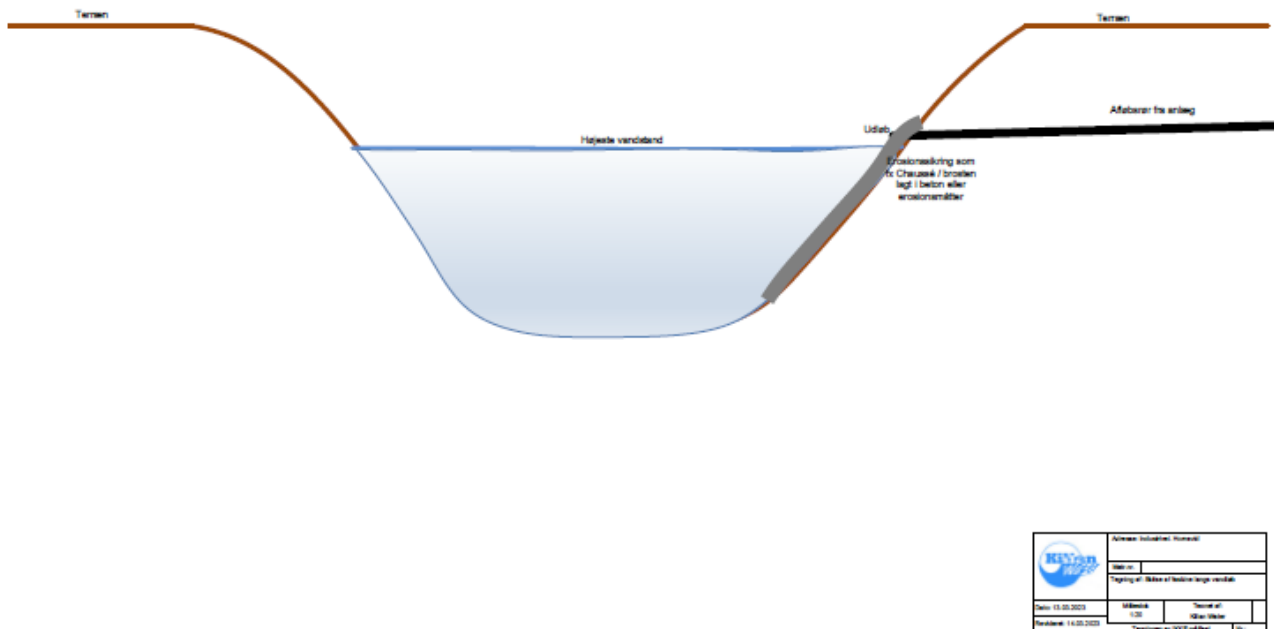


Figur 15. Klip fra oversigtstegningen (bilag 7) med udledning på nordsiden af det rør der forbinder de to udgravninger.

Beskrivelse & Dimensionering af et beplantet filteranlæg med aktiv beluftning

Der etableres en faskine på ca. 1,5 m bredde med et dræn som ligger min 25 cm over den højeste vandstand i bækken. Drænet er på min Ø160 mm og lægges parallelt med vandløbet med maks. 3 promille fald. Det rensede spildevand kan fordeles over en længde af ca. 140 m meter parallel med grøften i stedet for i et punkt. Faldet og længden vil give et højdetab på 42 cm og dette skal tjekkes om det er plads til så meget fald i terræn. Alternativt skal vandet pumpes i dette dræn og skal drænet lægges vandret.

Se også Figur 16 med en sideskitse af faskinen parallel med grøften og dens højeste vandstand. Omkring drænet lægges relativ stor sten (fx Ø 32- 64 mm) for at sikre at de bliver liggende når vandet løber ud af drænrøret.



Figur 16 sideskitse af den faskine ift grøften og dens højeste vandstand

10. Strømstyrkeberegning

I bilag 4 er strømstyrke beregnet for de forskellige komponenter der skal bruges ved anlægget; både spildevandspumpe og kompressorer. Konklusion er så at der skal bruges minimum $11,7 + 9,4 = 21,1$ amp. Plan Energi har planlagt en 32 amp. 5 leds ledning a 6 mm², så det vil være nok kapacitet. Strømforbrug vurderes til at lægge omkring 10.000 kWh ved 36.000 m³/året, dvs. ca. 0,28 kW/m³.

