



Client: Gren Latvija SIA

Project: Gren WtE pre-EPCM

Project number: 101032787-001



Contact person
Ismo Talka
Phone
+358 40 7606 380
Email
ismo.talka@afry.com

Date
20/04/2026
Project reference number
101032787-001

Report number
101032787-001-K001
Client
Gren Latvija SIA

Consequence analysis for 25% ammonia-water and natural gas leakages



Content

1 Introduction6

2 Legislative background6

3 Description of the dispersion modelling.....6

 3.1 Plant area6

 3.2 Properties of the chemicals7

 3.3 Weather conditions9

 3.4 Categorisation of dangers.....10

 3.5 Modelling software13

 3.6 Consequence analysis13

 3.7 Accident scenarios and results13

 3.7.1 Case 1. Ammonia-water leakage14

 3.7.2 Case 2. Natural gas leakage18

 3.7.3 Case 2. Natural gas leakage of TEC-2 gas pipelines20

4 Summary.....25

Appendix

Appendix 1. Author of the document

Figures and Tables

Figure 1. Plant area / Layout.....7

Table 1. Ammonia properties.8

Table 2. Methane properties.8

Figure 2. Wind rose of the Plant location.9

Table 4. Heat radiation effects and consequences.10

Table 5. More heat radiation effects and consequences.11

Table 6. Overpressure wave effects and consequences.11

Table 7. More overpressure related consequences.12

Table 8. Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs) and their effect on general population.12

Table 9. AEGL values for ammonia.....13

Table 10. Ammonia evaporation rates and total evaporation times for different wind velocities.14

Figure 3: Ammonia AEGL-related concentrations (AEGL-2 10 min: 220 ppm and AEGL-3 10 min: 2700 ppm) with 2 m/s wind.	14
Figure 4: Ammonia AEGL-related concentrations (AEGL-2 30 min: 220 ppm and AEGL-3 30 min: 1600 ppm) with 2 m/s wind.	15
Figure 5: Ammonia AEGL-related concentrations (AEGL-2: 10 min: 220 ppm and AEGL-3 10 min: 2700 ppm) with 5 m/s wind.	15
Figure 6: Ammonia AEGL-related concentrations (AEGL-2 30 min: 220 ppm and AEGL-3 30 min: 1600 ppm) with 5 m/s wind.	16
Table 11: Ammonia-water leakage AEGL-related concentrations (30 min: 220 ppm and 1600 ppm) with two different wind /stability classes (2F= stable with 2 m/s wind, 5F = neutral with 5 m/s wind)... ..	16
Figure 7: Probability of death due to ammonia dispersion (2 m/s wind).	16
Figure 8: Probability of death due to ammonia dispersion (5 m/s wind).	17
Table 12: Distances to 1 % lethality from ammonia release in different wind /stability classes (2F= stable with 2 m/s wind, 5F = neutral with 5 m/s wind).....	17
Figure 9: Distance (blue = 10 m) to 1 % lethality from ammonia release with 2 m/s wind. Smaller blue area is showing probability with one wind direction only (wind from west to east).....	17
Figure 10: Distance (green = 19 m) to 1 % lethality from ammonia release with 5 m/s wind. Smaller green area is showing probability with one wind direction only (wind from west to east).	18
Figure 11: Methane dispersion cloud as 100% lower flammability limit (44 000 ppm).....	18
Figure 12: Methane jet fire thermal radiation levels as side profile (2 m/s and 5 m/s wind).	19
Table 13: Jet fire thermal radiation distances with two different wind /stability classes (2F= stable with 2 m/s wind, 5F = neutral with 5 m/s wind).	19
Figure 13: Methane jet fire caused 1% probability of death distance (2 m/s and 5 m/s wind).	19
Figure 14: Methane jet fire caused 1% probability of death distance (2 m/s wind). Smaller blue circle is showing probability with one wind direction only (wind from west to east).	20
Figure 15: Methane explosion overpressure as distance from leakage (2 m/s and 5 m/s wind).	20
Figure 16: TEC-2 gas pipelines (red) and site and Gren Latvija SIA plant (yellow circle).	21
Figure 17: TEC-2 leakage related methane dispersion cloud as 100% lower flammability limit (44 000 ppm).	21
Figure 18: TEC-2 leakage related methane dispersion cloud as 100% lower flammability limit (44 000 ppm) seen above.....	21
Figure 19: TEC-2 leakage related methane jet fire thermal radiation levels as side profile (2 m/s and 5 m/s wind).	22
Figure 20: Jet fire thermal radiation distances (red = 8 kW/m ² , green = 5 kW/m ² and blue = 3 kW/m ²) with 2 m/s wind.	22



Table 14: Jet fire thermal radiation distances with two different wind /stability classes (2F= stable with 2 m/s wind, 5F = neutral with 5 m/s wind). 22

Figure 21: TEC-2 leakage related methane jet fire caused 1% probability of death distance (2 m/s and 5 m/s wind). 23

Figure 22: TEC-2 leakage related methane explosion overpressure as distance from leakage (2 m/s and 5 m/s wind). 23

Figure 23: TEC-2 leakage related methane explosion overpressure as distance from leakage (2 m/s wind) seen above. 24



Report History

Rev.	Date / Author	Date / Checked	Date / Approved	Date / Issued	Comments
Orig.	20/01/2026 I. Talka	23/01/2026 V. Ukkonen	29/01/2026 E-M. Lantta	13/02/2026 I. Talka	
1	25/02/2026 I. Talka	25/02/2026 V. Ukkonen	25/02/2026 E-M. Lantta	06/03/2026 I. Talka	Natural gas pressure 5 bar _g
2	14/04/2026 I. Talka	20/04/2026 V. Ukkonen	20/04/2026 E-M. Lantta	20/04/2026 I. Talka	TEC-2 gas pipelines leakage added

Signed by:
Ismo Talka
996A83B272B24A5...

DISCLAIMER

Copyright © AFRY Finland Oy

AFRY Finland Oy ("AFRY") reserves all rights to this report. The report is confidential and has been prepared solely for use by Gren Latvija SIA (the "Client"). Use of the report by anyone other than Client and for purposes other than those stated in the agreement between Client and AFRY is subject to the prior written consent of AFRY. The report has been prepared in accordance with the terms of the agreement between AFRY and the Client. AFRY's liability in connection with, or based on, this report shall be governed solely by the terms and conditions of the related Agreement.

AFRY shall not be liable for any harm or direct or indirect damages to any third party arising from the use or reliance on this report.

1 Introduction

This consequence analysis is prepared for Gren Latvija SIA plant in Riga, Latvia. The accident events of the consequence analysis were selected according to the Finnish Safety and Chemicals Agency (Tukes) guides Safety Report¹ and Plant Location². The consequences considered are ammonia-water and natural gas leakages. The effects presented are thermal radiation from the fire, explosion overpressure and the release of hazardous gas to the environment.

It should be emphasized that this analysis does not assess the actual risk of the analyzed scenarios, but analyzes the impact of such scenarios, if they take place and continue without any intervention. By providing several layers of protection to mitigate leakages and to limit their consequences, the residual risk will be reduced to a tolerable level. The residual risk of these leakage scenarios shall be evaluated by separate risk assessment procedures, such as HAZIDs or HAZOPs.

2 Legislative background

Chemical safety legislation requires that the effects of potential accidents on health and the environment be assessed when planning the location of a production facility. Consequence analysis is a key tool for modelling the impact areas of accident situations, such as thermal radiation, pressure effects and health risks, and predicting their consequences for the facility's environment.

The conditions for locating a production facility are assessed based on the effects of accidents. Consequence analysis supports land use planning and ensures that the location of the facility does not pose a risk to surrounding activities or natural areas. The distance from the facility causing the risk of an accident must be sufficient for the surrounding land use, especially to sensitive sites for people, such as schools, daycare centers, densely populated areas and hospitals. The more vulnerable the site, the further it should be located from the hazardous facility. Sufficient distance is also important for, among others, industrial plants, critical infrastructure, nature conservation areas and other environmentally valuable sites.

3 Description of the dispersion modelling

3.1 Plant area

Plant layout is seen in Figure 1.

¹ Tukes Guide. Safety Report. 542/00.00.02/2021.

² Tukes Guide. Plant location: <https://tukes.fi/tuotantolaitosten-sijoittaminen>.

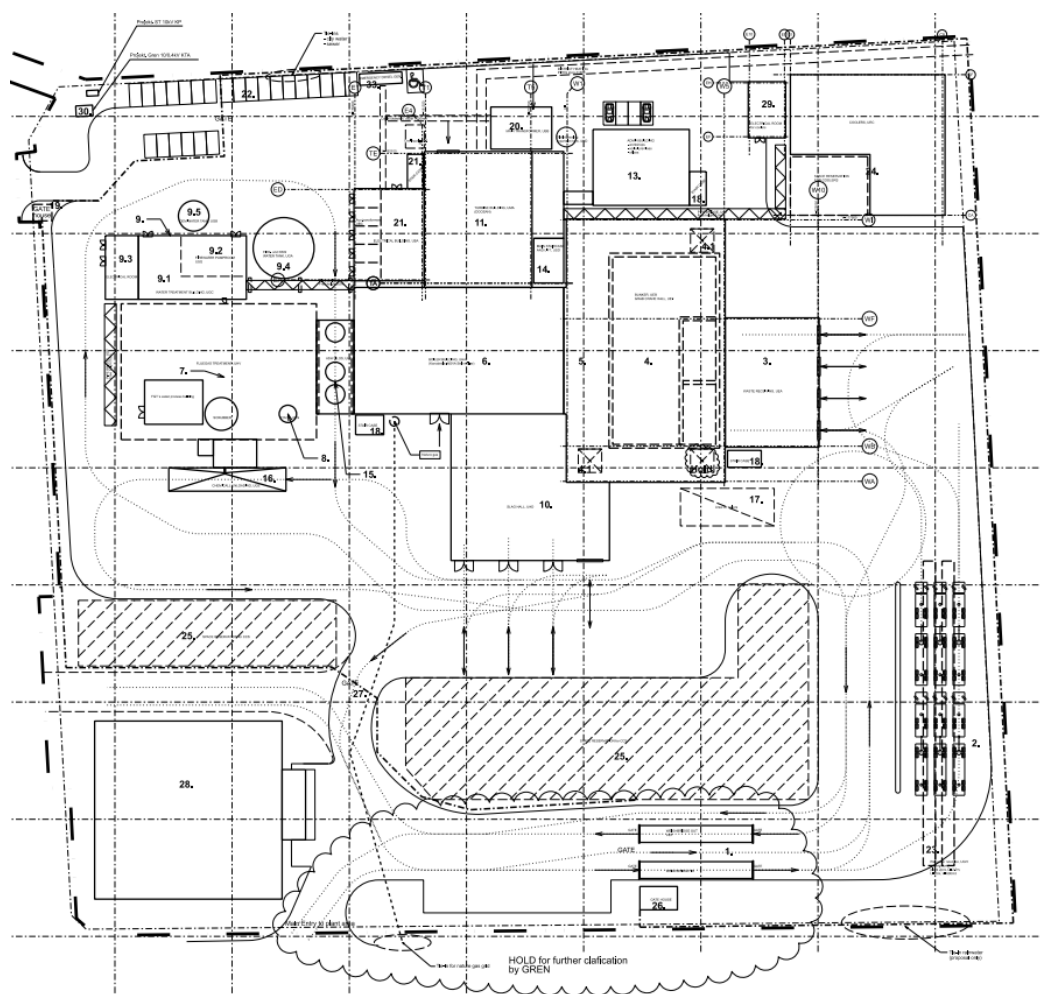


Figure 1. Plant area / Layout.

3.2 Properties of the chemicals

The consequences of a possible accident at the plant were modeled for 25% ammonia-water solution. The substance properties of pure ammonia are presented in the table below (Table 1).

Table 1. Ammonia properties. ³



Name	Ammonia
CAS-number	7664-41-7
Molecular formula	NH ₃
Warning symbols for Ammonia ³	
Hazard Class and Category Code(s)	H221: Flam. Gas 2 *H331: Acute Tox. 3 * *H314: Skin Corr. 1B H400: Aquatic Acute 1 * Minimum rating
Boiling point	-33 °C
Flash point	Not experimentally determined. Ammonia vapor may burn but does not ignite easily.
Auto-ignition temperature	approximately 650 °C
Flammability limits (UFL, LFL)	16 - 25 %
Odour threshold	5 - 50 ppm (3,6 - 36 mg/m ³); Odour is not a good warning sign

Table 2. Methane properties. ⁴

Name	Methane
CAS-number	74-82-8
Molecular formula	CH ₄
Warning symbols	
Hazard Class and Category Code(s)	H220: Extremely flammable gas
Boiling point	-162 °C
Flash point	Not experimentally determined.
Auto-ignition temperature	595 °C
Flammability limits (UFL, LFL)	4.4 - 17 %
Odour threshold	200 ppm (133 mg/m ³)

³ OVA-guide: Ammonia
<https://www.ttl.fi/ova/ammoni.html>

⁴ OVA-guide: Methane
<https://www.ttl.fi/ova/ammoni.html>

25% ammonia-water is stored at the plant for NO_x reduction purposes. Pure ammonia is a colorless, strongly pungent-smelling, highly irritating gas that can be easily liquefied to a colorless liquid. When 1 liter of liquefied ammonia evaporates at atmospheric pressure, about 750 liters of ammonia gas is formed. ³ Ammonia is not easily flammable, but with right circumstances, an explosive air-ammonia mixture can be formed. Lower flammability Limit (LFL) for ammonia is 16 % and Upper Flammability limit (UFL) of ammonia is 25 %. ³ LFL in consequence modelling was defined as 160000 ppm⁵ and UFL was defined as 250000 ppm.

Methane (i.e. natural gas) is colourless, odourless and lighter than air. Methane is stored and handled either compressed (CNG) or liquefied gas (LNG). Methane and air mixture can ignite from any ignition sources. Flame propagation is a deflagration. If methane leakage is continuous, the fire will burn as flash fire from the leaking point.

3.3 Weather conditions

The wind rose below (Figure 2) presents the wind conditions of the area. The figure below illustrates the wind direction at the height of 50 meters. Global Wind Atlas is a coupled mesoscale-to-microscale numerical model based on 10 years of reanalysis data (2008–2017), where the ERA5 dataset is downscaled to represent high-resolution average wind climatologies.

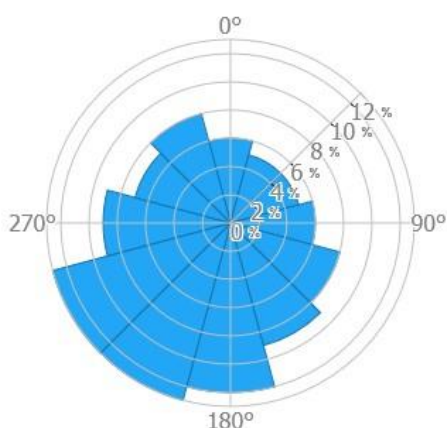


Figure 2. Wind rose of the Plant location.⁶

Pasquill stability classes used in this analysis were stable (F) and neutral (D) with the wind speed of 2 m/s and 5 m/s as Tukes guide² recommends. More stability classes are seen in Table 3.

