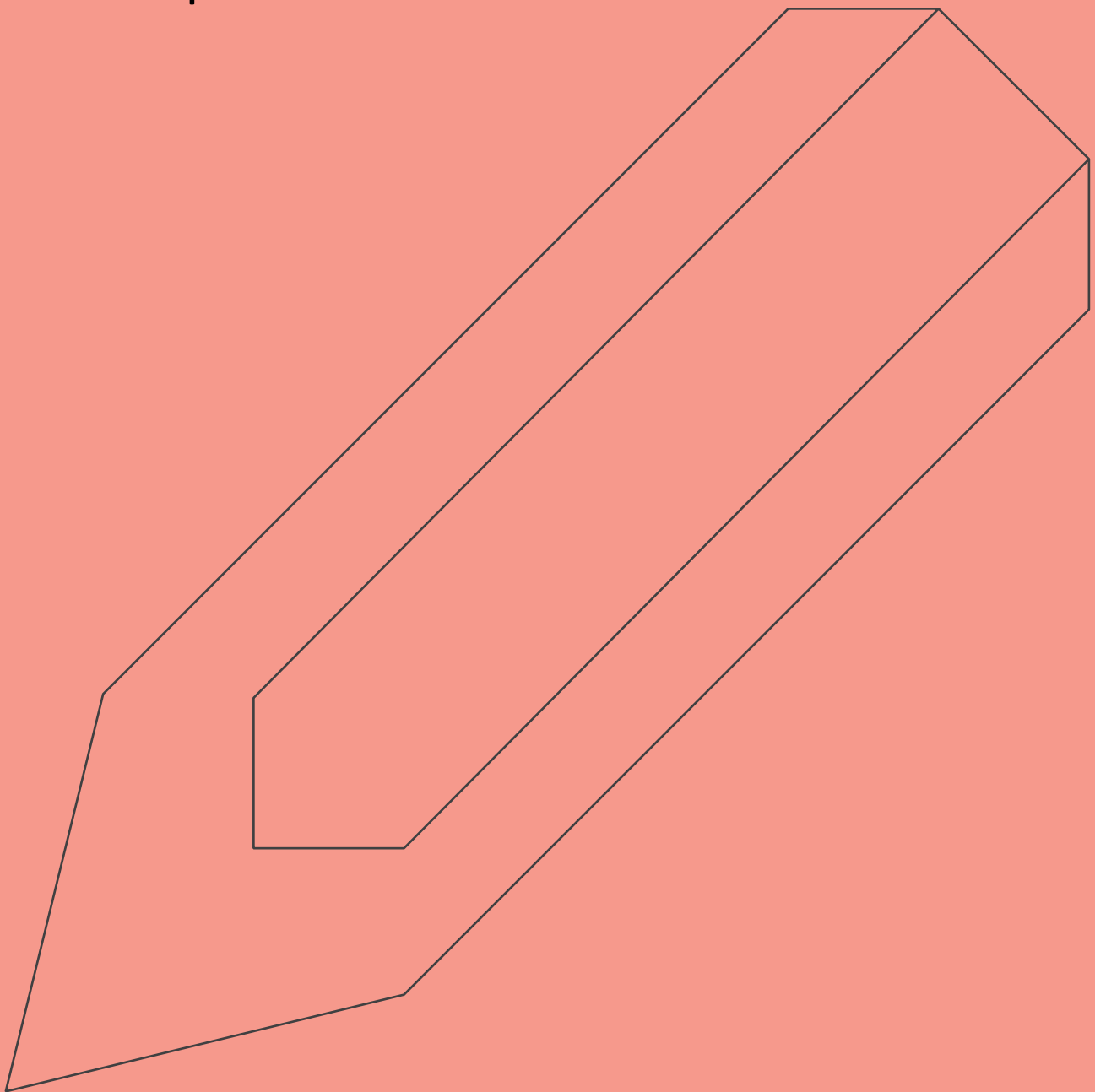


Bring ideas to life
VIA University College

Rapport for

VARMEGENVINDING

hos Danpo



INDHOLD

1	Indledning	3
1.1	Konklusion / resume	3

2	Spildevandsanlægget	4
2.1	Profil for spildevandet	4

3	Varmebehov	5
3.1	Profil for varmebehov	5

4	Varmepumpeanlæg	6
4.1	Varmepumpe	6
4.2	Veksler på spildevandssiden	6
4.3	Buffertank	6

5	Resultater	7
5.1	Sammenfald mellem varmebehov og spildvarme	7
5.2	Økonomi	7

6	Bilag	8
6.1	Detaljer om spildevand	8
6.2	Detaljer om varmpumpe	10
6.3	Detaljer om veksleranlæg og CIP rensning	11
6.4	Detaljer om særlige forhold	11

Dato: 17. april 2018

Journalnr.: ELFORSK 248-033

Projekt: Guide til
varmegenvinding fra industrielle
rensningsanlæg.

Ref.: Bilag 8 DANPO
varmegenvindingsrapport

Forfatter: Jonas Lassen, Verdo

Varmegenvinding fra spildevand

1 Indledning

Denne rapport tager udgangspunkt i resultater og erfaringer fra ELFORSK projekt nr. 248-033, *Guide til varmegenvinding fra industrielle rensningsanlæg*. Det vil sige at bag rapporten ligger en analyse, som sikrer en effektiv spildevandsrensning med optimal varmegenvinding.

Virksomhed: Danpo i Aars
Rådgiver: Aqua Service & Verdo Energirådgivning

1.1 Konklusion / resume

På baggrund af rensaneanlæggets opbygning og de afledte mængder spildevand på timeværdier over året, er der beregnet et muligt varmegenvindingspotentiale på 10.516 MWh pr år.

Da der er en forskydning mellem spildvarme og varmebehov, er det beregnet, at Danpo med en varmepumpe kan dække 83% af behovet for procesvarmen til vaskevand internt på virksomheden.

