OKTOBER 2024
BIOCIRC

RISIKOBEREGNINGER FOR BIOCIRC JAMMERBUGT GO GREEN

RISIKOBEREGNINGER

COWI

ADRESSE COWI A/S
Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

TLF +45 56 40 00 00
FAX +45 56 40 99 99
WWW cowi.dk

OKTOBER 2024
BIOCIRC

RISIKOBEREGNINGER FOR BIOCIRC JAMMERBUGT GO GREEN

RISIKOBEREGNINGER

PROJEKTNR.	DOKUMENTNR.
A273022	A273022.2

VERSION	UDGIVELSESDATO	BESKRIVELSE	UDARBEJDET	KONTROLLERET	GODKENDT
1.0	30.10.2024		ISAB	MAVL	FPN

INDHOLD

1	Introduktion	7
1.1	Risikoindikatorer	8
2	Opbygning af anlæg og uheldsscenarier	10
2.1	Vejrlig	16
2.2	Personophold	18
3	Resultater	19
3.1	Stedbunden risiko	19
3.2	Samfundsmæssig risiko	20
4	Konklusion	21
5	Kildeliste	22

1 Introduktion

Denne rapport beskæftiger sig med risikoberegninger for BioCirc biogasanlæg Jammerbugt go Green fase 1 der skal modtage, behandle og omdanne organisk affald til biogas, opgradering af biogas samt et anlæg til opsamling og rensning af kuldioxid (CC).

Formålet med beregningerne er at eftervise, at anlægget ikke udgør en betydelig risiko for personer, der bor, arbejder eller af andre årsager opholder sig nær anlægget. Dette gøres ved beregning af risikoindikatorer, maksimal konsekvensafstand, stedbunden risiko og samfundsmæssig risiko, og ved at sammenholde resultaterne med myndighedernes acceptkriterier for disse indikatorer, som opstillet i Risikohåndbogen fra Miljøstyrelsen [1].

Beregningerne tager udgangspunkt i en række uheldsscenarier med større udslip af farlige stoffer omfattet af risikobekendtgørelsen, der potentielt kan være til fare for omgivelserne. Konsekvenser for uheld bestemmes som afstande til afskæringskriterier for konsekvenser defineret iht. Risikohåndbogen fra Miljøstyrelsen [1]. Konsekvenser for uheld kan være brand (varmestråling fra jet eller pølbrand), eksplosion (eksplosionsovertryk), brandfarlig gas (gasskybrand) og forgiftning.

Risiko forstås som produktet af konsekvens og frekvens og beskrives ved bestemmelse af risikoindikatorer. Scenarier for uheld og frekvenser for uheld er generelt udledt ud fra BEVI [2], som er en Hollandsk referencemanual for risikovurdering/QRA. BEVI opstiller scenarier med tilhørende frekvenser for procesanlæg på enhedsniveau (reaktorer, kompressorer, pumper mv.) og anses som velegnet til risikovurdering af anlægget med det forhåndenværende detaljeringsniveau.

Beregningerne er gennemført med programpakken SAFETI vers. 9.0 udviklet af DNV. SAFETI indeholder modeller for konsekvensberegninger for udslip af farlige stoffer og for bestemmelse af effekten på mennesker i form af beregning af dødsfaldsrisiko.

1.1 Risikoindikatorer

Hovedresultatet af denne rapport er beregning og vurdering af risikoindikatorer. De anvendte risikoindikatorer er:

- Stedbunden individuel risiko (isorisikokurver)
- Samfundsmæssig risiko (FN-kurver)

1.1.1 Stedbunden risiko

Den stedbundne risiko betegner risikoen for, at en person som befinder sig uafbrudt og ubeskyttet på et bestemt sted, dør på grund af et uheld på virksomheden. Den stedbundne risiko beskriver den geografiske fordeling af virksomhedens risiko. Den vises ved hjælp af iso-risikokurver, der viser forskellige foruddefinerede risikoniveauer (fx. 10^{-6} per år), og er uafhængig af, om der er personer eller beboelse til stede. Stedbunden risiko anvendes til at vurdere om enkeltindivider bliver udsat for mere end en acceptabel risiko på de steder, hvor de kan opholde sig (fx hvor de bor eller arbejder). Den giver ikke i sig selv information om forventet tab af liv. Den adskiller heller ikke, om det er ansatte eller den almene befolkning, som bliver eksponeret.