11. Referencer

- *Retningslinier for etablering af beplantet filteranlæg op til 30 PE*, nr. 52. Miljøstyrelsen, 2004
- *Spildevandsteknik*. Polyteknisk Forlag, 2004
- *Test og udvikling af beplantede filteranlæg som miljøeffektiv renseteknologi i det åbne land*. Naturstyrelsen, 2013
- Yousefi Z., *Nitrogen and phosphorus removal from wastewater by subsurface wetlands planted with Iris pseudacorus*. Ecological Engineering, 2010.
- Saeed T. & Sun G., *Review on nitrogen and organics removal mechanisms in subsurface flow constructed wetlands*. Journal of Environmental Management, 2012

Bilag:

- 1. Analyserapporten af kondensvandet.
- 2. Datablad vandtæt membran
- 3. Datablad geotekstil
- 4. Strømstyrkeberegning Hornsyld Klimavarme
- 5. Renseresultater Tjørnelunde, 180 PE, 2014-2018
- 6. Renseresultater Frisørsalon, 10 PE, 2015 -2018

Bilag tilsendt separat fra denne rapport:

- 7. Oversigtstegning af anlægget i Fase 1 (100 m³/d), samt udvidelse til Fase 2 (156 m³/d).
- 8. Oversigtstegning af anlægget inkl. efterpoleringsbassiner ('Fase 3')

Beskrivelse & Dimensionering af et beplantet filteranlæg med aktiv beluftning

Bilag 1. Analyserapport kondensvand



Eurofins Miljø A/S
Ladelundvej 85
6600 Vejen
Danmark
Telefon: 7022 4266
CVR/VAT: DK-28848196

PlanEnergi
Jyllandsgade 1
9520 Skørping
Att.: Rasmus Lund

Rapportnr.: AR-21-CA-21047038-01
Batchnr.: EUDKVE-21047038
Kundenr.: CA0000217
Modt. dato: 04.05.2021

Analyserapport

Prøvetype:	Andet rent vand				
Prøvetager:	Rekvirenten	RL			
Prøveudtagning:	04.05.2021 kl. 09:48	til	04.05.2021 kl. 15:19		
Analyseperiode:	04.05.2021 - 11.05.2021				
Prøvemærke:	Kondens-01-227546-Triple-A				
Lab prøvenr:	835-2021-80925378	Enhed	DL.	Metode	Urel (%)
pH	4.0	pH	2	* DS/EN ISO 10523	
Temperatur ved pH-måling	21	°C		* DS/EN ISO 10523	
Uorganiske forbindelser					
Total Nitrogen	5.4	mg/l	0.05	DS EN ISO 11905-1:1998, SM 22. udg. 4500-NO3 (H)	15
Total Phosphor	0.020	mg/l	0.01	DS/EN ISO 6878:2004 part 7 + ISO 15923-1:2013	15
Organiske samleparametre					
COD, kemisk iltforbrug	250	mg/l	5	ISO 15705	15
Metaller					
Svovl (S), total	< 1	mg/l	1	SM 3120 ICP-OES	20

Bilag 2 Datablad vandtæt membran



Nominal Thickness (mm)		0,60	0,75	1,0
Thickness Tolerance (%)	Maximum +/-	10	10	10
Carbon Black Content (%)		2,5	2,5	2,5
Density (g/cm ³)	ASTM D1505	0,908	0,908	0,908
Melt Flow Index (g/10min,230°C)	ASTM D1238	0,80	0,80	0,80
Tensile Strength at Yield (N/mm ²)	ASTM D6381V			
- Machine Direction	Modification	4,8	4,8	5,0
- Transversal Direction	NSF-54/91	3,6	3,6	4,0
Tensile Strength at Break (N/mm ²)	ASTM D6381V			
- Machine Direction	Modification	22,8	22,8	21,0
- Transversal Direction	NSF-54/91	19,8	19,8	19,0
Elongation at Yield (%)	ASTM D6381V			
- Machine Direction	Modification	10	10	12
- Transversal Direction	NSF-54/91	11	11	12
Elongation at Break (%)	ASTM D6381V			
- Machine Direction	Modification	960%	960%	960%
- Transversal Direction	NSF-54/91	990%	990%	990%
Modulus of Elasticity (N/mm ²)				
- Machine Direction	ASTM D882	140	140	140
- Transversal Direction		88	88	88
Puncture Resistance (N)	FTMS101/2065	195	255	200
Tear Resistance (N)				
- Machine Direction	ASTM D1004C	58	70	70
- Transversal Direction		59	70	70
Stress Crack Resistance (hrs)	ASTM D1693	>1500	>1500	>1500
Oxidative Induction Time (min)	ASTM D3895	> 2000	> 100	> 100

*Our products are produced according to the relative regulations of ISO 9001.
Optical and mechanical properties in this document are measured values of randomly selected production samples and are therefore not a guaranteed specification.*

3. Datablad geotekstil

BG-TEX Geotekstiler

Non-woven nålebundet og termisk overfladebehandlet geotekstil fremstillet af sort polypropylen til anvendelse som separation, filtrering, beskyttelse og dræning.