The wind rose shows the statistic direction of the wind at the area, which in this case is wind coming from the southwest. The average wind speed was 5,5 m/s according to Global Wind Atlas to the area, which is well in line with Tukes regulations.

The current temperature of the atmosphere was chosen to be 10 °C and the relative humidity 70 %. These parameters are close annual average values.

⁵ ppm (Parts Per Million). This is a way of measuring very small amounts of a substance in the air, similar to how we use percentages.

1% is equal to 10,000 ppm.

Therefore, the 16% LFL mentioned in the text is the same as 160,000 ppm.

⁶ Global Wind atlas, Wind rose from the area of the plant.

<https://globalwindatlas.info/en/>

Table 3. Stability Classification.

Surface Wind speed	Day time Incoming Sun Radiation			Nighttime Conditions	
	Strong	Moderate	Slight	Thin overcast or $\geq 4/8$ low cloud cover	$\leq 3/8$ cloud cover
<2	A	A-B	B	-	-
2-3	A-B	B	C	E	F
3-5	B	B-C	C	D	E
5-6	C	C-D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

A = Extremely unstable, B = Moderately unstable, C = Slightly unstable, D = Neutral, E = Slightly stable, F = Stable

3.4 Categorisation of dangers

Tukes Guide² gives instructions for the heat radiation and overpressure wave values to use in consequence modelling. The presented heat radiation values (Table 4) are limiting values of consequences for people, buildings and equipment. The recommended values for examining the effect of heat radiation are 12, 8, 3 and 1.5 kW/m² according to Tukes guide².

Table 4. Heat radiation effects and consequences.

Heat radiation, kW/m ²	Consequences	Basis for design
12-15	Vegetation and buildings can catch fire	Fire-resistant or fire-protected buildings
8	The risk of fire spreading increases, flammable materials can ignite or break	Buildings, fire-spreading objects
	The highest permissible thermal radiation intensity at the plot boundary, which is the starting point for design	
5	Human activity becomes difficult, causes burns quickly	Buildings and other objects where people are present
3	Prolonged exposure causes burns	Building exit doors and routes
1.5	Uncomfortable heat	Buildings outside the production facility that are difficult to evacuate or have a high population density

More thermal radiation consequences can be seen below (Table 5).

Table 5. More heat radiation effects and consequences⁷.

Thermal Radiation Level [kW/m ²]	Effects for Human	Effects for Structures
1,5	No long term effects	
2,5	Tolerance time 5 min, which after severe pain	
3	Rescue possible in 30 seconds	
4		Glass materials are damaged
5	Action limit of rescue personnel	TUKES: traffic pipeline with a limit of more than 1,500 cars/day
6	Rescue personnel rescue limit	
8		TUKES: threshold limit for external sites, traffic pipeline less than 1500 cars/day
8-10	With 9.5 kW/m ² heat radiation, a second degree burns in 20 seconds	Equipment damage, flare system design limit 9 kW/m ² , domino effects begin
10-12		Fuel ignites in 2 minutes (10 kW/m ²), vegetation burns
12.5-15	First degree burns in 10 seconds, 1% mortality with 1 minute exposure time	Wood materials may catch fire, plastics melt
13-15		Normal structures can withstand around 14 kW/m ²
18-20		Cable insulation breaks down
20		Fuels ignite in 40 seconds, concrete structures last for hours
25	Significant disability in 10 seconds, 100% lethality in 1 minute exposure time	The strength of steel structures begins to fail, deformations occur
35-38	1% mortality in 10 seconds	Process equipment such as containers and tanks (30 min) and machines are damaged
100		Steel structures are disappointing
200		Concrete structures are disappointing

The effect of explosion is examined by overpressure wave values defined in the table below (Table 6). The used values are recommended, and the effect are defined by Tukes guide².

Table 6. Overpressure wave effects and consequences.

Overpressure wave, kPa	Consequences for people and equipment	Possible structure or building types
30	Collapsing of supporting structures, risk of expansion for the incident	Industrial equipment and structures
15	Partly collapsing of houses, risk of permanent damage	Industrial building and structures, which have been scaled to last a certain amount of overpressure
10	The highest overpressure at the plant boundary, which is the starting point for the design	
5	Small damage to structures of houses and risk of an injury	Buildings and areas, where people are normally located

⁷ Table a combination of multiple sources such as:

WTP55, Techniques for Assessing Industrial Hazards by World Bank

Hatton, A.P. and Halfdanarson, 1982; Stoll and Chianta, 1969

LaChance, J (2009). Sandia National Laboratories, Risk-informed separation distances for hydrogen refuelling stations.

International Journal of Hydrogen Energy, Vol. 34, pp. 5838-5845.

More overpressure related consequences can be seen under (Table 7).

Table 7. More overpressure related consequences⁸.

Effects starting overpressure		Expected Damage
Bar	Pa	
0.003	300	Loud noise (143 db); sonic boom glass failure.
0.01	1000	Typical pressure for glass failure.
0.03	3000	Limited minor structural damage.
0.03	3000	50% glasses broken
0.04	3500	Windows usually shattered; some window frame damage.
0.05	5000	Minor damage to house structures.
0.07	7000	Partial demolition of houses; made uninhabitable.
0.07	7000	Corrugated metal panels fail and buckle. Housing wood panels blown in.
0.07	7000	Range for slight to serious laceration injuries from flying glass and other missiles.
0.01	10000	Hearing damage
0.15	15000	Partial collapse of walls and roofs of houses.
0.15	15000	Non-reinforced concrete or cinder block walls shattered.
0.16	16000	1% mortality
0.17	17000	Range for 1-90% eardrum rupture among exposed populations.
0.17	17000	50% destruction of home brickwork.
0.20	20000	Steel frame buildings distorted and pulled away from foundation.
0.35	35000	Wooden utility poles snapped.
0.35	35000	Nearly complete destruction of houses.
0.50	50000	Loaded train cars overturned.
0.60	60000	Loaded train box cars demolished.
0.70	70000	Probable total building destruction.
1	100000	Range for 1-99% fatalities among exposed populations due to direct blast effects.
3	300000	95% mortality

For dispersion modelling, the recommended values to examine are AEGL (Acute Exposure Guideline Levels) values. The definitions of AEGL values are presented in Table 8. AEGL values are defined for three different concentrations and five different exposure time (10 min, 30 min, 1 h, 4 h and 8 h) for each substance. Tukes guide² recommends using the AEGL-2 and AEGL-3 with the exposure time of 10 and 30 minutes in the consequence analysis.

Table 8. Acute Exposure Guideline Levels (AEGLs) and their effect on general population.

Acute Exposure Guideline Levels	Injurious effect
AEGL-1	Notable discomfort, irritation, or certain asymptomatic non-sensory effects. However, the effects are not disabling and are transient and reversible upon cessation of exposure
AEGL-2	Irreversible or other serious, long-lasting adverse health effects or an impaired ability to escape.
AEGL-3	Life-threatening health effects or death

AEGL values for ammonia are presented in below (Table 9).

⁸ Table a combination of multiple sources such as:

American Institute of Chemical Engineers (1994)

Lees, Frank P. 1980. Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 1. London and Boston: Butterworths

The Effects of Nuclear Weapons, Third Edition, 1977, Compiled and edited by Samuel Glasstone and Philip J. Dolan

Table 9. AEGL values for ammonia.³

AEGL values for ammonia	Concentration
AEGL-1	30 ppm / 10 min 30 ppm / 10 min
AEGL-2	220 ppm / 10 min 220 ppm / 30 min
AEGL-3	2700 ppm / 10 min 1600 ppm / 30 min

The AEGL-2 value is used for areas where there are regularly large numbers of people (shopping malls, apartment buildings, sports halls, etc.) or where there are sites in the area where people may have limited ability to protect themselves from gas exposure, such as in healthcare facilities, schools and daycare centers.

The AEGL-3 value is applied to less sensitive areas where people have better conditions to seek shelter indoors or leave the area affected by the gas cloud. In such situations, serious health effects of exposure can often be avoided more effectively.

3.5 Modelling software

Dispersion modelling was executed via Phast software version 9.1 created by DNV GL. Phast is considered as accurate software used for the consequence modelling in the process industry. The weather conditions, landscape, material, process conditions, wanted pressure and heat radiation levels etc. can be taken into account in the modelling with the software.

3.6 Consequence analysis

The input data entered into the modeling program include, among others:

- diameter of the leak hole
- leak height
- observation height
- degree of filling
- dimensions of the leak basin
- density of obstacles and limited space or similar factors that significantly affect the results.

As a result of consequence modeling, these output values can be found:

- emission/evaporation rates
- mass of the flammable or toxic substance in the gas cloud
- time elapsed since the flammable or toxic cloud was formed (leak time).

The viewing height for the results is generally chosen to be 1.5-2 meters, corresponding to the height of an average person. In this modeling, the viewing height was chosen to be 1.5 m.

3.7 Accident scenarios and results

Two different scenarios were modelled, ammonia-water leakage and natural gas leakage. Natural gas leakage was modelled as 100 % methane leakage.

3.7.1 Case 1. Ammonia-water leakage

Ammonia water solution (60 m³) was assumed to have 25 % concentration. This leakage was assumed to be collected with 5.4 m x 8.6 m = 46.4 m² bund. Ammonia was evaporating from the pool with these rates, with maximum evaporation times (60m³ ammonia is fully evaporated):

Table 10. Ammonia evaporation rates and total evaporation times for different wind velocities.

Wind Velocity	Evaporation rate [kg/s]	Total evaporation time [h]
2 m/s	0.125	122
5 m/s	0.254	60

Higher wind velocity increases ammonia evaporation rate. Ammonia dispersion cloud concentrations as distances from the leakage are seen in Figure 3-Figure 6. With 2 m/s wind, dispersed cloud rises up but with 5 m/s wind it disperses along the wind. In Table 11, different concentrations are seen with different wind conditions.

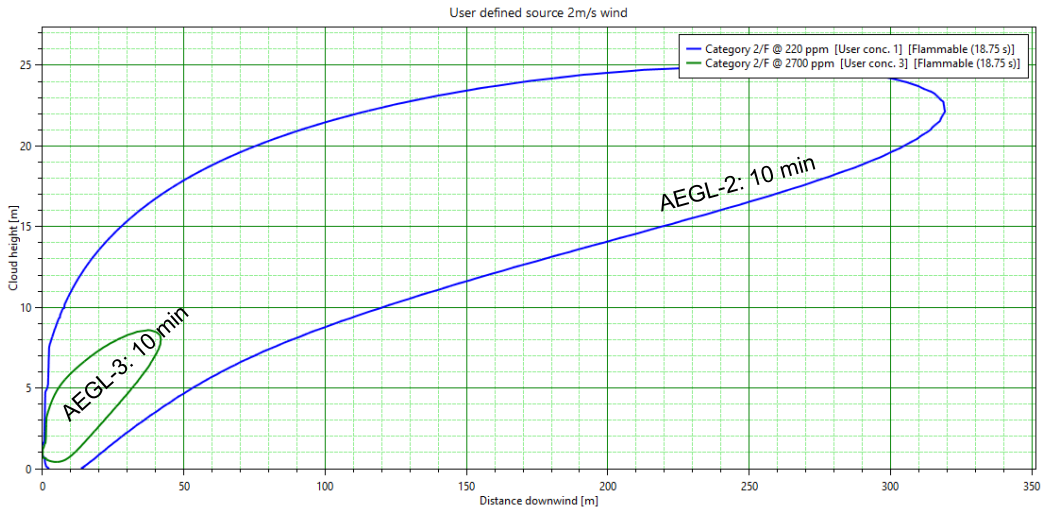


Figure 3: Ammonia AEGL-related concentrations (AEGL-2 10 min: 220 ppm and AEGL-3 10 min: 2700 ppm) with 2 m/s wind.

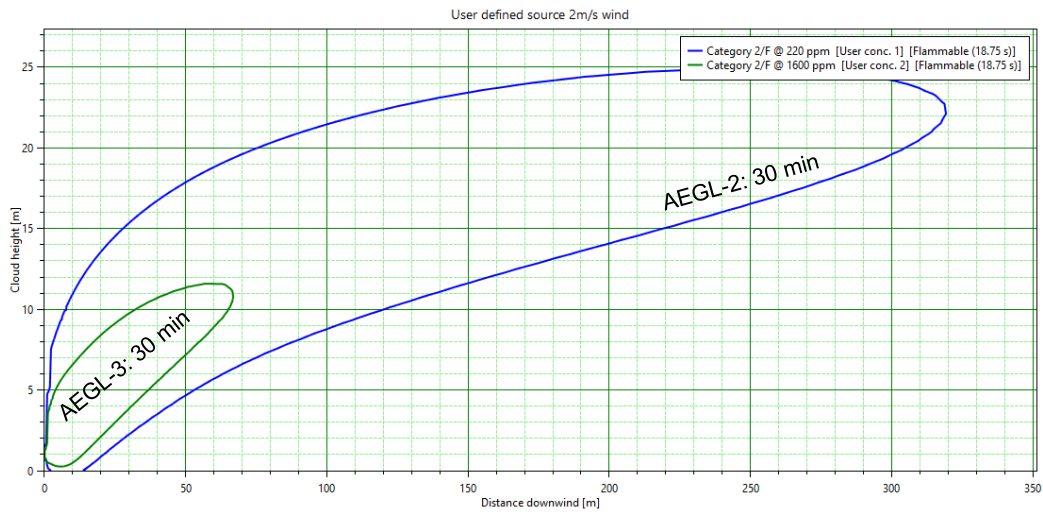


Figure 4: Ammonia AEGL-related concentrations (AEGL-2 30 min: 220 ppm and AEGL-3 30 min: 1600 ppm) with 2 m/s wind.

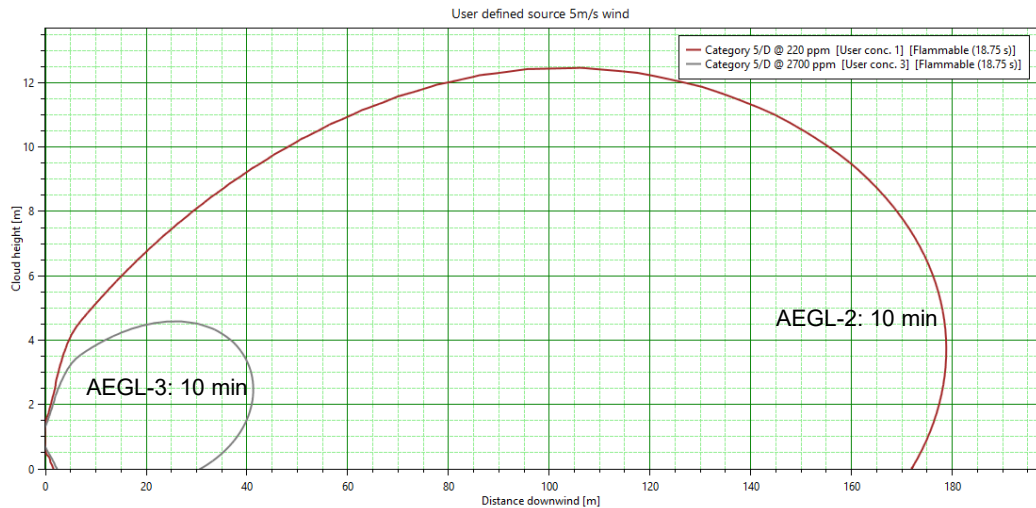


Figure 5: Ammonia AEGL-related concentrations (AEGL-2: 10 min: 220 ppm and AEGL-3 10 min: 2700 ppm) with 5 m/s wind.