Med de givne forudsætninger vil der efter fem år være et overskud på 1.091.000 kr.

Da Danpo leverer en betydelig mængde spildevand til det relativt lille kommunale rensaneanlæg, anbefales det at indgå dialog med kommunen omkring udledningstemperaturen.

2 Spildevandsanlægget

Danpo slagter og forædler kylling og behandler kun virksomhedens spildevand med mekanisk rensning i form af tromlesier, inden spildevandet ledes til den kommunale kloak.

Temperaturer ved 20 °C er acceptable for tromlesier og fedtfang ift. rensning. Et varmeudtag bør udføres efter fedtfang.

Som det fremgår af spildevandsanalysen, er fedtindholdet relativt højt efter passage af det eksisterende fedtfang, hvorfor denne bør udskiftes/optimeres inden varmegenvinding etableres.

2.1 Profil for spildevandet

Efter buffertanken er der målt nedenstående temperaturer og flow:

Mængde				Målt temperatur		Acceptabel temperatur	
Dagsmiddel	Time max.	Dags max.	Årlig	Sommer	Vinter	Sommer	Vinter
[m ³ /dag]	[m ³ /time]	[m ³ /dag]	[m ³ /år]	[° C]	[° C]	[° C]	[° C]
1.750	100	2.000	455.000	20	20	5	5

Tabel 1 viser temperaturforhold for spildevand.

Produktionen er fra mandag til fredag, hvor der startes op kl. 02:00 og sluttes ved midnat med en pause mellem kl. 08:00 og 11:00. Det giver et samlet timetal på 5.250 timer ved 105 timer pr uge i 50 uger.

Flowet er beregnet som et gennemsnit ud fra 455.800 m³/år fordelt på 5.250 timer. Det giver et gennemsnit flow på **83 m³/h.**

Da der ikke er nogen buffer på spildevandet, svinger flow i spildevandsanlæg ud fra hvilke pumper der er med til at holde niveauet i niveautank inde i fabrikken.