Tekniske data

Vægtklasser: fra 90 – 160 kg/m²

Vægtklasser: fra 300-1200 kg/m² – se side 2

Materiale egenskaber	Test - metode	BG-TEX 90-NGS1	BG-TEX 135-NGS2	BG-TEX 190-NGS3	BG-TEX 260-NGS4	BG-TEX 365-NGS5	BG-TEX 110	BG-TEX 150	BG-TEX 160
Råvare		Polypropylen	Polypropylen	Polypropylen	Polypropylen	Polypropylen	Polypropylen	Polypropylen	Polypropylen
Vægt (g/m ²)	EN ISO 9864	90	140	200	260	365	110	150	160
Trækstyrke (kN/m) langs / tværs	EN ISO 10319	6,7 / 6,7	11,2 / 11,2	16,7 / 16,7	22,3 / 22,3	29 / 29	9 / 9	12 / 12	13 / 13
Deformation (%)	EN ISO 10319	40/45	45/45	45/45	45/45	45/50	45/45	45/50	45/50
CBR-Test (kN)	EN ISO 12236	0,9	1,8	2,8	3,5	5	1,5	2	2,2
Dyn. perforeringsprøvning (mm)	EN ISO 13433	35	30	22	17	10	32	23	22
Permeabilitet v/50 mm (m/s)	EN ISO 11058	0,1	0,01	0,08	0,5	0,03	0,1	0,08	0,08
Porestørrelse (mm)	EN 918	0,125	0,09	0,08	0,08	0,07	0,09	0,08	0,08
Tykkelse under 2 kPa (mm)	EN ISO 9863-1	0,8	1,0	1,2	1,5	1,8	0,9	1,0	1,1
Minimum levetid*	Annex B	≥25	≥25	≥25	≥25	≥25	≥25	≥25	≥25
Maks. tid inden tildækning (uger)	EN 12224	2	2	2	2	2	2	2	2
Fysiske egenskaber									
Rullebredde (m)		1 / 2,5/4/5/6,5	2,5/4/5/6,5	4/5/6,5	5/6,5	5/6,5	2,5/4/5/6,5	4/5/6,5	4/5/6,5
Rullelængde (m)		100	100	100	100	100	100	100	100
Rullediameter (ca. m)		0,3	0,35	0,35	0,40	0,48	0,3	0,4	0,42
Rullevægt v/ 5,0 m (ca. kg)		55	70	100	135	178	80	80	85
Emballering		Sort folie med ID	Sort folie med ID	Sort folie med ID	Sort folie med ID	Sort folie med ID	Sort folie med ID	Sort folie med ID	Sort folie med ID

BG-TEX Geotekstiler skal afdækkes inden 14 dage fra udlægning. BG-TEX er CE-mærket jf. 0799-CPD-81.

Ovennævnte data angives som gennemsnitsværdier der løbende måles i forbindelse med produktionen af uafhængige testinstitutter. Informationerne er i øvrigt omfattet af Byggros A/S' gældende salgs- og leveringsbetingelser, hvortil der henvises.

4. Strømstyrkeberegning Hornsyld Klimavarme

For at beregne strømstyrke der skal kunne leveres til de forskellige pumper, skal der tages hensyn til følgende komponenter:

- Der projekteres med Ebara spildevandspumper, type DW150. Tre faset pumpe, 3 x 400 V og har en effekt på 1,55 kW. Det giver 1550 Watt/ 400 Volt = 3,9 Ampere (amp.). Der skal bruges 3 stk. ved anlægget: 2 stk. i fase 1 og 1 senere i fase 2. Dvs. 3 x 3,9 amp = **11,7 amp.** Vedlagt skema fra pumpernes leverandør:

DW											
Type pumps		Power		Capacitor		Input Power		Full load current		Locked rotor current	
Single Phase	Three Phase	[kW]	[HP]	Single Phase	Three Phase	Single Phase	Three Phase	Single Phase	Three Phase	Single Phase	Three Phase
230 V	400 V			[µF]	Vc [V]	[kW]	[kW]	[A]	[A]	[A]	[A]
50 Hz	50 Hz					Single Phase	Three Phase	Single Phase	Three Phase	Single Phase	Three Phase
75 M	75	0.55	0.75	20	450	0.9	0.85	3.9	1.5	17	8.5
100 M	100	0.75	1	25	450	1.28	1.19	5.9	2.1	26	14.2
150 M	150	1.1	1.5	31.5	450	1.57	1.55	7.3	2.8	35	24.2
-	200	1.5	2	-	-	-	2.08	-	3.8	-	30
-	300	2.2	3	-	-	-	2.9	-	5.0	-	45