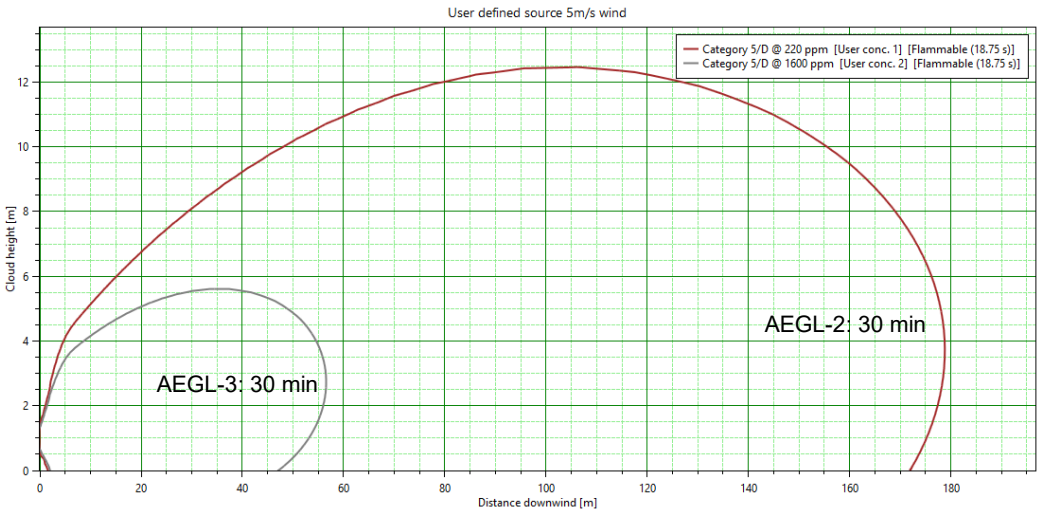


Figure 6: Ammonia AEGL-related concentrations (AEGL-2 30 min: 220 ppm and AEGL-3 30 min: 1600 ppm) with 5 m/s wind.

Table 11: Ammonia-water leakage AEGL-related concentrations (30 min: 220 ppm and 1600 ppm) with two different wind /stability classes (2F= stable with 2 m/s wind, 5F = neutral with 5 m/s wind).

AEGL-level & Exposure time	Acute Exposure Level [ppm]	Distance from the release location at ground level 1.5 meters [m]	
		2/F	5/D
AEGL-2 (10 min)	220	24	176
AEGL-2 (30 min)	220	24	176
AEGL-3 (10 min)	2700	14	40
AEGL-3 (30 min)	1600	17	55

Ammonia dispersion can be shown as probability of death. 1% probability of death is possible 10 m away from the leakage location with 2 m/s wind and 19 m away with 5 m/s wind (Figure 7, Figure 8, Figure 9, Figure 10 and Table 12).

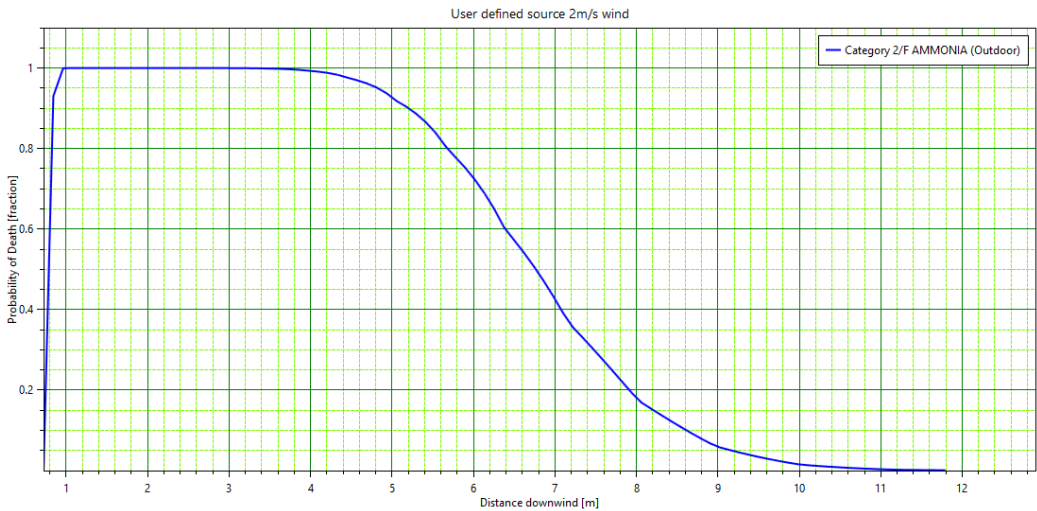


Figure 7: Probability of death due to ammonia dispersion (2 m/s wind).

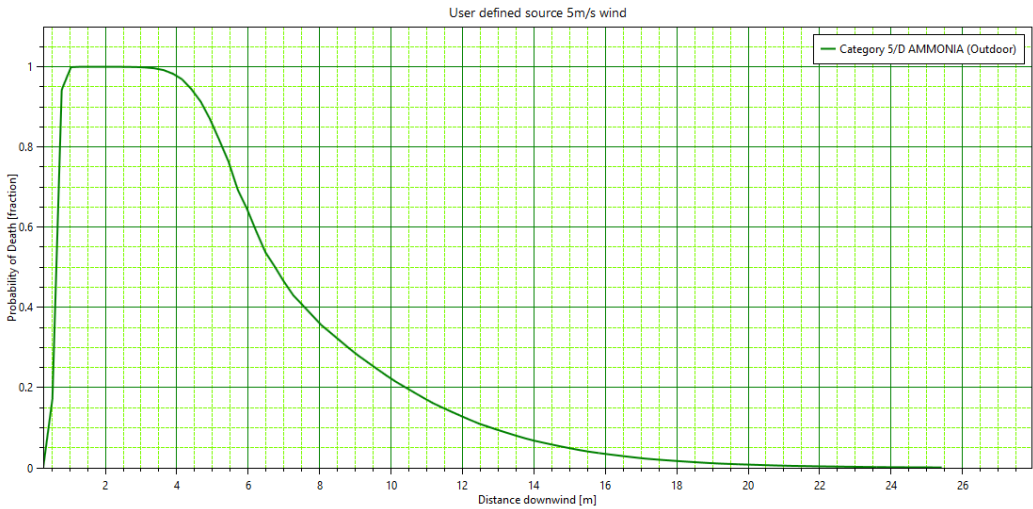


Figure 8: Probability of death due to ammonia dispersion (5 m/s wind).

Table 12: Distances to 1 % lethality from ammonia release in different wind /stability classes (2F= stable with 2 m/s wind, 5F = neutral with 5 m/s wind).

Probability of death	Distance from the release location at ground level 1.5 meters [m]	
	2/F	5/D
1 %	10	19



Figure 9: Distance (blue = 10 m) to 1 % lethality from ammonia release with 2 m/s wind. Smaller blue area is showing probability with one wind direction only (wind from west to east).

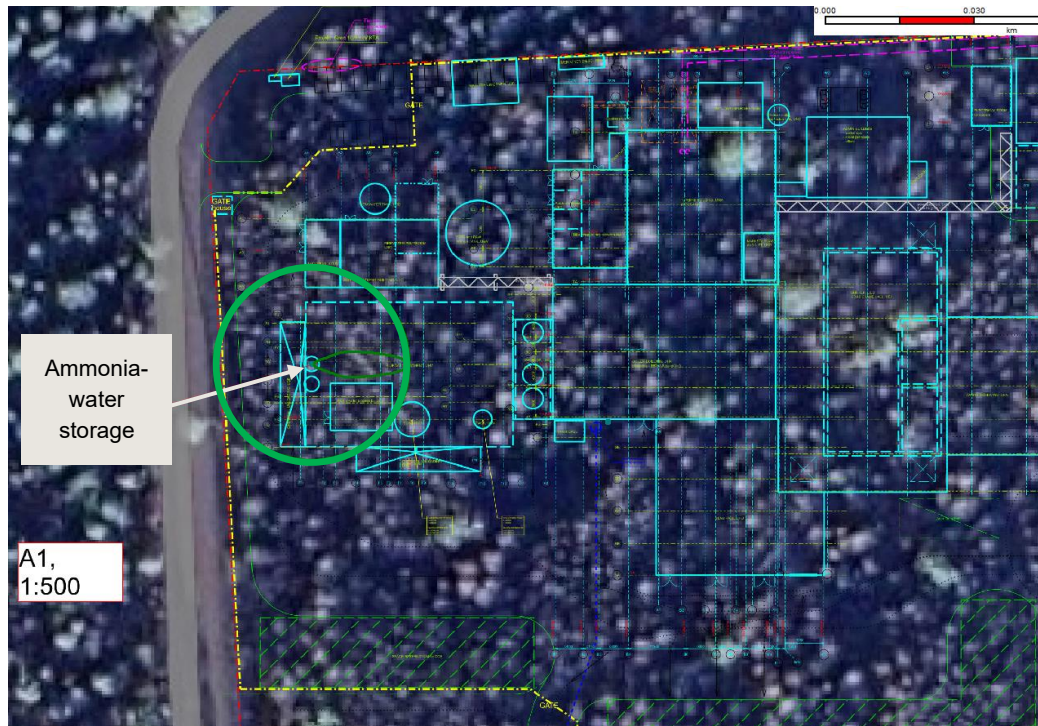


Figure 10: Distance (green = 19 m) to 1 % lethality from ammonia release with 5 m/s wind. Smaller green area is showing probability with one wind direction only (wind from west to east).

3.7.2 Case 2. Natural gas leakage

Natural gas was assumed to leak from 202 mm (internal) diameter pipe. 10% cross sectional area of this pipe is equivalent of the round leakage hole of 64 mm. Pressure of the gas was 5 bar_g, and temperature 15°C. Leakage was modelled as 100 % methane. Methane 100% LFL (lower flammability limit) reaches 11-13 meters away from the leakage (observation height 1 m, Figure 11).

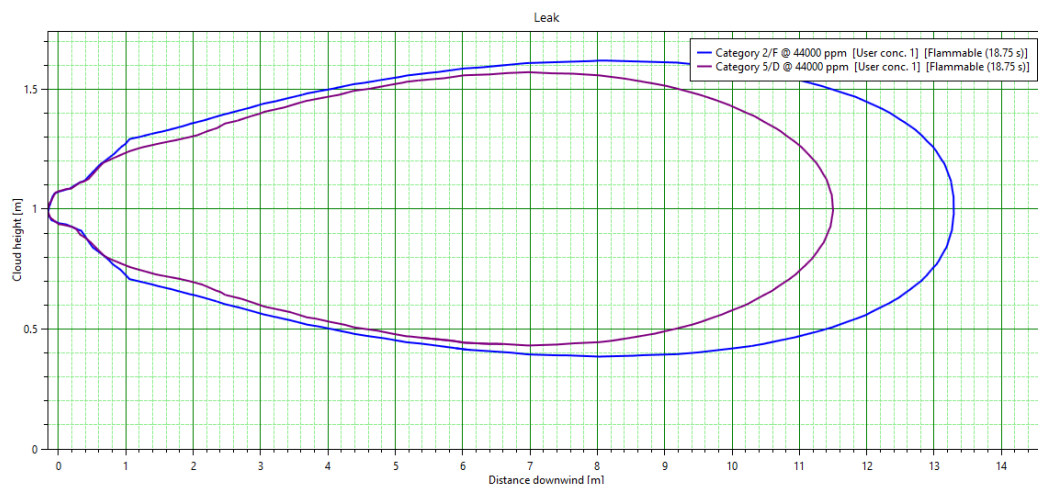


Figure 11: Methane dispersion cloud as 100% lower flammability limit (44 000 ppm).

Methane leakage may ignite and form a jet fire. Jet fire can cause thermal radiation that reaches 24-29 meters (Figure 12 and Table 13, 3-8 kW/m²). 1% death probability is possible at 24-meter distance (Figure 13).

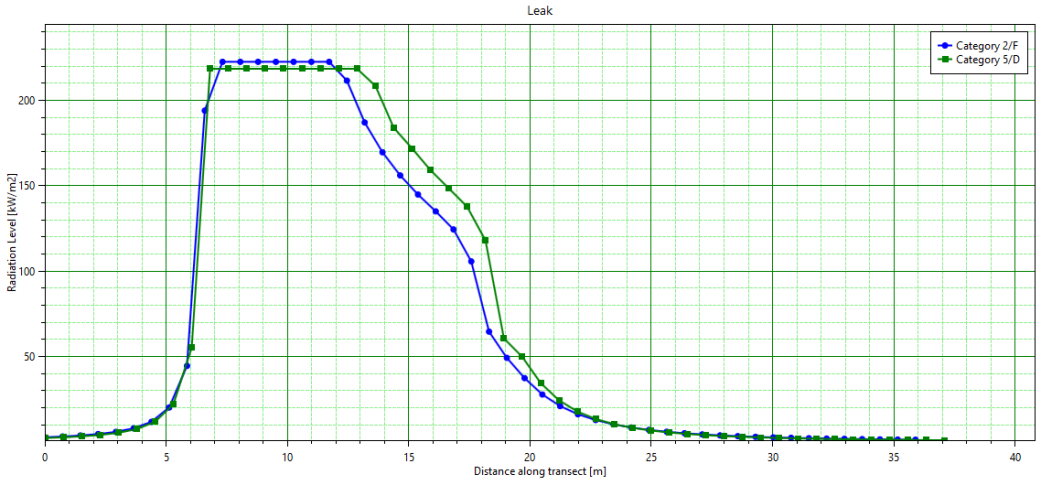


Figure 12: Methane jet fire thermal radiation levels as side profile (2 m/s and 5 m/s wind).

Table 13: Jet fire thermal radiation distances with two different wind /stability classes (2F= stable with 2 m/s wind, 5F = neutral with 5 m/s wind).

Thermal Radiation [kW/m ²]	Distance from the release location at ground level 1.5 meters [m]	
	2/F	5/D
3	29	29
5	26	26
8	24	24

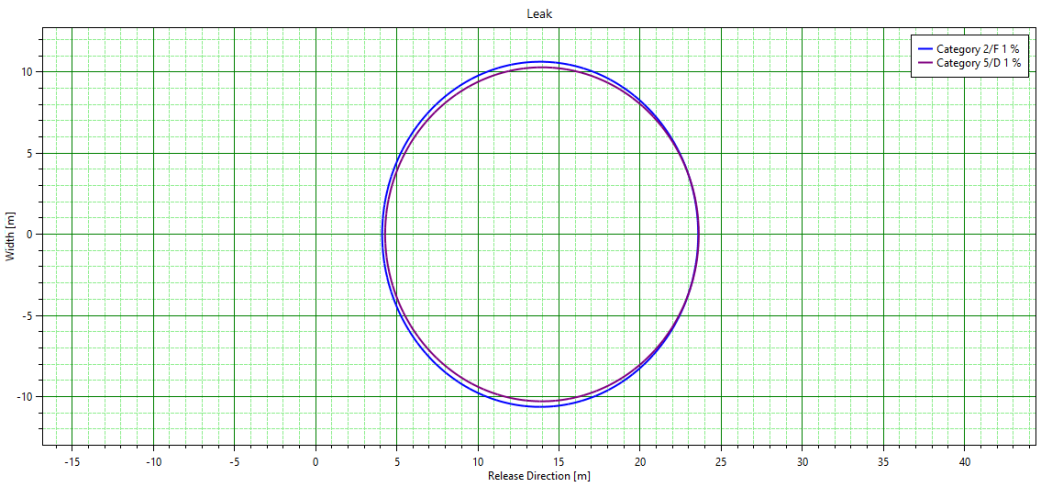


Figure 13: Methane jet fire caused 1% probability of death distance (2 m/s and 5 m/s wind).