I henhold til Risikohåndbogen [1] anses stedbunden risiko som acceptabel hvis:

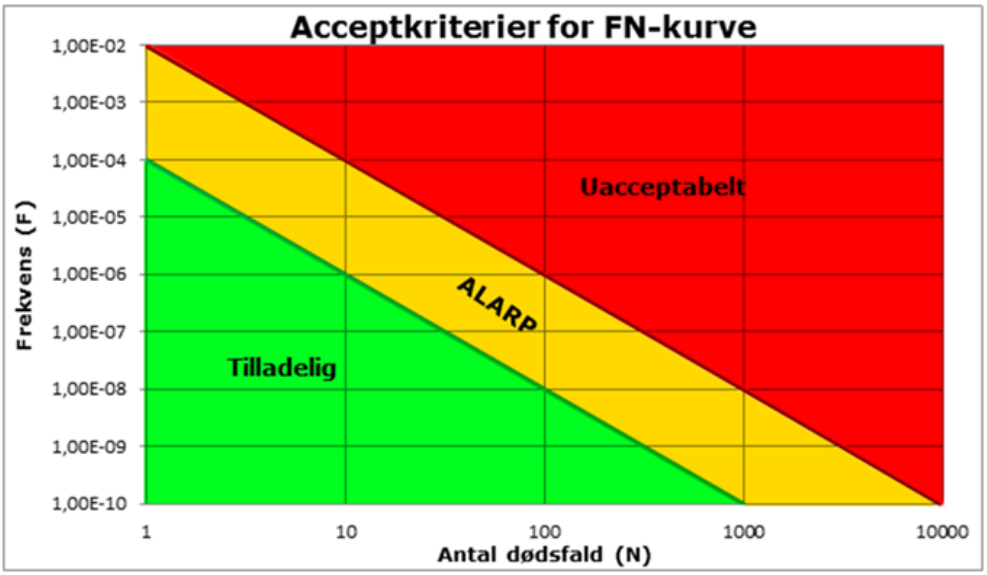
- Virksomheden selv har fuld råderet over området indenfor kurven for stedbunden individuel risiko på $1 \cdot 10^{-5}$ pr. år
- Der i området indenfor kurven for stedbunden individuel risiko på $1 \cdot 10^{-6}$ pr. år ikke findes eller er planlagt (i lokalplan eller byplanvedtægt) følsom arealanvendelse i form af boliger eller anden følsom arealanvendelse i form af kontorer, forretninger, institutioner, hoteller med overnatning eller steder, hvor der jævnligt opholder sig mennesker (f.eks. banegårde, indkøbscentre, større parkeringsanlæg og idrætsanlæg).
- Der i området indenfor den maksimale konsekvensafstand ikke findes institutioner, der indgår i det offentlige beredskab (hospitaler, brand- og politistationer), eller institutioner med svært evakuerbare personer, og acceptkriteriet for den samfundsmæssige risiko i øvrigt er opfyldt.

1.1.2 Samfundsmæssig risiko

Samfundsrisiko udtrykker risikoen for at en gruppe mennesker på én gang bliver udsat for konsekvenserne af et uheld. Dette udtrykkes som relation mellem uheldets forventede hyppighed og det antal mennesker, som omkommer (eller bliver skadet) som følge af uheldet, ved hjælp af den såkaldte FN-kurve. Her er F den (kumulative) hyppighed af et uheld med mere end N dødsfald. Resultatet giver udtryk for samfundets samlede og samtidige forventede tab. I beregningen af FN-kurven indgår sandsynligheden af en række uheldsscenarier samt en vurdering af, hvor mange mennesker, der kan blive udsat for konsekvenser ved disse scenarier, baseret på befolkningstæthed, arbejdspladser og lokal beskyttelse (indendørs eller udendørs ophold). I Danmark

indgår personer på selve risikovirksomheden per definition ikke i den samfundsmæssige risiko.