Med en varmeyfælde på 4,19 kJ/kg °K og en afkøling til 5° C bliver den gennemsnitlige effekt i spildevandet **1.449 kW.** Den årlige energimængde i spildevandet er **8.060.000 kWh.**



Figur 1 viser dagsprofil af muligt varmegenvindingspotentiale.

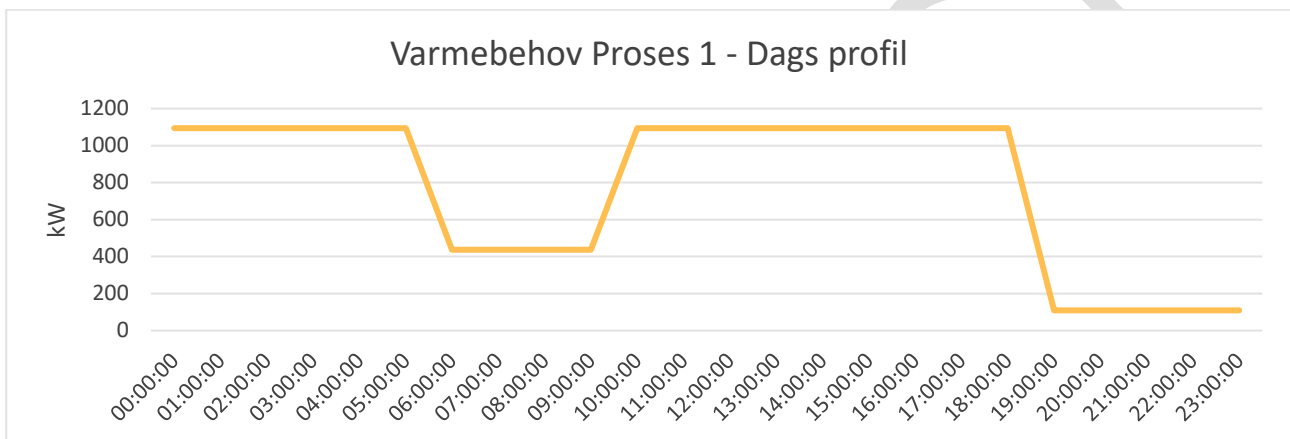
Med varmepumpe er effekt i varmekilden **1.788 kW** og en årlig varme mængde på **10.517.000 kWh.**

3 Varmebehov

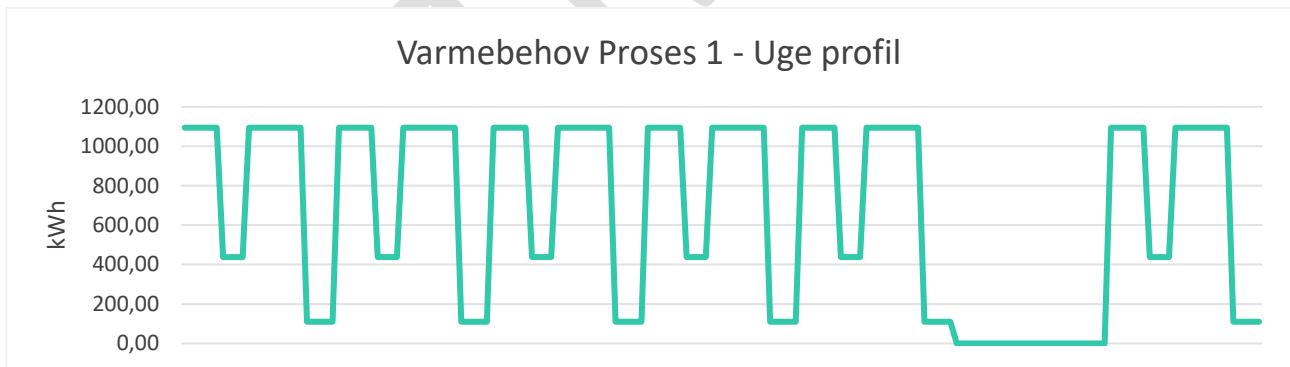
3.1 Profil for varmebehov

Der er et stort varmebehov for rengøring. Der bruges ca. 20 m³/h opvarmet til 55° C. Der er forbrug fra midnat til kl. 05:00 og igen fra kl. 10:00 til 18:00. Lørdag er der ikke noget varmebehov til rengøring. Det giver et årligt varmebehov på ca. 5.856.000 kWh.