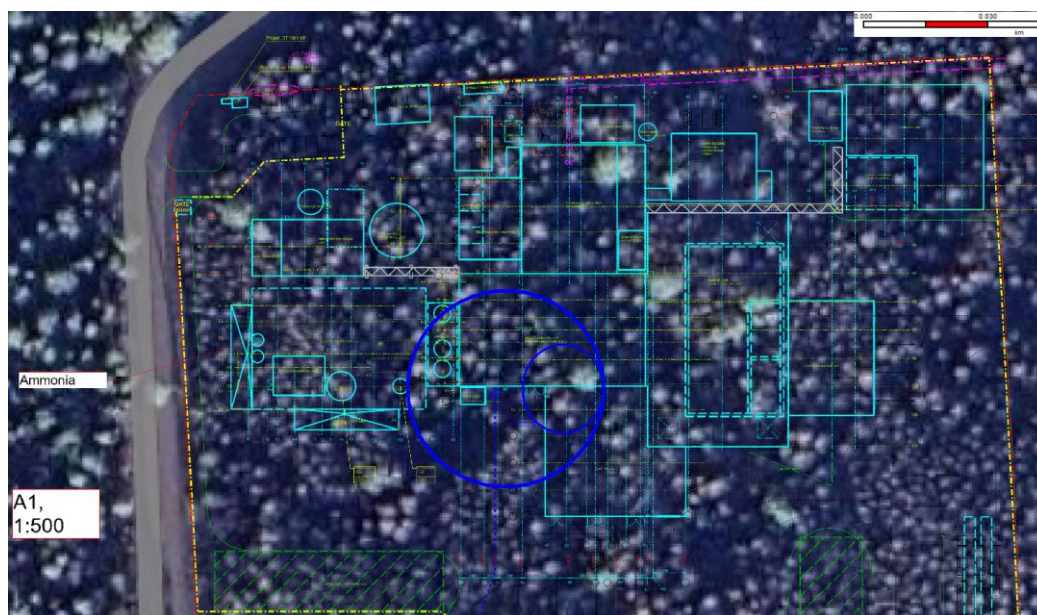


Figure 14: Methane jet fire caused 1% probability of death distance (2 m/s wind). Smaller blue circle is showing probability with one wind direction only (wind from west to east).

Dispersed methane cloud can ignite and cause explosion. Explosion overpressure may reach 25 meters as 5 kPa pressure (Figure 15).

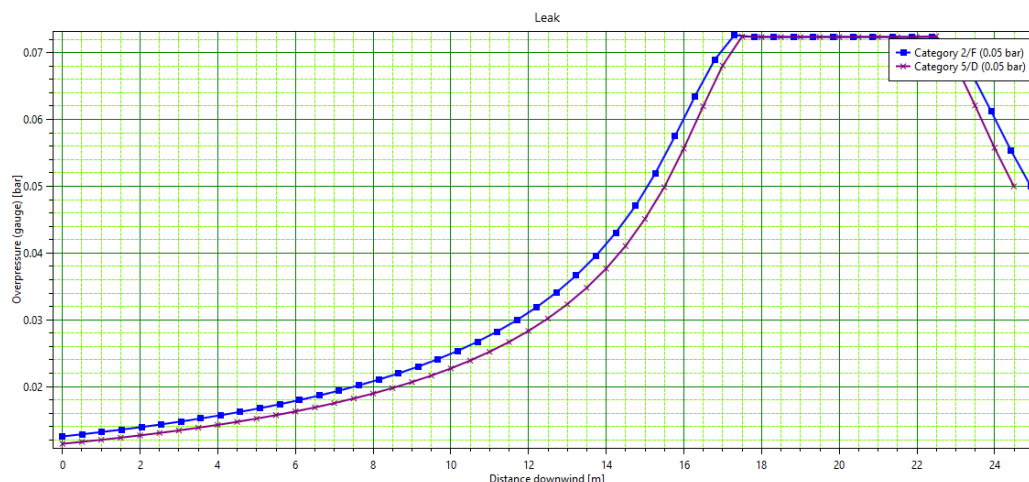


Figure 15: Methane explosion overpressure as distance from leakage (2 m/s and 5 m/s wind).

3.7.3 Case 2. Natural gas leakage of TEC-2 gas pipelines

At the request, the impact of a possible natural gas leakage within the site of Riga TEC-2 gas fired power plant on the Gren Latvija SIA plant. Natural gas was assumed to leak from 600 mm diameter pipe (TEC-2 gas pipelines in Figure 16). 10% cross sectional area of this pipe is equivalent of the round leakage hole of 190 mm. Pressure of the gas was 16 bar_g, and temperature 15°C. Leakage was modelled as 100 % methane. Methane 100% LFL (lower flammability limit) reaches 94-100 meters away from the leakage (Figure 17 and Figure 18).

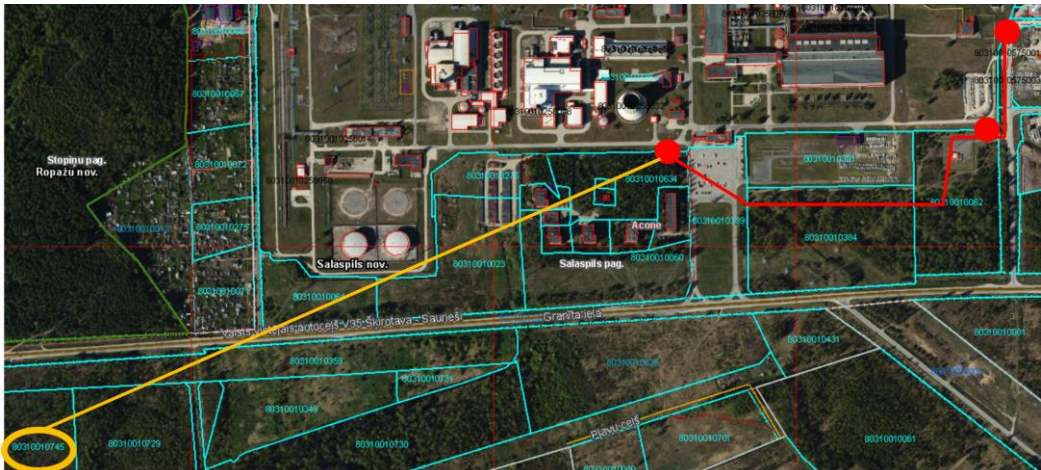


Figure 16: TEC-2 gas pipelines (red) and site and Gren Latvija SIA plant (yellow circle).

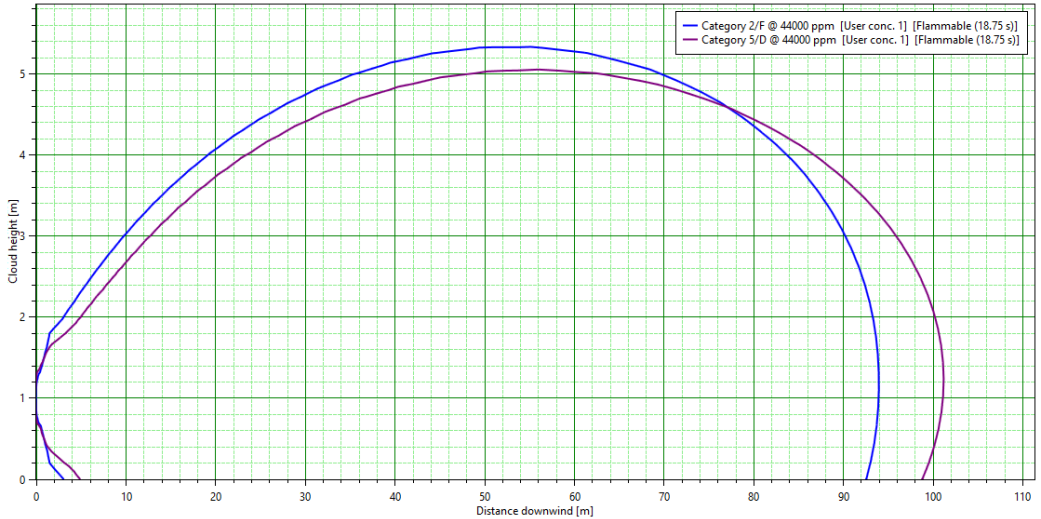


Figure 17: TEC-2 leakage related methane dispersion cloud as 100% lower flammability limit (44 000 ppm).



Figure 18: TEC-2 leakage related methane dispersion cloud as 100% lower flammability limit (44 000 ppm) seen above.

Methane leakage may ignite and form a jet fire. Jet fire can cause thermal radiation that reaches 119-154 meters (Figure 19, Figure 20 and Table 14, 3-8 kW/m²). 1% death probability is possible at 115-meter distance (Figure 21).

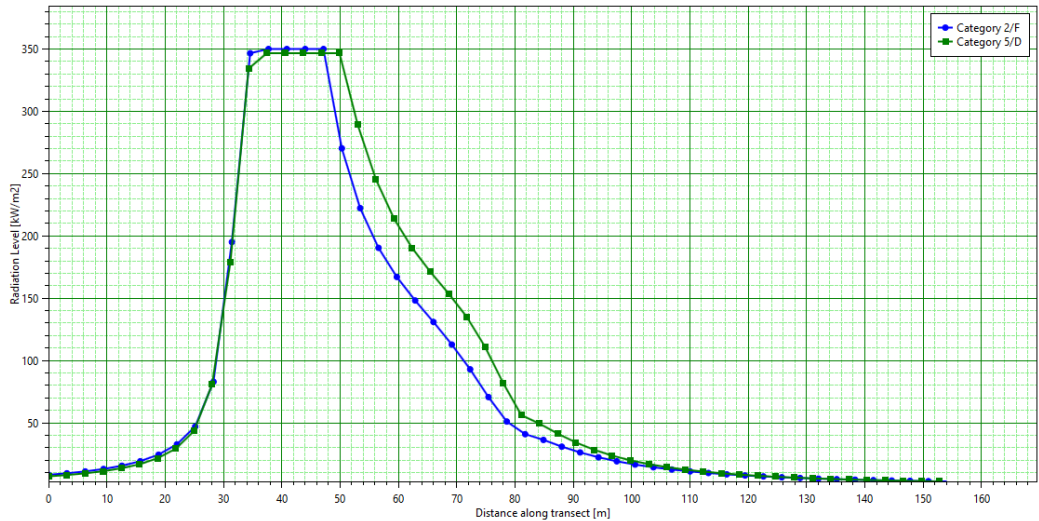


Figure 19: TEC-2 leakage related methane jet fire thermal radiation levels as side profile (2 m/s and 5 m/s wind).

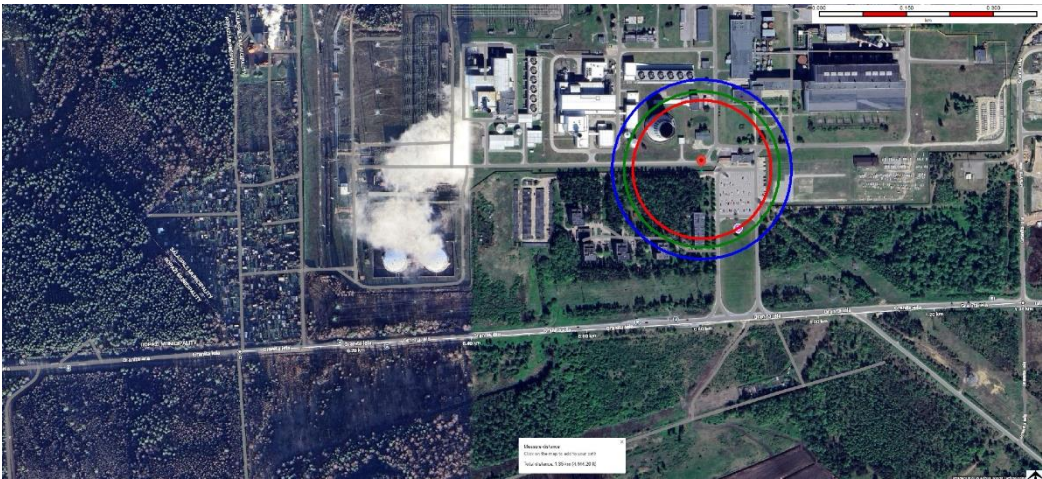


Figure 20: Jet fire thermal radiation distances (red = 8 kW/m², green = 5 kW/m² and blue = 3 kW/m²) with 2 m/s wind.

Table 14: Jet fire thermal radiation distances with two different wind /stability classes (2F= stable with 2 m/s wind, 5F = neutral with 5 m/s wind).

Thermal Radiation [kW/m²]	Distance from the release location at ground level 1.5 meters [m]	
	2/F	5/D
3	154	153
5	134	134
8	119	120

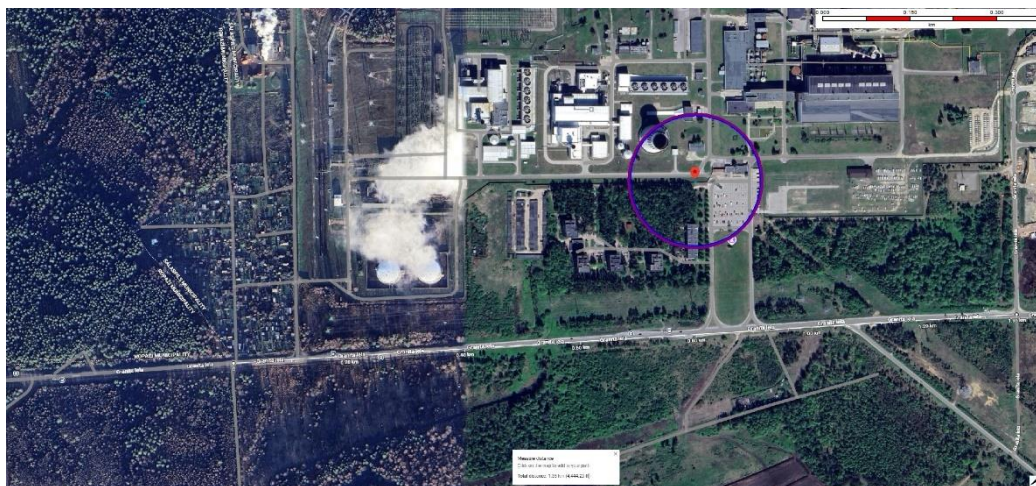


Figure 21: TEC-2 leakage related methane jet fire caused 1% probability of death distance (2 m/s and 5 m/s wind).