Den samfundsmæssige risiko afbildes sammen med acceptkriterier som kurver i et dobbelt-logaritmisk plot. Som udgangspunkt anvendes acceptkriterier fra Miljøprojekt 112 [3]. Plot med acceptkriterier gengives nedenfor.



Figur 1-1 Acceptkriterier for samfundsmæssig risiko i henhold til Miljøprojekt 112, gengivet fra Risikohåndbogen

Plottet for samfundsrisiko er inddelt i tre zoner, tilladelige, uacceptabel og ALARP. Hvis kurven for samfundsmæssig risiko ligger helt indenfor det tilladelige område er den samfundsmæssige risiko umiddelbart acceptabel.

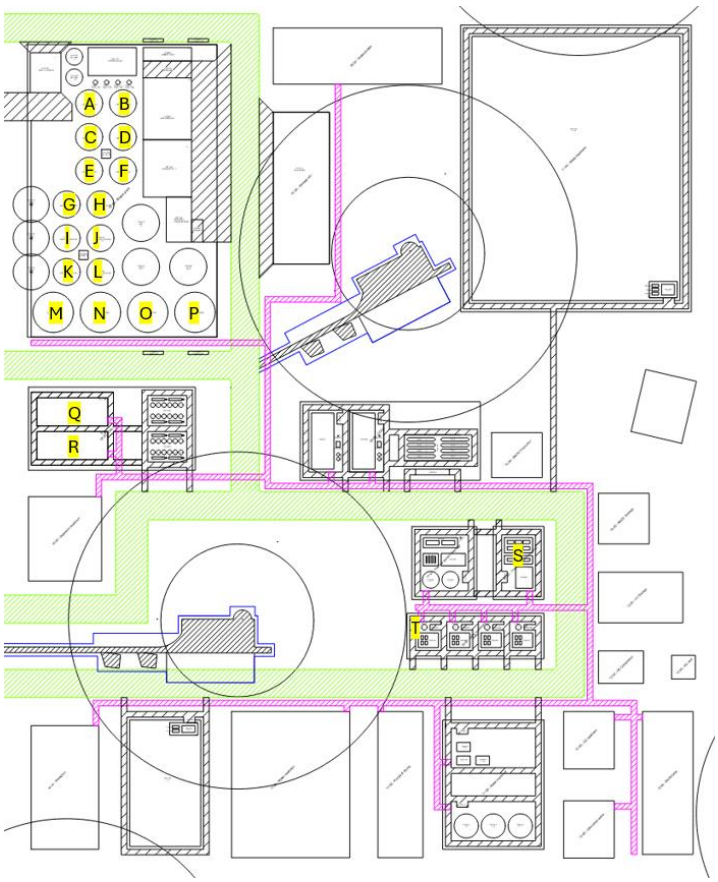
Hvis kurven for samfundsmæssigrisiko på noget tidspunkt i sit forløb når ind i det uacceptable område kan den ikke accepteres.

Området mellem acceptabel og uacceptabel risiko kaldes "ALARP"-området (As Low As Reasonably Practicable). Det betyder, at her skal risiko nedbringes til et niveau, der er så lavt som rimeligt praktisk muligt.

Personophold omkring anlægget er centralt input til beregning af samfundsmæssig risiko. Beregning af samfundsmæssig risiko forudsætter derfor en kortlægning af befolkningen og dennes aktiviteter omkring anlægget. Befolkningen bør som udgangspunkt kortlægges indenfor maksimal konsekvensafstand. I praksis er personophold nær periferien af maksimal konsekvensafstand ofte kun af lille betydning for beregningsresultatet.