Varmebehovs profilen ses i nedenstående figur.



Figur 2 viser dagsprofil for varmebehovet.



Figur 3 viser ugeprofil for varmebehovet.

4 Varmepumpeanlæg

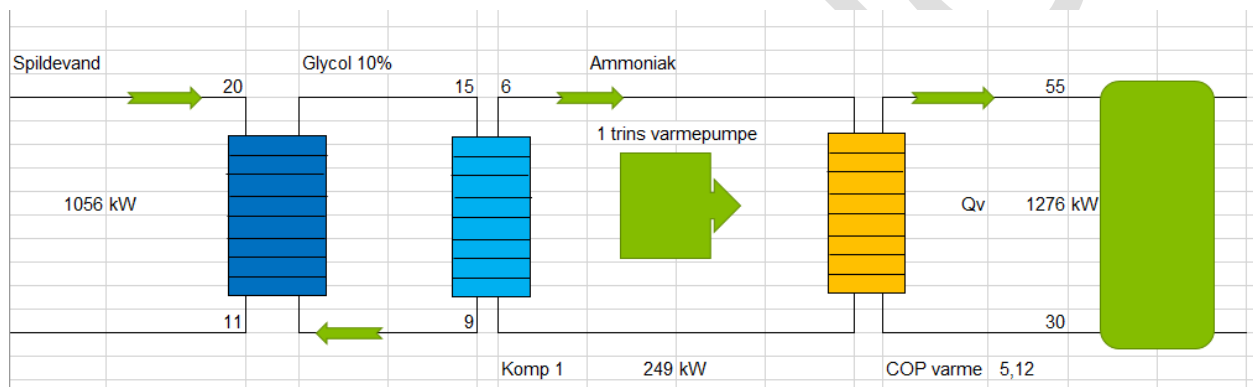
Da der er lidt mere varme i spildevandet end der er behov for, kan suetryk på varmepumpe hæves lidt. Ved en afkøling til 11° C er der stadig ca. 6.008.000 kWh spildvarme om året ved 55° C.

4.1 Varmepumpe

Med disse konditioner forslås en et-trins ammoniak varmepumpe anlæg bestående af:

1. Veksler for køling af spildevand fra 20 til 11° C, med glykol på kølesiden.
2. Tilknytte anlæg for rengøring af veksler på spildevandssiden.
3. Fordamper til afkøling af glykol
4. Højtrykskompressor
5. Kondensator med overhedningsfjerner og væskeunderkøler
6. Buffertank

En indledende beregning i COMP1 kompressorprogram fra Johnson Controls viser en COP varme på 5,12
Se afsnit 6.2 med beregning.



Figur 4 viser forslag til anlægs setup med data.

Årlig varmeydelse = 4.859.000 kWh
Årligt elforbrug = 948.000 kWh

4.2 Veksler på spildevandssiden

Det forslås, at der etableres en mellemkreds på afkølingssiden, så spildevandet ikke kommer direkte ind i varmepumpend veksler. Det må forventes, at veksleren på spildevands siden skal renses med jævne mellemrum. Som nævnt i bilag 5 i hovedrapporten, om spildevandsanlægget, er det eksisterende fedtfang ikke effektivt nok til at fjerne fedt og skal derfor bygges om.

4.3 Buffertank

For at udjævne forskellen mellem varmekilde og varmebehov forslås en buffertank på 42 m³.