Dispersed methane cloud can ignite and cause explosion. Explosion overpressure may reach 72 meters as 5 kPa pressure (Figure 22 and Figure 23).

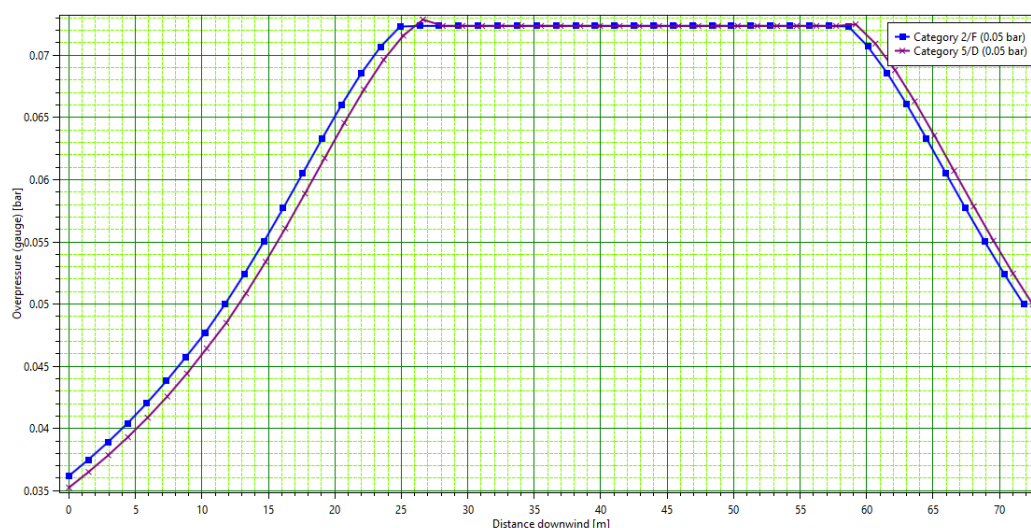


Figure 22: TEC-2 leakage related methane explosion overpressure as distance from leakage (2 m/s and 5 m/s wind).



Figure 23: TEC-2 leakage related methane explosion overpressure as distance from leakage (2 m/s wind) seen above.

4 Summary

In this consequence analysis, ammonia-water and natural gas leakage were analysed at Gren Latvija SIA plant in Riga, Latvia. Ammonia-water was 25% solution that was covered by the bund. In an Ammonia-water leakage, ammonia evaporates from the liquid surface in the bund and was higher with 5 m/s. 1 % death probability was possible at 10–19-meter distances due the wind conditions.

Natural gas leakage was modelled as methane leakage. Methane leakage can cause a jet fire or explosion. Jet fire can cause 1 % death probability at 24-meter distance and explosion overpressure may reach 25 meters from the leakage location as 5 kPa overpressure.

It should be emphasized that this analysis does not assess the actual risk of the analyzed scenarios, but analyzes the impact of such scenarios, if they take place and continue without any intervention. By providing several layers of protection to mitigate leakages and to limit their consequences, the residual risk will be reduced to a tolerable level. The residual risk of these leakage scenarios shall be evaluated by separate risk assessment procedures, such as HAZIDs or HAZOPs.

However, based on the results of this analysis, it can be already concluded that a scenario, in which a gas leakage (that could result in jet fire or gas vapour cloud explosion) would cause a leak in the ammonia-water storage due to mechanical damage thus impacting outside of the site boundaries ("domino effect"), is very unlikely.

Furthermore, the impact of a possible TEC-2 related natural gas leakage on Gren Latvija SIA plant was also evaluated. Jet fire can cause 1 % death probability at 115-meter distance and explosion overpressure may reach 72 meters from the leakage location as 5 kPa overpressure. These consequence distances do not reach Gren Latvija SIA plant location.

Appendix 1. Author of the document



Ismo Talka

HSE SPECIALIST

Ismo Talka has developed CFD simulations of major accident hazards based on calculation and modeling. These customer projects have included assessments of thermal radiation in fire events, chemical dispersion, explosion venting sizing, and overpressure levels.

Ismo graduated as an applied physicist from the University of Jyväskylä's Renewable Energy degree program and has worked, among other things, as a consultant in industry. Consequence modeling projects from over 7 years of work are presented below.

AFRY Finland Oy, HSE Specialist 2023-04 ->

- Sulphur dioxide gas dispersion
- Refrigerant R1234 ATEX modeling
- Hydrogen and methane leaks (pool/jet fire thermal radiation, gas dispersion, explosion)
- Biogas storage plant chemical safety modeling
- Ammonia, chlorine, chlorine dioxide dispersions analysis
- 1,3-Butadiene, acrylonitrile, n-Butyl acrylate and styrene reactor fire and dispersion analysis
- Green steel related consequences analyses for multiple customers, hydrogen
- H-Flex-E plant consequence modeling
- Transformer factory risk analysis and consequence analysis, transformer oil, kerosene pool fires
- Hydrogen pipeline leaks and emergency flare consequences analysis
- LBG consequence analysis for biogas plant
- Gas turbine plant explosion and consequences, estimating city planning options
- Assessment of major accident hazards of the hydrogen project
- Accident hazard modeling of the PEKILÖ mycoprotein production facility
- Consequence analysis for nitric acid storage and unloading
- Oil storage fire and explosion modeling (3000/2x5000 m³) for power plant site
- Cobalt refinery consequence modeling (sulfuric acid, hydrogen chloride, kerosene and hydrogen peroxide) and preliminary space classifications NFPA70, 497 and 499
- New transformer factory HSE lead and consequence analysis
- Preliminary hazard distances for P2X hydrogen production
- Consequence modeling of the two new biogas plants according to the chemical permit
- Explosion in gas collection system
- Process pump detonation
- Thermal radiation modeling of a whiskey warehouse fire
- Thermal radiation for garbage heap fire
- Styrene bund fire
- Consequence analysis for hydrogen leakages (tanks, pipeline)
- Thermal radiation levels from two flares
- Direct reduced iron-electric steel plant consequence analysis for hydrogen
- Consequence analysis for LNG terminal
- Shipyard acetylene gas station major accident modeling
- Consequence analysis for sulphur concentrate fire
- Dust explosion of PVA silo
- Ground flare toxic cloud dispersion modeling
- Natural gas pipeline leakages and consequence modeling
- Compressed air tank rupture, indoor overpressures
- Reactor explosion
- Consequence analysis for methane and hydrogen
- Consequence analysis for e-methane and e-SAF process plants
- Train unloading of ammonia, gas dispersion analysis

- Consequence analysis for methane, hydrogen and methanol
- Landfill waste fire and its thermal radiation consequences
- CO2 pipeline leakage modelling
- Ammonia leakage consequences

Projects 2018-10 - 2021-03

- Gas spread analysis of the terminal area using CFD, MTBE cloud, various wind and structural assessments.
- Analysis of multiple pool and tank fires in the new terminal, CFD
- Thermal radiation of pool and tank fire
- Thermal analysis of diesel pool
- Analysis of multiple pool and tank fires in the new terminal, CFD
- Thermal radiation of pool and tank fire
- Thermal radiation of pool and tank fire, diesel, petrol
- Thermal load of a hydrocarbon fire on thermal protection (pump station), CFD
- Assessment and modelling of a fire and gas explosion accident in a butyl acrylate tank, CFD
- Consequence analysis of a chemical leak (outdoor) and a chemical tank explosion, CFD+laser scanning
- Radiation intensity estimates of a pool and tank fire, CFD

Projects 2012-01 - 2014-12

- 3x2000 m³ wood pellet tank hazard assessment study, fire, flue gas, thermal radiation, explosion studies using CFD
- 4x1000 m³ wood pellet tank hazard assessment study, fire, flue gas, thermal radiation, explosion studies using CFD
- 7500 m³ heavy oil tank conversion to light oil, hazard assessment study, fire, flue gas, thermal radiation, explosion studies
- 1000 m³ cold water tank conversion to light oil tank, hazard assessment study, fire, flue gas, thermal radiation, explosion studies
- 4000 m³ light oil tank explosion study, ventilated explosion, minimizing the effects of external pressure waves in an urban area
- 1500 m³ wood pellet tank hazard assessment study, fire, flue gas, thermal radiation, explosion studies
- 1000 m³ wood pellet tank hazard assessment study, fire, flue gas, thermal radiation, explosion studies

Positions

2023 -	AFRY Finland Oy, HSE Specialist
2021 - 2023	Rand Simulation Oy, Senior CFD Specialist
2018 - 2021	Pinja Oy, Project Engineer
2017 - 2018	Ericsson, Senior Thermal Developer
2014 - 2017	ABB, Senior Design Engineer R&D
2011 - 2014	Elomatic Oy, Modeling Specialist CFD
2007 - 2011	Numerola Oy, CFD Specialist
2006 - 2007	University of Jyväskylä, Researcher



Klients: Gren Latvija SIA

Projekts: Gren WtE pirms EPCM

Projekta numurs: 101032787-001

Kontaktpersona
Ismo Talka
Tālrunis
+358 40 7606 380
E-pasts
ismo.talka@afry.com

Datums
20/04/2026
Projekta atsaucis numurs
101032787-001

Ziņojuma numurs
101032787-001-K001
Klients
Gren Latvija SIA

Seku analīze amonija hidroksīda (25%) un dabasgāzes noplūdēm

Saturs

1	Ievads	6
2	Tiesiskais pamatojums	6
3	Izkliedes modelēšanas apraksts	6
3.1	Rūpnīcas teritorija	6
3.2	Ķīmikāliju īpašības	7
3.3	Laikapstākļi	9
3.4	Bīstamības kategorizācija	10
3.5	Modelēšanas programmatūra	13
3.6	Seku analīze	13
3.7	Negadījumu scenāriji un rezultāti	14
3.7.1	1. situācija. Amonija hidroksīda noplūde	14
3.7.2	2. situācija. Dabaszgāzes noplūde	18
3.7.3	2.situācija. Dabaszgāzes noplūde no TEC-2 gāzes cauruļvadiem	20
4	Kopsavilkums	25

Pielikums

1. pielikums. Dokumenta autors

Attēli un tabulas

1. attēls. Rūpnīcas teritorija / izvietojums.	7
1. tabula. Amonjaka īpašības.	8
2. tabula. Metāna īpašības.	8
2. attēls. Vējroze rūpnīcas atrašanās vietā.	9
4. tabula. Siltuma starojuma ietekme un sekas.	10
5. tabula. Citas siltuma starojuma ietekmes un sekas.	11
6. tabula. Pārspiediena viļņu ietekme un sekas.	11
7. tabula. Citas ar pārspiedienu saistītas sekas.	12
8. tabula. Akūtas eksponēcijas orientējošie līmeņi (AEGL) un to ietekme uz vispārējo populāciju.	12
9. tabula. AEGL vērtības amonjakam.	13
10. tabula. Amonjaka iztvaikošanas ātrumi un kopējais iztvaikošanas laiks atšķirīgiem vēja ātrumiem.....	14

3. attēls. Ar amonjaku AEGL saistītās koncentrācijas (AEGL-2 10 min: 220 ppm un AEGL-3 10 min: 2700 ppm) ar vēja ātrumu 2 m/s.	14
4. attēls. Ar amonjaku AEGL saistītās koncentrācijas (AEGL-2 30 min: 220 ppm un AEGL-3 30 min: 1600 ppm) ar vēja ātrumu 2 m/s.	15
5. attēls. Ar amonjaku AEGL saistītās koncentrācijas (AEGL-2: 10 min: 220 ppm un AEGL-3 10 min: 2700 ppm) ar vēja ātrumu 5 m/s.	15
6. attēls. Ar amonjaku AEGL saistītās koncentrācijas (AEGL-2 30 min: 220 ppm un AEGL-3 30 min: 1600 ppm) ar vēja ātrumu 5 m/s.	16
11. tabula. Ar amonjaka-ūdens šķīduma noplūdi AEGL saistītās koncentrācijas (30 min: 220 ppm un 1600 ppm) ar divām dažādām vēja/stabilitātes klasēm (2F = stabils ar 2 m/s vēju, 5F = neitrāls ar 5 m/s vēju).	16
7. attēls. Letalitātes varbūtība amonjaka izkliedes ietekmē (vējš 2 m/s)	16
8. attēls. Letalitātes varbūtība amonjaka izkliedes ietekmē (vējš 5 m/s)	17
12. tabula. Attālumi līdz 1 % letalitātei no amonjaka izkliedes vietas dažādām vēja/stabilitātes klasēm (2F = stabils ar vēja ātrumu 2 m/s, 5F = neitrāls ar vēja ātrumu 5 m/s).	17
9. attēls. Attālums (zils = 10 m) līdz 1 % letalitātei no amonjaka izkliedes vietas ar vēja ātrumu 2 m/s. Mazākais zilais laukums parāda varbūtību tikai ar vienu vēja virzienu (vējš no rietumiem uz austrumiem).	17
10. attēls. Attālums (zaļš = 19 m) līdz 1 % letalitātei no amonjaka izkliedes vietas ar vēja ātrumu 5 m/s. Mazākais zaļais laukums parāda varbūtību tikai ar vienu vēja virzienu (vējš no rietumiem uz austrumiem).	18
11. attēls. Metāna izkliedes mākonis kā 100 % apakšējā uzliesmošanas robežvērtība (44 000 ppm).	18
12. attēls. Metāna strūklveida ugunsgrēka termiskā starojuma līmeņi sānprofilā (vējš 2 m/s un 5 m/s).	19
13. tabula. Strūklveida ugunsgrēka termiskā starojuma attālumi ar divām dažādām vēja/stabilitātes klasēm (2F = stabils ar 2 m/s vēju, 5F = neitrāls ar 5 m/s vēju).	19
13. attēls. Metāna strūklveida ugunsgrēka izraisītās 1 % letalitātes varbūtības attālums (vējš 2 m/s un 5 m/s).	19
14. attēls. Metāna strūklveida ugunsgrēka izraisītās 1 % letalitātes varbūtības attālums (vējš 2 m/s). Mazākais zilais aplis parāda varbūtību tikai ar vienu vēja virzienu (vējš no rietumiem uz austrumiem).	20
15. attēls. Metāna sprādziena pārspiediens atkarībā no attāluma līdz noplūdes vietai (vējš 2 m/s un 5 m/s).	20
16. attēls: TEC-2 gāzesvads (sarkans) un Gren Latvija SIA ražotne (dzeltenais riņķis)	21
17. attēls: Ar TEC-2 noplūdi saistīts metāna izkliedes mākonis kā 100% zemākā uzliesmojamības robeža (44 000 ppm)	21
18. attēls: Ar TEC-2 noplūdi saistīts metāna dispersijas mākonis kā 100% zemākā uzliesmojamības robeža (44 000 ppm), kas redzama iepriekš	21
19. attēls: Ar TEC-2 noplūdi saistīti metāna strūklas liesmu siltumstarojuma līmeņi sānkatā (2 m/s un 5 m/s vējš)	22