2 Opbygning af anlæg og uheldsscenarier

Opbygningen af biogasanlægget og anlægget til kuldioxidopsamling (CC) indebærer flere risici. Biogasanlægget skal modtage og behandle store mængder organisk affald for at producere biogas, primært bestående af metan. Samtidig vil anlægget håndtere ammoniak, som bruges i køleanlæg, og ilt, som anvendes til vandbehandling. Uheldsscenarierne, der vurderes, inkluderer metanudslip, ammoniakudslip og iltudslip ved høje koncentrationer. Metanudslip kan føre til eksplosionsfare, hvor overtryk kan forårsage skade på mennesker og udstyr. Ammoniak, en giftig gas, kan spredes og skabe farlige koncentrationer. En forhøjet koncentration af ilt i atmosfæren kan markant øge risikoen for brande og alvorlige ulykker. Oxygenberigede miljøer gør materialer mere brændbare, hvilket øger sandsynligheden for hurtigere antændelse af både personer og udstyr. Ilt fungerer som en katalysator, der får brande til at sprede sig hurtigere og med større intensitet.



Figur 2 Placering af scenarier på biogasanlægget

Placering	Scenarier	Kommentar
A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, O, P	1, 2	Konservativt set anvendes scenarie 1 og 2 på disse 16 metan tanke. A-F Primær reaktorer G-L Sekundær reaktorer M-P Tertiær reaktorer
Q, R	3	2 udstyrsdele i gasbehandlingsdelen af biogasanlægget
S	4	1 ammoniakkølesystem i biogasanlægget

Placering	Scenarier	Kommentar
T	5	1 ilt tank i biogasanlægget

Tabel 1 Uheldsscenarier og frekvenser

Anlægsdel	**Gas**	**Sek-tion ID**	**Scenario**	**Tryk [barg]**	**Temperatur [°C]**	**Varighed [sec]**	**Basis frekvens per år**	**Antal [-]**	**Længde [m]**
Biogasan-læg	Metan	1	10 mm lækage	0,015	46	3600	1E-04	16	-
			10 minutters tømning			600	5E-06	16	-
			Pludselig brud			-	5E-06	16	-
Biogasan-læg	Metan	2	150 mm rørbrud	0,010	46	2300	3E-07	16	10
Behandling af gas	Metan	3	7,5 mm lækage	20	70	3600	1E-06	2	-
			75 mm rørbrud			140	5E-06	2	3
Køleanlæg	Ammo-niak	4	125 mm rørbrud	10,61	30	15	2,5E-04	1	10
Ilttank	Ilt	5	10 mm lækage	15	-145	3600	8E-05	1	-
			10 minutters tømning			600	2,2E-05	1	-
			Pludseligt brud			-	2,2E-05	1	-

Frekvenser for de enkelte uheldsscenarier udledes ved brug af BEVI-vejledningen [2]. Til ilt er der brugt en frekvensguide fra HSE [4].