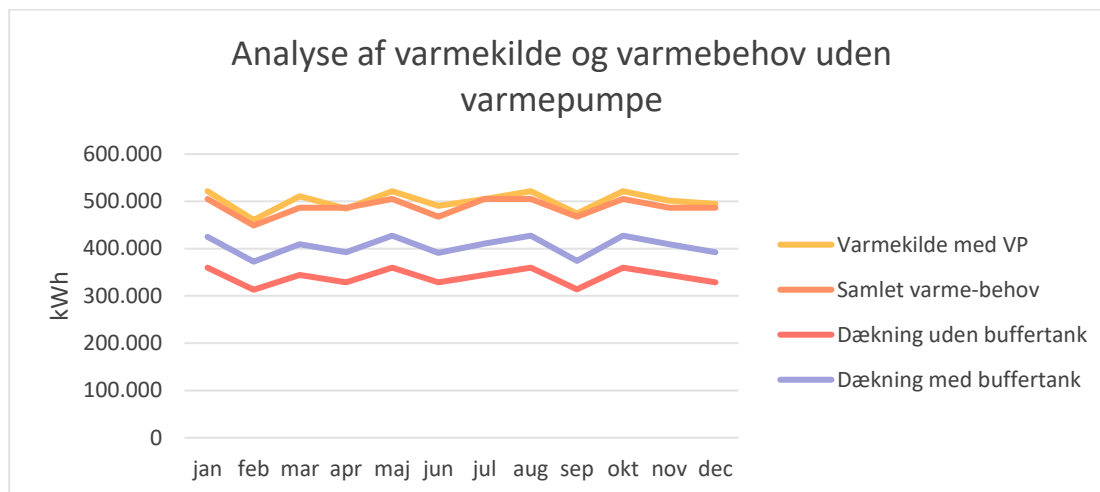
Mulig varmelevering uden buffertank = 4.086.000 kWh
Mulig varmelevering med buffertank = 4.859.000 kWh

5 Resultater

De nedenstående afsnit viser de foreløbige resultater for analysen.

5.1 Sammenfald mellem varmebehov og spildvarme

Som det ses i nedenstående figur, kommer spildevandsanlægget til at levere varme hele året rundt.



Figur 5 viser varmepotentiale og varmebehov uden varmepumpe

5.2 Økonomi

De nedenstående afsnit viser resultater for analysen. Der er regnet med en gaspris på 0,25 kr. pr kWh.

Etableringsomkostninger		
Varmepumpe		3.000.000
Bygnings indretning		100.000
Veksleranlæg, buffertank		500.000
Diverse		50.000
SUM		3.650.000
Energtilskud	0,30	1.173.324
Etablering efter tilskud		2.476.676

Tabel 2 viser etableringsomkostninger.

Driftsbudget		2019	2020	2021	2022	2023
Sparet energiomkostning		1.214.821	1.214.821	1.214.821	1.214.821	1.214.821
Drift omk. Kr./ MWh	15,00	- 72.889	- 72.889	- 72.889	- 72.889	- 72.889
Udgifter til el		- 561.756	- 473.569	- 413.416	- 413.416	- 279.720
Overskudsvarmeafgift	-	-	-	-	-	-
Årligt overskud		580.176	668.362	728.515	728.515	862.212
Akkumuleret overskud		- 1.896.500	- 1.228.138	- 499.623	228.893	1.091.104

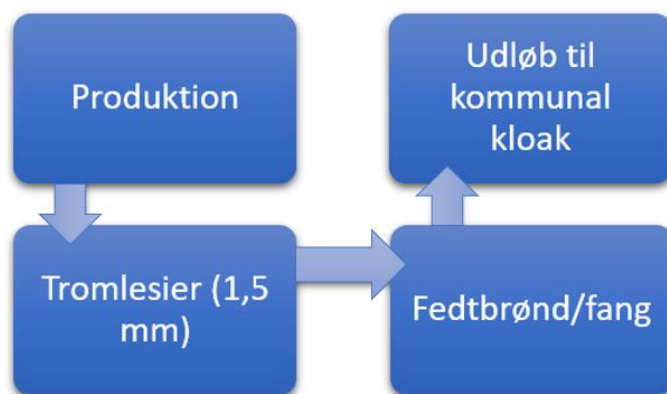
Tabel 3 viser økonomiske resultater af analysen.

Overskudsvarmeafgift er ikke medregnet, da der er dannet præcedens for, at denne ikke skal betales, når der genvindes varme fra spildevand.