20.attēls: Ugunsstrūklas siltumstarojuma iedarbības attālumi (sarkans = 8 kW/m², zaļš = 5 kW/m² un zils = 3 kW/m²) ar 2 m/s vēju.22

14.tabula: Ugunsstrūklas siltumstarojuma iedarbības attālumi pie divām atšķirīgām vēja / atmosfēras stabilitātes klasēm (2F = stabila atmosfēra ar vēja ātrumu 2 m/s, 5F = neitrāla atmosfēra ar vēja ātrumu 5 m/s).22

21.attēls: Attālums, kurā ar TEC2 saistītas noplūdes gadījumā metāna strūklas liesma rada 1 % letalitātes varbūtību (vēja ātrums 2 m/s un 5 m/s).....23

22.attēls : Ar TEC-2 saistītā noplūdē metāna sprādziena virsspiediens atkarībā no attāluma no noplūdes vietas (vēja ātrums 2 m/s un 5 m/s)23

23.attēls: Ar TEC-2 saistītā noplūdē metāna sprādziena virsspiediens atkarībā no attāluma no noplūdes vietas (vēja ātrums 2 m/s), kā parādīts iepriekš24

Ziņojumu vēsture

Pārsk.	Datums/autors	Datums/pārbaudīts	Datums/apstiprināts	Datums/izdots	Komentāri
Oriģ.	20/01/2026 I. Talka	23/01/2026 V. Ukkonen	29/01/2026 E-M. Lantta	13/02/2026 I. Talka	
1	25/02/2026 I. Talka	25/02/2026 V. Ukkonen	25/02/2026 E-M. Lantta	06/03/2026 I. Talka	Dabaszgāzes spiediens 5 bāri _g
2	14/04/2026 I. Talka	20/04/2026 V. Ukkonen	20/04/2026 E-M. Lantta	20/04/2026 I. Talka	TEC-2 gāzes noplūdes

ATRUNA

Autortiesības © AFRY Finland Oy

AFRY Finland Oy ("AFRY") patur visas tiesības uz šo ziņojumu. Šis ziņojums ir konfidenciāls un sagatavots tikai Gren Latvija SIA ("Klients") izmantošanai. Ziņojuma izmantošana jebkurai citai personai, izņemot Klientu, un citiem mērķiem, izņemot Klienta un AFRY savstarpējā līgumā norādītos, ir iespējama tikai ar AFRY iepriekšēju rakstisku piekrišanu. Ziņojums ir sagatavots saskaņā ar AFRY un Klienta savstarpējā līguma noteikumiem. AFRY atbildību saistībā ar šo ziņojumu vai uz šī ziņojuma pamata regulē tikai attiecīgā Līguma noteikumi un nosacījumi.

AFRY neuzņemas atbildību ne par kādu kaitējumu, ne arī par tiešiem vai netiešiem zaudējumiem, kas radušies kādai trešajai pusei, izmantojot šo ziņojumu vai ļaujoties uz to.

1 Ievads

Šī seku analīze ir sagatavota Gren Latvija SIA rūpnīcai Rīgā, Latvijā. Seku analīzes negadījumu notikumi tika izvēlēti saskaņā ar Somijas Drošības un ķīmisko vielu aģentūras (Tukes) vadlīnijām Drošības ziņojums¹ un Rūpnīcas atrašanās vieta². Apsvērtajās sekās ir modelētas 25% amonija hidroksīda šķīduma un dabasgāzes noplūdes. Analizētās sekas ietver ugunsgrēka siltuma starojumu, sprādziena pārspiedienu un bīstamas gāzes izplūdi apkārtējā vidē.

Jāuzsver, ka šajā analīzē nav novērtēts analizēto scenāriju faktiskais risks, bet gan analizēta šādu scenāriju ietekme, ja tie notiek un turpinās bez jebkādas iejaukšanās. Nodrošinot vairāklīmeņu aizsardzību noplūžu mazināšanai un to seku ierobežošanai, atlikušais risks tiks samazināts līdz pieļaujamam līmenim. Šo noplūdes scenāriju atlikušie riski jānovērtē, izmantojot atsevišķas riska novērtēšanas procedūras, piemēram, HAZID vai HAZOP.

2 Tiesiskais pamatojums

Ķīmiskās drošības tiesību akti paredz, ka, plānojot ražotnes atrašanās vietu, ir jānovērtē iespējamo negadījumu ietekme uz veselību un apkārtējo vidi. Seku analīze ir svarīgs instruments, lai modelētu negadījumu situāciju ietekmes zonas, piemēram, termisko starojumu, spiediena ietekmi un veselības riskus, kā arī prognozētu to sekas ražotnes videi.

Ražotnes izvietojanas apstākļus novērtē, pamatojoties uz negadījumu sekām. Seku analīze atbalsta zemes izmantojuma plānošanu un nodrošina to, ka ražotnes atrašanās vieta nerada risku darbībām apkārtnē vai dabas teritorijām. Attālumam no negadījuma risku izraisošās ražotnes jābūt pietiekamam, lai nodrošinātu apkārtējās zemes izmantošanu, jo īpaši attiecībā uz cilvēkiem sensitīvām vietām, piemēram, skolām, dienas aprūpes centriem, blīvi apdzīvotām zonām un slimnīcām. Jo neaizsargātāka ir vieta, jo tai jāatrodas tālāk no bīstamā objekta. Pietiekams attālums ir svarīgs rūpniecības uzņēmumiem, kritiskajai infrastruktūrai, dabas aizsardzības teritorijām un citām videi vērtīgām vietām.

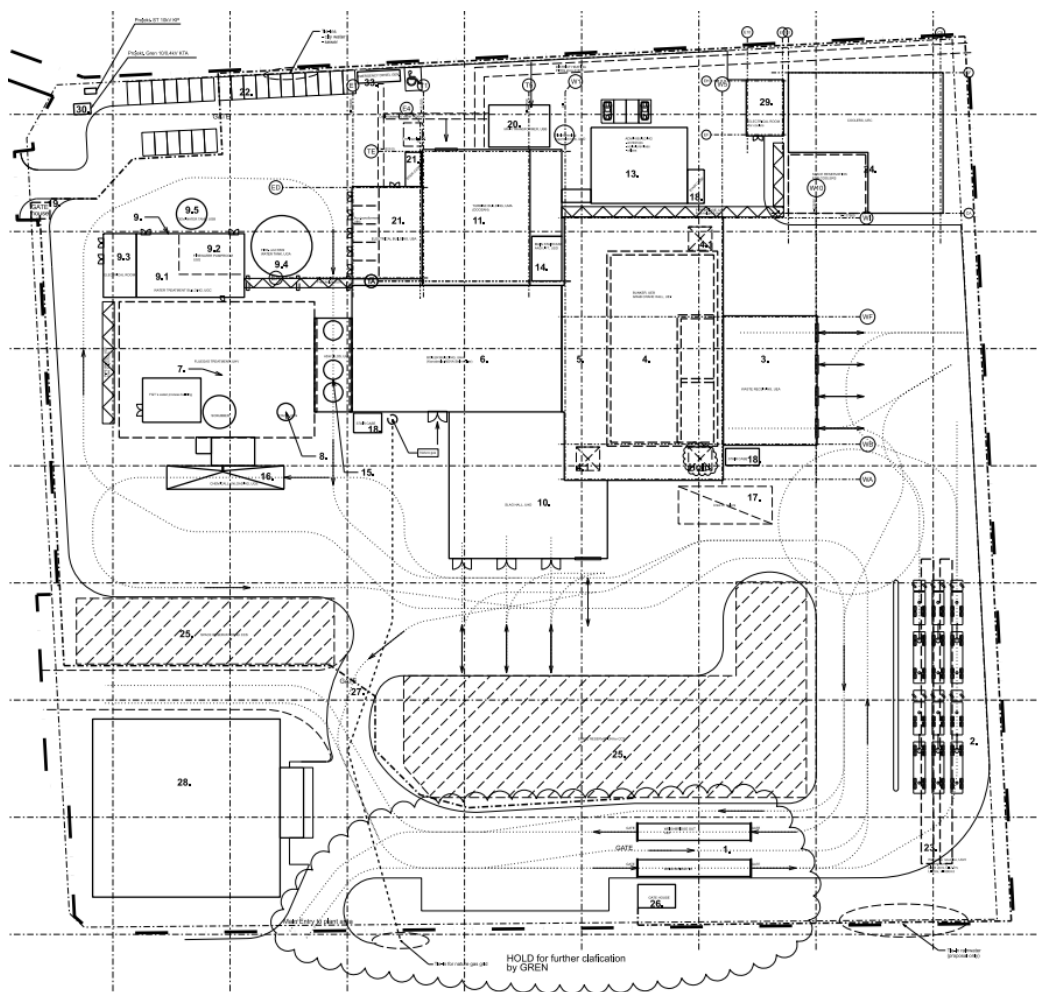
3 Izklīdes modelēšanas apraksts

3.1 Rūpnīcas teritorija

Rūpnīcas izvietojums ir redzams 1.attēlā.

¹ Tukes vadlīnijas. Drošības ziņojums. 542/00.00.02/2021.

² Tukes vadlīnijas. Rūpnīcas atrašanās vieta: <https://tukes.fi/tuotantolaitosten-sijoitminen>.




1. attēls. Rūpnīcas teritorija / izvietojums.


3.2 Ķīmikāliju īpašības

Iespējamās avārijas sekas rūpnīcā tika modelētas amonija hidroksīda 25% šķīdumam un metānam. Tīra amonjaka un metāna ķīmiskās vielu īpašības ir parādītas 1.un 2.tabulā.

1. tabula. Amonjaka īpašības.³

Nosaukums	Amonjaks
CAS numurs	7664-41-7
Molekulārā formula	NH ₃
Amonjaka brīdinājuma simboli ³	
Bīstamības klase un kategorijas kods(-i)	H221: Uzliesm. gāze 2 * H331: Akūts toks. 3 * * H314: Ādas kairin. 1B H400: Akūti toksisks ūdens organismiem 1 * Minimālais vērtējums
Viršanas punkts	-33 °C
Uzliesmošanas punkts	Nav eksperimentāli noteikts. Amonjaka tvaiki var degt, bet grūti aizdegas.
Pašaizdegšanās temperatūra	apmēram 650 °C
Uzliesmošanas robežvērtības (UFL, LFL)	16–25 %
Smaržas sliekšnis	5–50 ppm (3,6–36 mg/m ³); Smarža nav laba brīdinājuma zīme

2. tabula. Metāna īpašības⁴.

Nosaukums	Metāns
CAS numurs	74-82-8
Molekulārā formula	CH ₄
Brīdinājumu simboli	
Bīstamības klase un kategorijas kods(-i)	H220: Īpaši viegli uzliesmojoša gāze
Viršanas punkts	-162 °C
Uzliesmošanas punkts	Nav eksperimentāli noteikts.
Pašaizdegšanās temperatūra	595 °C
Uzliesmošanas robežvērtības (UFL, LFL)	4,4–17 %
Smaržas sliekšnis	200 ppm (133 mg/m ³)

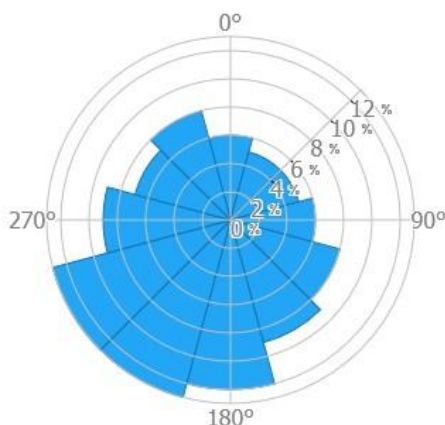
³ OVA vadlīnijas: Amonjaks
<https://www.ttl.fi/ova/ammoni.html>
⁴ OVA vadlīnijas: Metāns
<https://www.ttl.fi/ova/ammoni.html>

NO_x reducēšanas nolūkos rūpnīcā tiek glabāts amonija hidroksīds. Tīrs amonjaks ir bezkrāsaina un ļoti kairinoša gāze ar stipri kodīgu aromātu, ko var viegli sašķidrināt līdz bezkrāsainam šķidrumam. 1 litram sašķidrināta amonjaka iztvaikojot atmosfēras spiedienā, veidojas aptuveni 750 litru amonjaka gāzes³. Amonjaks nav viegli uzliesmojošs, bet noteiktos apstākļos var veidoties sprādzienbīstams gaisa-amonjaka maisījums. Amonjaka apakšējā uzliesmošanas robežvērtība (LFL) ir 16 %, bet augšējā uzliesmošanas robežvērtība (UFL) ir 25 %³. Seku modelēšanā LFL tika definēta kā 160 000 ppm⁵ un UFL kā 250 000 ppm.

Metāns (proti, dabasgāze) ir bezkrāsaina, bez smaržas un vieglāka par gaisu. Metānu glabā un apstrādā kā saspiestu (CNG) vai sašķidrinātu (LNG) gāzi. Metāna un gaisa maisījums var aizdegties jebkura aizdegšanās avota ietekmē. Liesmas izplatīšanās ir deflagācija. Ja metāna noplūde ir nepārtraukta, uguns degs kā uzplaisnījuma ugunsgrēks (*flash fire*) no noplūdes vietas.

3.3 Laikapstākļi

Tālāk redzamā vējaroze 2.attēlā parāda apgabala vēja apstākļus. Attēlā parādīts vēja virziens 50 metru augstumā. Global Wind Atlas (Globālais vēja atlants) ir savienots mezoskalas un mikroskalas skaitliskais modelis, kas balstīts uz 10 gadu atkārtotas analīzes datiem (2008.–2017. g.), kur ERA5 datu kopa ir samazināta, lai attēlotu augstas izšķirtspējas vidējos vēja klimatiskos apstākļus.



2. attēls. Vējaroze rūpnīcas atrašanās vietā⁶.

Šajā analīzē izmantotas Pasquill stabilitātes klases — stabila (F) un neitrāla (D) — ar vēja ātrumu attiecīgi 2 m/s un 5 m/s, kā to iesaka Tukes vadlīnijas². Vairāk stabilitātes klašu redzamas 3. tabulā.

Vējroze rāda vēja statistisko virzienu apgabalā, kas šajā gadījumā ir vējš no dienvidrietumiem. Saskaņā ar Global Wind Atlas datiem vidējais vēja ātrums šajā apgabalā bija 5,5 m/s, kas atbilst Tukes noteikumiem.

Aktuālā atmosfēras temperatūra tika izvēlēta 10 °C un relatīvais mitrums 70 %. Šie parametri ir tuvu gada vidējām vērtībām.

⁵ ppm (miljondaļas). Šādi var izmērīt ļoti mazu vielas daudzumu gaisā, līdzīgi procentu izmantošanai. 1 % ir vienāds ar 10 000 ppm.

Tāpēc tekstā minētais 16 % LFL ir tas pats, kas 160 000 ppm.

⁶ Global Wind atlas, vējroze no rūpnīcas teritorijas.
<https://globalwindatlas.info/en/>

3. tabula. Stabilitātes klasifikācija.