2.1 Vejrlig

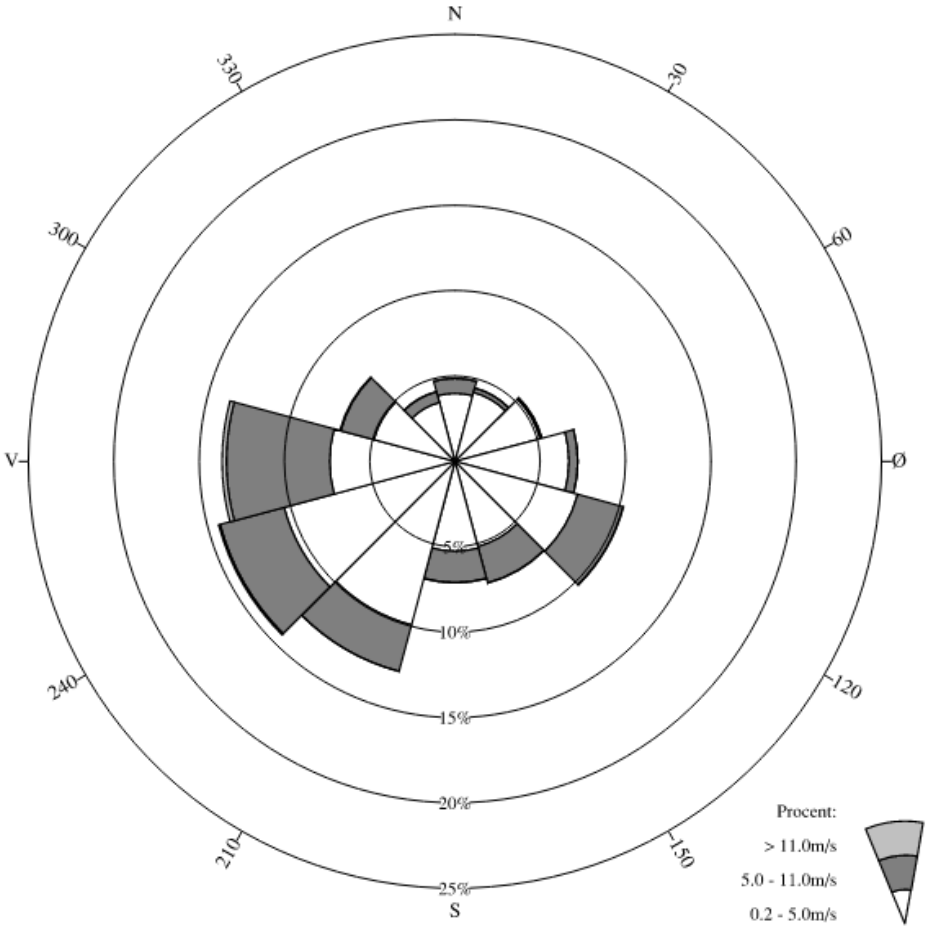
Beregningerne udføres for fire vejrtyper:

- vindhastighed 1,5 m/s, Pasquill stabilitetsklasse F
- vindhastighed 1,5 m/s, Pasquill stabilitetsklasse D
- vindhastighed 5 m/s, Pasquill stabilitetsklasse D
- vindhastighed 10 m/s, Pasquill stabilitetsklasse D

Pasquill stabilitetsklasse F er et ugunstigt vejrforhold med lille vertikal bevægelse i luften og dermed langsom opblanding af gas med luft. F-vejr optræder forholdsvist sjældent og da som oftest om natten, antaget 15 % af tiden. Pasquill stabilitetsklasse D er et typisk dansk vejrforhold, og det giver hurtigere opblanding med luften.

Ved alle vejrlig benyttes en omgivelsestemperatur på 10 °C. DMI var gennemsnits temperaturen i Danmark mellem 2011 og 2020 om-kring 9,1 °C. Der benyttes en vindrose for Tylstrup II fra DMI [5].

Station 20209
TYLSTRUP II
01-01-89 - 31-12-98



	N	30	60	Ø	120	150	S	210	240	V	300	330	Ialt
%	4.9	4.5	5.3	7.2	10.2	7.4	7.1	12.7	14.4	13.7	7.0	4.2	98.5
% 0.2-5.0m/s	4.0	4.2	5.2	6.7	7.4	5.2	5.3	9.9	10.4	7.3	4.9	3.6	74.1
% 5.0-11.0m/s	0.9	0.3	0.1	0.5	2.8	2.2	1.8	2.8	3.9	6.1	2.0	0.7	24.0
% > 11.0m/s	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.3	0.0	0.0	0.4
Middel hastighed	3.3	2.5	2.2	2.6	3.9	4.1	3.8	3.7	4.0	5.0	4.1	3.2	3.8
Største hastighed	12.0	9.5	7.2	9.5	12.2	12.4	11.5	12.5	14.3	17.0	14.4	13.9	17.0

Totalt antal observationer = 86427 Kilde: DMI
Vindstille defineret som hastighed <= 0.2m/s
Antal observationer med vindstille/varierende vind: 1292 = 1.5%

Figur 3 Vindrose for BioCirc Tylstrup fra DMI [5]