6 Bilag

6.1 Detaljer om spildevand

Danpo slagter og forædler kylling og behandler kun virksomhedens spildevand med mekanisk rensning i form af tromlesier, inden spildevandet ledes til den kommunale kloak. Rensningsanlægget kan ses på nedenstående flowdiagram (Figur 6):



Figur 6 viser flowdiagram over rensningsanlægget hos Danpo.

Middelværdier for vandkarakteristik af spildevandet ses i Tabel 4.

Vandmængde (middelværdi): ca. 2000 m³/dag

Spildevandets temperatur gennem processen er ca. 20 °C.

SS [mg/L]	Fedt+olie [mg/L]
1000-1400	520-670

Tabel 4 viser vandkarakteristik efter fedtfang (Analytech).

Anbefalet varmeudtag


Temperaturer ved 20 °C er acceptable for tromlesier og fedtfang ift. rensning. Et varmeudtag bør udføres efter fedtfang, som vist på nedenstående Figur 7. Som det fremgår af ovenstående tabel xx er fedtindholdet relativt højt efter passage af det eksisterende fedtfang, hvorfor denne bør udskiftes/optimeres inden varmegenvinding etableres. Da Danpo leverer en betydelig mængde spildevand til det relativt lille kommunale renseanlæg, anbefales det at indgå dialog med kommunen omkring udledningstemperaturen.



Figur 7 viser luftfoto over Danpo produktionsfabrik

I Danpo's tilfælde, hvor der kun er mekanisk rensning, er det anbefalet varmeudtaget placeret i forhold til vandkarakteristik. Da spildevandstemperaturen forbliver ca. 20 °C igennem rensningen, er der ingen umiddelbar fordel ved at udtage varmen lige efter produktionen. Ved at vente med at udtage varmen til efter fedtfanget, kan det i større grad undgås, at der kommer fedtaflejringer i varmeveksleren, og derfor er dette sted værd at foretrække, frem for tidligere i rensningen. Et problem kan dog være at fedtfanget er placeret uden for fabrikken (se Figur 7), og derfor kræver det længere rør at transportere varmen derhen, hvor den skal bruges. I Tabel 4 ses det dog, at fedtaflejringer ikke helt er uundgåeligt efter fedtfang, men dette kan forhindres ved at forbedre det nuværende fedtfang.

6.2 Detaljer om varmepumpe

	Sabroe		
	Refrigeration Plant Computation		
Version 26.70			
File : Danpo	Ref : JOLA	Page : 1	
Date : 2018/06/11	Time : 15.35.50		
User : GENERIC USER LEVEL 4	Print : MIE ver. 9.11.16299.0		
Prog : COMP1/409901			
SINGLE STAGE COMPRESSOR			
compressor type	HPC 106 S	refrigerant	R 717
number of compressors	3.00	evaporating temperature	5.6 deg.C
compressor load	100.0 %	condensing temperature	55.0 deg.C
drive shaft speed	1470.0 RPM (list)	total suction superheat	0.0 K
no. of working cylinders:	18	suction line superheat	0.0 K
drive type	direct	total liquid subcooling	40.0 K
suction line loss	0.5 K	condenser liquid subcooling	40.0 K
discharge line loss	0.0 K		
total cooling capacity	1056.4 kW	total shaft power req.	248.7 kW
		drive shaft torque	538. Nm
total heating capacity	1276. kW	cooling cap./shaft power ratio	4.25
		cooling cap./line power ratio	4.05
PLANT DATA - HPC 106S			
plant load percentage	100.0 %		
plant cooling capacity	1056.4 kW		
plant heating capacity	1276.3 kW		
totalt shaft power consumption	248.7 kW		
total line power consumption	0.0 kW		
shaft cooling power ratio	4.25		
shaft heating power ratio	5.13		
line cooling power ratio	0.00		
line heating power ratio	0.00		
errors and warnings:			

- 6.3 Detaljer om veksleranlæg og CIP rensning**
- 6.4 Detaljer om særlige forhold**

FORTROLIGT