Virszemes vēja ātrums	Dienas laikā ienākošā saules radiācija			Nakts apstākļi	
	Spēcīga	Mērena	Nenozīmīga	Viegla mākoņainība vai $\geq 4/8$ zema mākoņu sega	$\leq 3/8$ mākoņu sega
< 2	A	A–B	B	-	-
2–3	A–B	B	C	E	F
3–5	B	B–C	C	D	E
5–6	C	C–D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

A = ārkārtīgi nestabils, B = vidēji nestabils, C = nedaudz nestabils, D = neitrāls, E = nedaudz stabils, F = stabils

3.4 Bīstamības kategorizācija

Tukes vadlīnijās² ir sniegtas norādes par seku modelēšanā izmantojamām siltuma starojuma un pārspiediena viļņu vērtībām. Norādītās siltuma starojuma vērtības (4. tabulā) ir seku robežvērtības cilvēkiem, ēkām un iekārtām. Siltumstarojuma ietekmes pārbaudei ieteicamās vērtības ir 12, 8, 3 un 1,5 kW/m² saskaņā ar Tukes vadlīnijām².

4. tabula. Siltuma starojuma ietekme un sekas.

Siltuma starojums, kW/m ²	Sekas	Konstrukcijas pamats
12–15	Var aizdegties veģetācija un ēkas	Ugunsdrošas vai pret degšanu aizsargātas ēkas
8	Pieaug degšanas izplatības risks, viegli uzliesmojoši materiāli var aizdegties vai saplīst	Ēkas, degšanu izplatoši objekti
	Augstākā pieļaujamā siltuma starojuma intensitāte pie zemes gabala robežām, kas ir projektēšanas sākumpunkts	
5	Tiek apgrūtināta cilvēku darbība, ātri veidojas apdegumi	Ēkas un citi objekti, kuros ir cilvēki
3	Ilgstoša ekspozīcija izraisa apdegumus	Ēku izejas durvis un maršruti
1,5	Nepatīkams karstums	Ēkas ārpus ražošanas objekta, no kurām ir grūti evakuēties vai kurās ir liels iedzīvotāju blīvums

Citas siltumstarojuma sekas var redzēt tālāk (5. tabula).

5. tabula. Citas siltumstarojuma ietekmes un sekas⁷.

Termiskā starojuma līmenis [kW/m ²]	Ietekme uz cilvēkiem	Ietekme uz struktūrām
1,5	Nav ilgtermiņa ietekmes	
2,5	Tolerances laiks 5 minūtes, pēc tam stipras sāpes	
3	Glābšana iespējama 30 sekunžu laikā	
4		Tiek bojāti stikla materiāli
5	Glābšanas personāla rīcības robeža	TUKES: satiksmes plūsma ar robežvērtību vairāk nekā 1500 automašīnu dienā
6	Glābšanas personāla glābšanas robežvērtība	
8		TUKES: robežvērtība ārējiem objektiem, satiksmes plūsma mazāka par 1500 automašīnām dienā
8–10	Ar 9,5 kW/m ² siltuma starojumu otrās pakāpes apdegumi rodas 20 sekundēs	Iekārtu bojājumi, uzliesmošanas sistēmas projektētais ierobežojums ir 9 kW/m ² , sākas domino efekti
10–12		Degviela aizdegas 2 minūtēs (10 kW/m ²), deg veģetācija
12,5–15	Pirmās pakāpes apdegumi 10 sekundēs, 1 % letalitāte pēc 1 minūti ilgas ekspozīcijas	Var aizdegties koka materiāli, kūst plastmasa
13–15		Parastas konstrukcijas var izturēt apmēram 14 kW/m ²
18–20		Sadalās kabeļu izolācija
20		Degviela aizdegas 40 sekundēs, betona konstrukcijas saglabājas stundām ilgi
25	Ievērojama invaliditāte 10 sekundēs, 100 % letalitāte pēc 1 minūti ilgas ekspozīcijas	Sāk samazināties tērauda konstrukciju izturība, rodas deformācijas
35–38	1 % mirstība pēc 10 sekundēm	Tiek bojātas tehniskās iekārtas, piemēram, konteineri un tvertnes (30 min), kā arī mašīnas
100		Tērauda konstrukcijas izjūk
200		Betona konstrukcijas izjūk

Sprādziena ietekmi pārbauda ar nākamajā tabulā definētajām pārspiediena viļņu vērtībām (6. tabula). Izmantotās vērtības ir ieteicamās, un efekts ir definēts Tukes vadlīnijās².

6. tabula. Pārspiediena viļņu ietekme un sekas.

Pārspiediena vilnis, kPa	Sekas cilvēkiem un iekārtām	Iespējamie konstrukciju vai ēku veidi
30	Atbalsta konstrukciju sabrukšana, negadījuma izplatīšanās risks	Rūpnieciskās iekārtas un konstrukcijas
15	Ēku daļēja sabrukšana, neatgriezenisku bojājumu risks	Noteiktam pārspiediena līmenim pielāgotas rūpnieciskās ēkas un būves
10	Augstākais pārspiediens pie rūpnīcas robežām, kas ir projektēšanas sākumpunkts	

⁷ Tabulā ir iekļauta kombinācija no vairākiem avotiem, piemēram: WTP55, Techniques for Assessing Industrial Hazards by World Bank Hatton, A.P. and Halfdanarson, 1982; Stoll and Chianta, 1969 LaChance, J (2009). Sandia National Laboratories, Risk-informed separation distances for hydrogen refuelling stations. International Journal of Hydrogen Energy, 34. sēj., 5838.–5845. lpp.

5	Nelieli bojājumi ēku konstrukcijām un traumu risks	Ēkas un zonas, kur parasti uzturas cilvēki
----------	--	--

Citas ar pārspiedienu saistītas sekas var redzēt 7.tabulā.

7. tabula. Citas ar pārspiedienu saistītas sekas⁸.

Ietekme, sākoties pārspiedienam		Paredzamie bojājumi
Bar	Pa	
0,003	300	Skalš troksnis (143 dB); skaņas triecienviļņa izraisīta stikla plīšana.
0,01	1000	Tipisks spiediens stikla plīšanai.
0,03	3000	Ierobežoti nelieli strukturāli bojājumi.
0,03	3000	Saplīst 50 % stiklu
0,04	3500	Logi parasti saplīsuši; daži logu rāmju bojājumi.
0,05	5000	Nelieli bojājumi ēkas konstrukcijām.
0,07	7000	Dalēja ēku sagraušana; nav derīgas dzīvošanai.
0,07	7000	Gofrēti metāla paneli neiztur un saliecas. Ieliecas dzīvojamo ēku koka paneli.
0,07	7000	Lidojošu stiklu un citu lausku radītas vieglas līdz smagas brūces.
0,01	10000	Dzirdes bojājumi
0,15	15000	Ēku sienu un jumtu dalēja sabrukšana.
0,15	15000	Sagrautas nestiegrota betona vai izdedžu betona bloku sienas.
0,16	16000	Mirstība 1 %
0,17	17000	Bungādiņu plīsuma biežums ekspozīcijai pakļautajiem iedzīvotājiem 1–90 %.
0,17	17000	Ēku ķieģeļu mūra sagrūšana 50 %.
0,20	20000	Tērauda karkasa ēkas deformētas un atrautas no pamatiem.
0,35	35000	Lūst koka elektrības stabi.
0,35	35000	Gandrīz pilnībā sagrūst ēkas.
0,50	50000	Apgāžas piekrauti vilciena vagoni.
0,60	60000	Sagrūst piekrauti vilciena vagoni.
0,70	70000	Iespējama pilnīga ēku iznīcināšana.
1	100000	Letalitātes diapazons (1–99 %) pakļautajai populācijai tieša sprādziena iedarbības dēļ
3	300000	Letalitāte 95 %

Izkliedes modelēšanai ieteicams izmantot AEGL (akūtas ekspozīcijas orientējošie līmeņi) vērtības. AEGL vērtību definīcijas ir sniegtas 8. tabulā. AEGL vērtības katrai vielai ir noteiktas trim dažādām koncentrācijām un pieciem dažādiem ekspozīcijas laikiem (10 min, 30 min, 1 h, 4 h un 8 h). Tukes vadlīnijās² ieteikts seku analīzē izmantot AEGL-2 un AEGL-3 ar ekspozīcijas laiku 10 un 30 minūtes.

⁸ Tabulā ir iekļauta kombinācija no vairākiem avotiem, piemēram:

American Institute of Chemical Engineers (1994)

Lees, Frank P. 1980. Loss Prevention in the Process Industries, Vol. 1. London and Boston: Butterworths

The Effects of Nuclear Weapons, Third Edition, 1977, Compiled and edited by Samuel Glasstone and Philip J. Dolan

8. tabula. Akūtas ekspozīcijas orientējošie līmeņi (AEGL) un to ietekme uz vispārējo populāciju.

Akūtas ekspozīcijas orientējošie līmeņi	Kaitīgā ietekme
AEGL-1	Ievērojams diskomforts, kairinājums vai noteikta asimptomātiska, nejūtama ietekme. Tomēr šī ietekme neizraisa invaliditāti, ir pārejoša un atgriezeniska pēc ekspozīcijas pārtraukšanas
AEGL-2	Neatgriezeniska vai cita smaga un ilgstoša nelabvēlīga ietekme uz veselību vai traucēta spēja izglābties.
AEGL-3	Dzīvībai bīstama ietekme uz veselību vai nāve

Amonjaka AEGL vērtības ir norādītas tālāk (9.tabula).

9. tabula. AEGL vērtības amonjakam³.

AEGL vērtības amonjakam	Koncentrācija
AEGL-1	30 ppm / 10 min 30 ppm / 10 min
AEGL-2	220 ppm / 10 min 220 ppm / 30 min
AEGL-3	2700 ppm / 10 min 1600 ppm / 30 min

AEGL-2 vērtību izmanto vietās, kur regulāri uzturas daudz cilvēku (tirdzniecības centri, daudzdzīvokļu mājas, sporta zāles u. c.) vai teritorijās vietās, kur cilvēkiem var būt ierobežotas iespējas pasargāties no gāzes iedarbības, piemēram, veselības aprūpes iestādēs, skolās un dienas aprūpes centros.

AEGL-3 vērtību piemēro mazāk sensitīvām zonām, kur cilvēkiem ir labākas iespējas meklēt patvērumu telpās vai pamest gāzes mākoņa ietekmēto zonu. Šādās situācijās bieži vien var efektīvāk novērst smagu ietekmi uz veselību.

3.5 Modelēšanas programmatūra

Izkliedes modelēšana tika veikta, izmantojot DNV GL izstrādāto programmatūras Phast versiju 9.1. Phast tiek uzskatīta par precīzu programmatūru, ko izmanto seku modelēšanai apstrādes rūpniecībā. Modelēšanā ar programmatūru var ņemt vērā, piemēram, laikapstākļus, ainavu, materiālus, apstrādes apstākļus, vēlamo spiediena un siltuma starojuma līmeni.

3.6 Seku analīze

Modelēšanas programmā ievadītie ievades dati cita starpā ietver:

- noplūdes cauruma diametru;
- noplūdes augstumu;
- novērošanas augstumu;
- uzpildes pakāpi;

- noplūdes tvertnes izmērus;
- šķēršļu blīvumu, ierobežotu telpu vai līdzīgus faktorus, kas būtiski ietekmē rezultātus.

Izejas vērtības, ko var iegūt seku modelēšanas rezultātā:

- emisijas/iztvaikošanas ātrumi;
- viegli uzliesmojošas vai toksiskas vielas masa gāzes mākonī;
- laiks, kas pagājis kopš viegli uzliesmojoša vai toksiska mākoņa (noplūdes laiks).

Kā rezultātu skatīšanas augstumu parasti izvēlas 1,5–2 metrus, kas atbilst vidēja cilvēka auguma garumam. Šajā modelēšanā tika izvēlēts 1,5 m skatīšanās augstums.

3.7 Negadījumu scenāriji un rezultāti

Tika modelēti divi dažādi scenāriji: amonija hidroksīda noplūde un dabasgāzes noplūde. Dabasgāzes noplūde tika modelēta kā 100 % metāna noplūde.

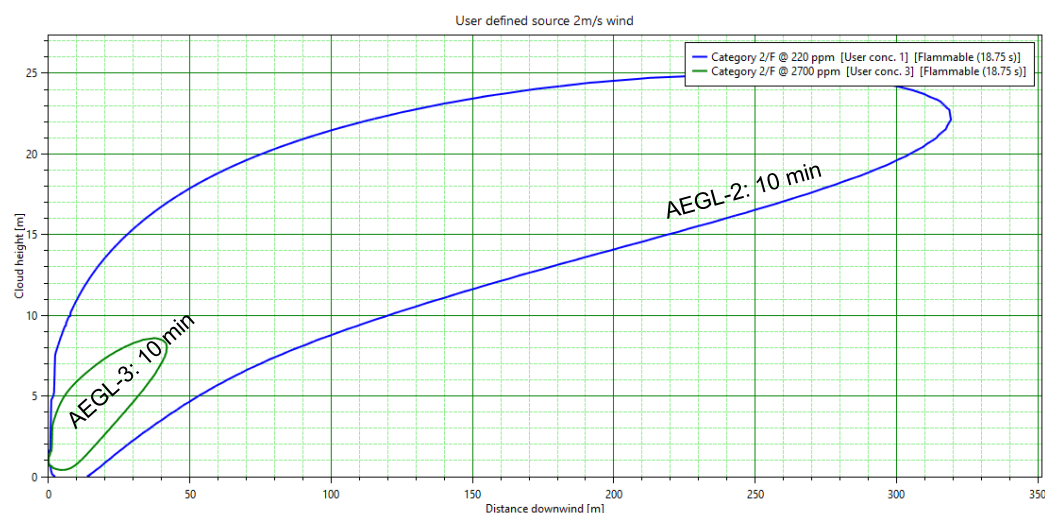
3.7.1 1. situācija. Amonija hidroksīda noplūde

Pieņemts, ka amonija hidroksīds (60 m³) ir ar 25 % koncentrāciju. Pieņemts, ka noplūde tiek savākta 5,4 m × 8,6 m = 46,4 m² padziļinājumā apkārt tvertnei. 10.tab. parāda amonjaka iztvaikošanas ātrumus no baseina, pie maksimālajiem iztvaikošanas laikiem (60 m³ amonjaka pilnībā iztvaikojis).

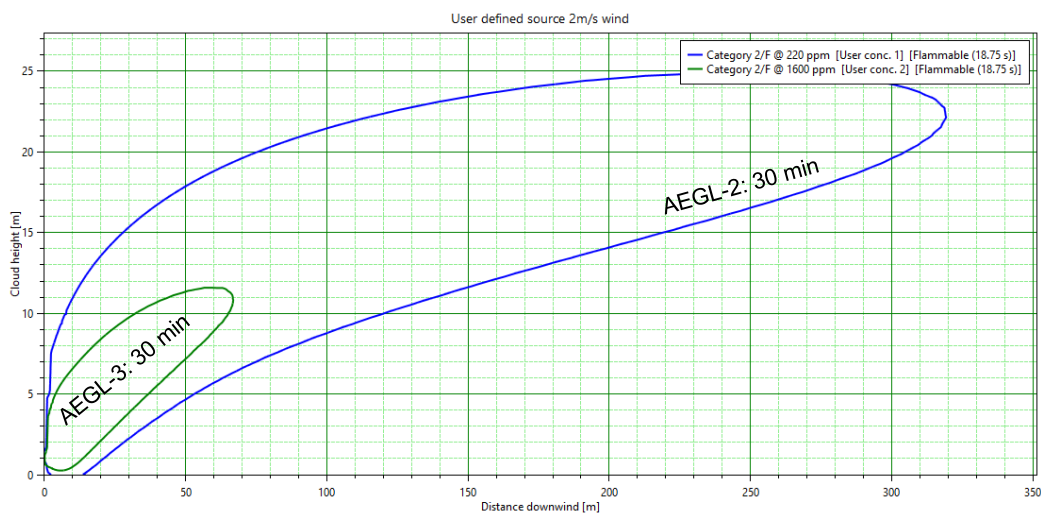
10. tabula. Amonjaka iztvaikošanas ātrumi un kopējais iztvaikošanas laiks atšķirīgiem vēja ātrumiem.