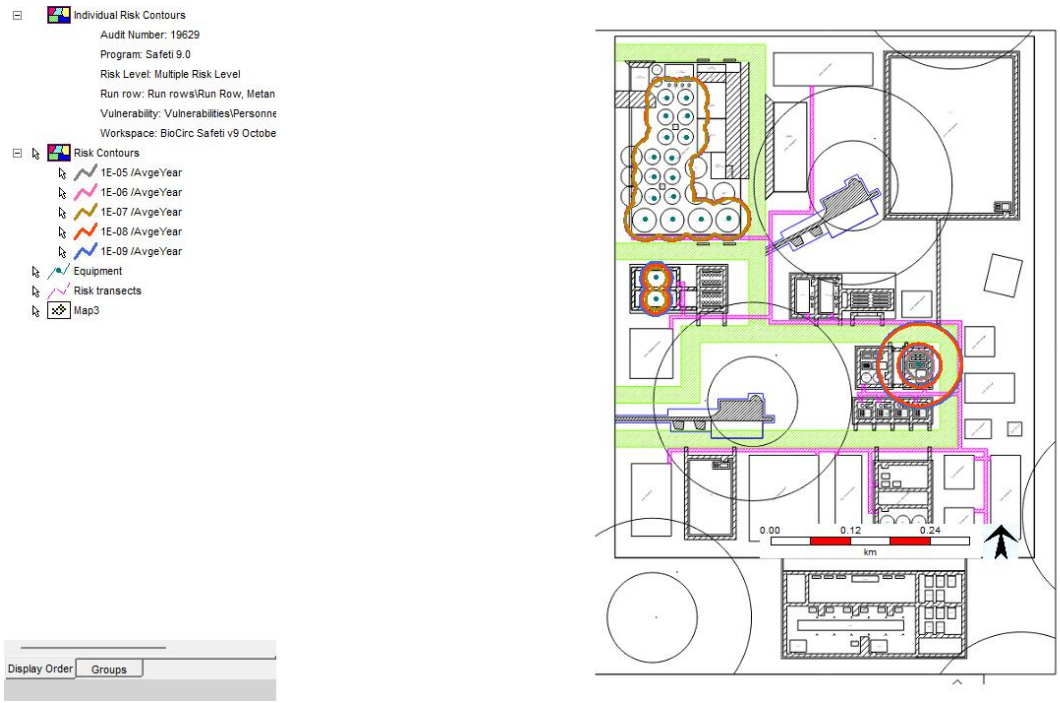
2.2 Personophold

Personophold er en central parameter ved beregning af samfundsmæssig risiko. Området omkring biogasanlægget i Aabybro er ubeboet, og der er ingen permanente opholdssteder inden for en radius af 600 meter fra anlægget. Det forventes heller ikke, at der i fremtiden vil blive etableret områder i nærheden af anlægget, hvor mennesker vil opholde sig regelmæssigt, som det eksempelvis ses ved boligområder eller rekreative arealer. Denne situation medfører, at risikoen for samfundsmæssig påvirkning i praksis er elimineret, og derfor er udarbejdelsen af FN-kurver på nuværende tidspunkt ikke relevant.