- udover spildevandspumper anvendes der også nogle mindre belufter/ kompressorer ved anlægget. Der vælges 2 mindre kompressorer per bassin, type JDK 400, da de genererer mindre støj end 1 stor. I 1. fase monteres der 2 x 2 kompressorer og i fase 2 monteres der yderligere 2 stk. ved det 3. bassin. Dvs. 6 kompressorer i alt. Hver kompressor kører på 230V og har en effekt på ca. 360 W. Det svarer til $360/230 = 1,6$ Amp. For 6 stk. betyder det så afrundet: **9,4 amp.** Vedlagt skema fra kompressorens leverandør:

Technische Daten / Technical data

Modell / Model		JDK-300	JDK-400	JDK-500	
Volumenstrom ¹⁾ / Air flow ¹⁾	l/min	0 mbar	525	600	700
		50 mbar	480	560	655
		100 mbar	430	510	600
		150 mbar	375	460	545
		200 mbar	300	400	500
Spannung ²⁾ / Voltage ²⁾	VAC		230		
Leistungsaufnahme / Power consumption	W	200 mbar	230	360	450
Geräuschpegel / Noise level	dB(A)		52	54	58
Abmessungen / Dimensions	mm	L x B x H L x W x H	335 x 240 x 238.5		
Schlauchanschluss / Connection	mm	Ø außen Ø outside	27		
Nettogewicht / Net weight	kg		18		

¹⁾ Die tatsächliche Leistung kann bis zu +/- 10% von den Angaben abweichen
²⁾ Werte bei 50 Hz

¹⁾ Product performance may vary +/- 10% from performance curves
²⁾ Values at 50 Hz

- Konklusion er så at der skal bruges minimum $11,7 + 9,4 = 21,1$ amp.

Bilag 5. Renseresultater Tjørnelunde, 180 PE, 2014-2018

Vedlagt renseresultater fra et beplantet filter med beluftning til rensning af fælles spildevand. Anlægget er dimensioneret til 180 PE og håndterer både spildevand fra 36 husstande samt regnvand fra et opland fra 8,7 ha. Anlægget er bygget for Kalundborg Forsyning (sept'14).

	N-NH4 (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	SS (mg/l)
Krav	2	75	10	30
2014	0,02	17,9	1,85	1,9
2015	0,26	19,1	1,13	1,0
2016	0,45	15,3	0,78	1,5
2017	0,05	16,8	1,17	4,19
2018	0,02	21	0,5	3

Kilde: Kalundborg Forsyning, afløbskontrol



Billede af anlægget

Bilag 6. Renseresultater 'Frisøren', 10 PE, 2015 -2018

Vedlagt renseresultater samt foto fra et beplantet filter med beluftning til rensning af både husspildevand og spildevand fra en frisørsalon. Anlægget er dimensioneret til 10 PE. Anlægget er bygget for en privat person (december'14).

Renseresultater 2015-2018

Beplantet filteranlæg med aktiv beluftning ved Frisøren, Silkeborg Kommune



Parameter	Grænse-værdi		Analyse-resultater			
	Drikke-vand	Renset spildevand inden nedsivning	3 måneder efter etablering 2015	1 år efter etablering 2016	2 år efter etablering 2017	3 år efter etablering 2018
Anioniske detergenter	100 µg/l	1.000 µg/l	0,10 µg/l	-	-	
<u>Fenoler:</u>						
Sum af octylfenol og nonylfenol	20 µg/l	20 µg/l	<10 µg/l	-	-	
Fenol	0,5 µg/l	1.000 µg/l	<0,1 µg/l	-	-	
Ftalat (DEP)	1 µg/l	100 µg/l	<1 µg/l	-	-	
<u>SOP renskrav:</u>						
COD		75 mg/l	32 mg/l	12 mg/l	15mg/l	9 mg/l
NH3 + NH4 - N		5 mg/l	<0,02 mg/l	0,006 mg/l	0,036 mg/l	0,006 mg/l
Total fosfor	0,15 mg/l	1,5 mg/l	Opfyldes af nedsivning	Opfyldes af nedsivning	Opfyldes af nedsivning	Opfyldes af nedsivning



Billede af anlægget