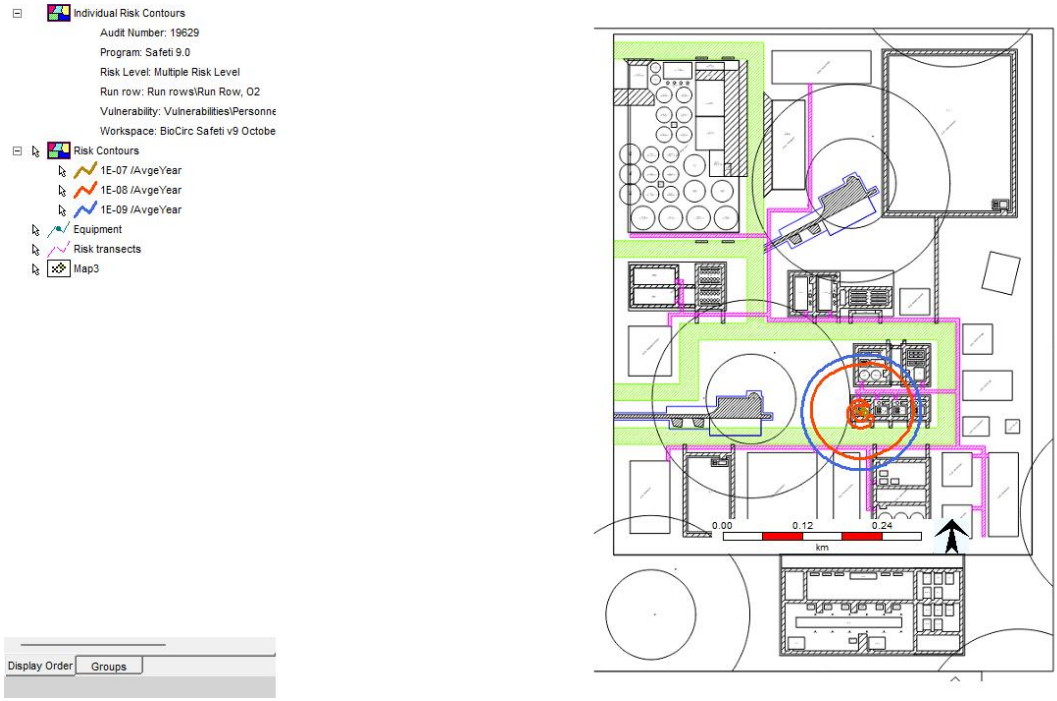
3 Resultater

3.1 Stedbunden risiko

Med forudsætninger nævnt i kapitel 2 er der foretaget beregning af stedbunden risiko fra biogasanlægget. Der er foretaget to beregninger, henholdsvis en beregning uden ilttank og en beregning for ilttanken (50% fyldning).



Figur 4 Stedbunden risiko, sektion 1 – 4 (uden O_2 tank)



Figur 5 Stedbunden risiko, sektion 5 (O_2 tank)

Den stedbunden risiko anses ikke for at være kritisk. Ingen af risikokonturerne strækker sig ud over områdets grænser og kommer tæt på følsomme arealanvendelser som f.eks. boligområder. Normalt kræves det, at den pågældende risikovirksomhed har ret til at optage områder inden for 10^{-5} per år-konturen, og 10^{-5} konturen i dette tilfælde strækker sig ikke ud over projektområdet.

3.2 Samfundsmæssig risiko

I denne rapport er der ikke udført en vurdering af samfundsmæssig risiko, da der ikke er nogen befolkning eller følsomme arealanvendelser inden for den maksimale konsekvensafstand fra biogasanlægget.

4 Konklusion

De udførte beregninger viser, at iso-risikokurverne ikke strækker sig ud over anlæggets grænser. Som konklusion kan det derfor fastslås, at det planlagte BioCirc biogasanlæg forventes at kunne opfylde de gængse acceptkriterier for risiko for denne type anlæg, uden at udgøre en væsentlig risiko for omgivelserne.

5 Kildeliste

[1] Miljøstyrelsen, »Risikohåndbogen,« december 2018. [Online]. Available: http://risikohaandbogen.mst.dk/.

[2] National Institute of Public Health and the Environment - Center for External Safety (RIVM), »Reference Manual Bevi Risk Assessment,« Bilthoven, Holland, Juli 2009.

[3] Miljøstyrelsen, »Kvantitative og kvalitative kriterier for risikoaccept,« Miljøministeriet, København, 1989.

[4] Health and Safety Executive (HSE), »Failure Rate and Event Data for use within Risk Assessments,« 2012.

[5] DMI, »Technical Report 99-13,« 1999.

[6] Miljøstyrelsen, »Risikohåndbogen,« oktober 2016. [Online]. Available: http://risikohaandbogen.mst.dk/. [Senest hentet eller vist den 26 oktober 2016].

[7] Centre for External Safety, »Reference Manual Bevi Risk Assessments,« National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Bilthoven, Holland, 2009.

[8] N. Duijm, »Acceptkriterier i Danmark og EU - Arbejdsrapport fra Miljøstyrelsen Nr. 8 2008,« 2008.

[9] D. M. INSTITUTE, *Observed Wind Speed and Direction in Denmark.*