Vēja ātrums	Iztvaikošanas ātrums [kg/s]	Kopējais iztvaikošanas laiks [h]
2 m/s	0,125	122
5 m/s	0,254	60

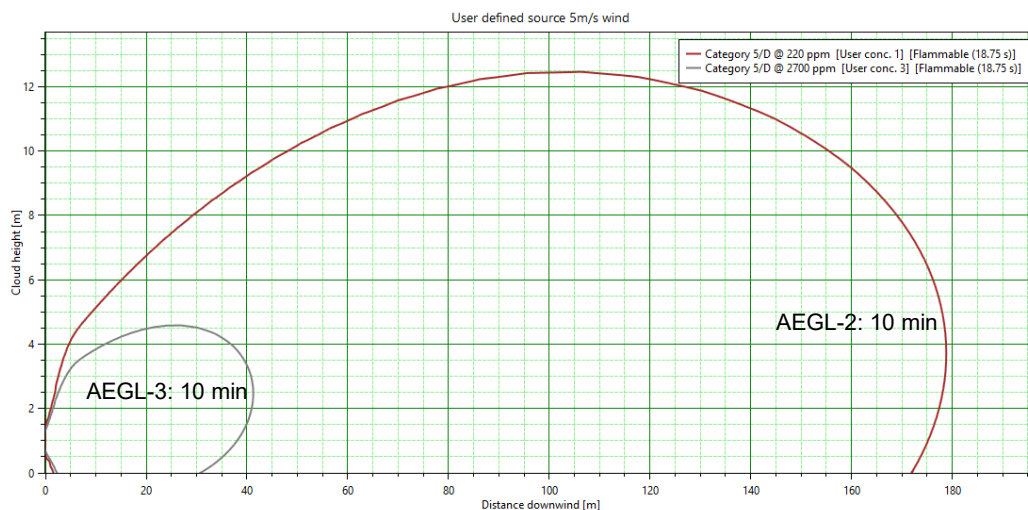
Lielāks vēja ātrums palielina amonjaka iztvaikošanas ātrumu. **Error! Reference source not found..** attēlos ir redzama amonjaka izkliedes mākoņa koncentrācija atbilstoši attālumam no noplūdes vietas. Ar 2 m/s vēju izkliedētais mākonis paceļas augšup, bet ar 5 m/s vēju tas tiek izkliedēts līdzī vējam. 11.tabulā ir redzamas dažādas koncentrācijas dažādos vēja apstākļos.



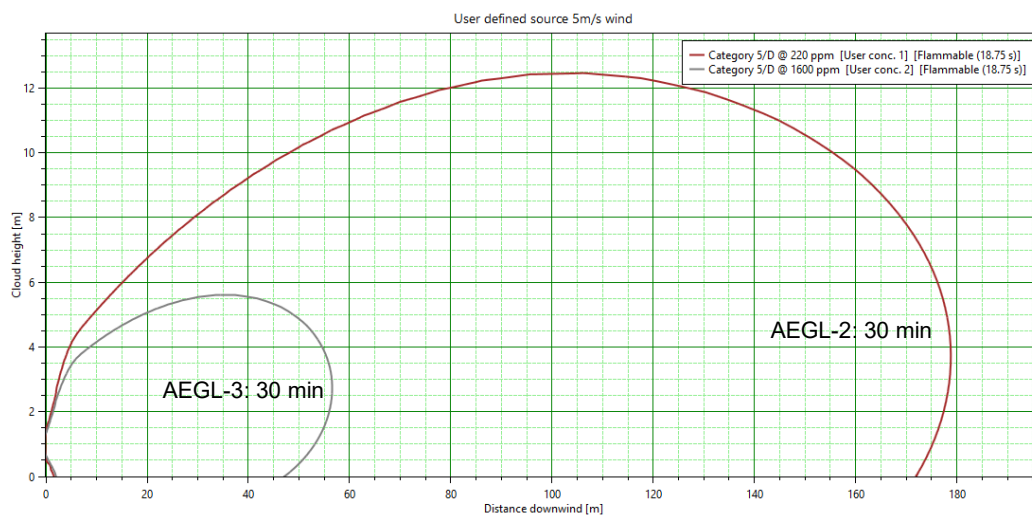
3. attēls. Ar amonjaku AEGL saistītās koncentrācijas (AEGL-2 10 min: 220 ppm un AEGL-3 10 min: 2700 ppm) ar vēja ātrumu 2 m/s.



4. attēls. Ar amonjaku AEGL saistītās koncentrācijas (AEGL-2 30 min: 220 ppm un AEGL-3 30 min: 1600 ppm) ar vēja ātrumu 2 m/s.



5. attēls. Ar amonjaku AEGL saistītās koncentrācijas (AEGL-2: 10 min: 220 ppm un AEGL-3 10 min: 2700 ppm) ar vēja ātrumu 5 m/s.

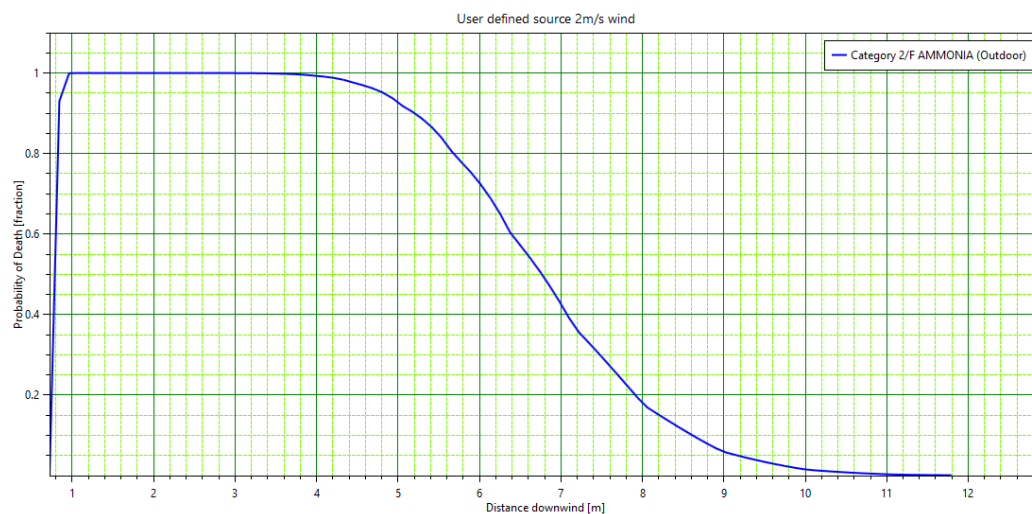


6. attēls. Ar amonjaku AEGL saistītās koncentrācijas (AEGL-2 30 min: 220 ppm un AEGL-3 30 min: 1600 ppm) ar vēja ātrumu 5 m/s.

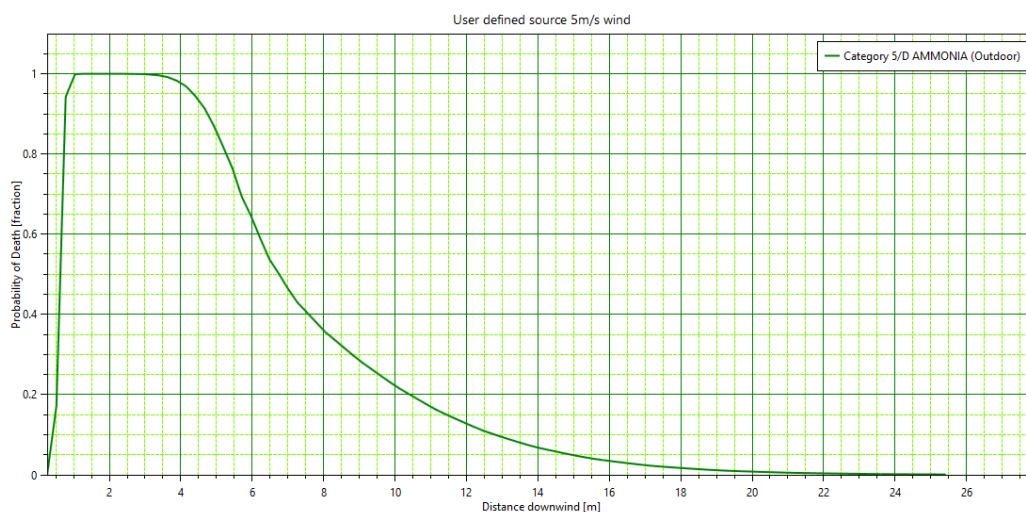
11. tabula. Ar amonija hidroksīda noplūdi AEGL saistītās koncentrācijas (30 min: 220 ppm un 1600 ppm) ar divām dažādām vēja/stabilitātes klasēm (2F = stabils ar 2 m/s vēju, 5F = neitrāls ar 5 m/s vēju).

AEGL līmenis un ekspozīcijas laiks	Akūtas ekspozīcijas līmenis [ppm]	Attālums no izplūdes vietas zemes līmenī 1,5 metri [m]	
		2/F	5/D
AEGL-2 (10 min)	220	24	176
AEGL-2 (30 min)	220	24	176
AEGL-3 (10 min)	2700	14	40
AEGL-3 (30 min)	1600	17	55

Amonjaka izkliedes sekas var tikt raksturotas ar letalitātes varbūtību. 1 % letalitātes varbūtība iespējama – 10 m attālumā no noplūdes vietas pie 2 m/s vēja ātruma un 19 m attālumā pie 5 m/s vēja ātruma (7.attēls, 8.attēls, 9. attēls, 10. attēls un 12.tabula).



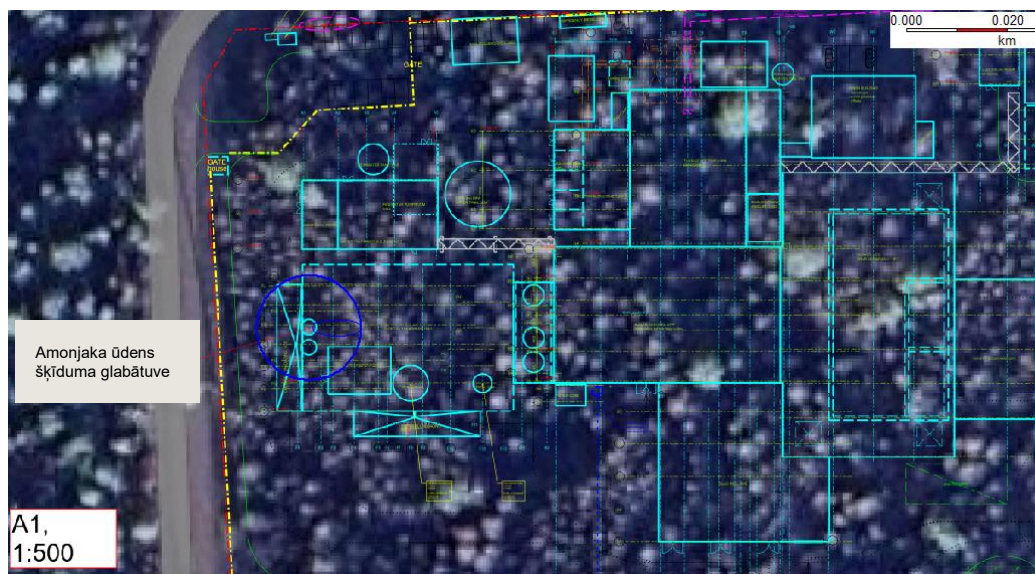
7. attēls. Letalitātes varbūtība amonjaka izkliedes ietekmē (vējš 2 m/s).



8. attēls. Letalitātes varbūtība amonjaka izkliedes ietekmē (vējš 5 m/s).

12. tabula. Attālumi līdz 1 % letalitātei no amonjaka izkliedes vietas dažādām vēja/stabilitātes klasēm (2F = stabils ar vēja ātrumu 2 m/s, 5F = neitrāls ar vēja ātrumu 5 m/s).

Letalitātes varbūtība	Attālums no izplūdes vietas zemes līmenī 1,5 metri [m]	
	2/F	5/D
1 %	10	19



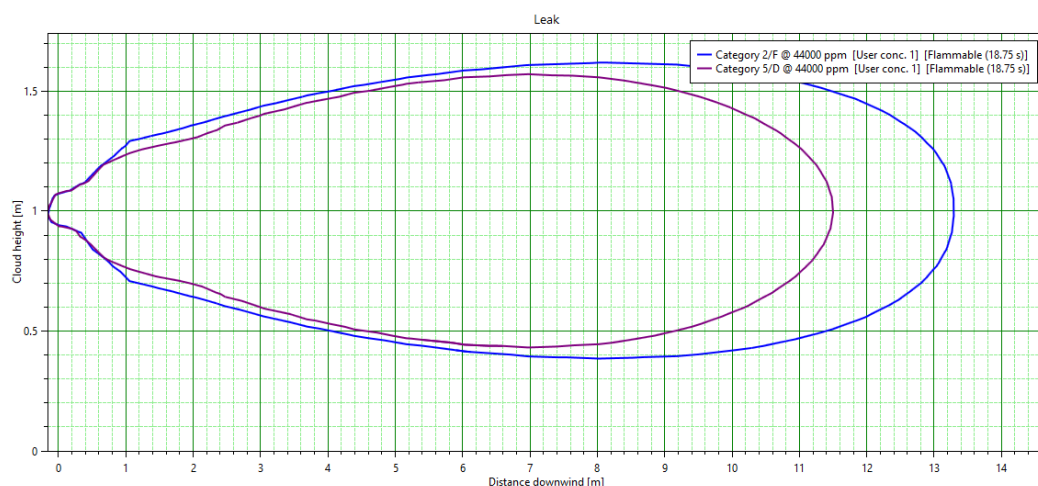
9. attēls. Attālums (zils = 10 m) līdz 1 % letalitātei no amonjaka izkliedes vietas ar vēja ātrumu 2 m/s. Mazākais zilais laukums parāda varbūtību tikai ar vienu vēja virzienu (vējš no rietumiem uz austrumiem).



10. attēls. Attālums (zaļš = 19 m) līdz 1 % letalitātei no amonjaka izkliedes vietas ar vēja ātrumu 5 m/s. Mazākais zaļais laukums parāda varbūtību tikai ar vienu vēja virzienu (vējš no rietumiem uz austrumiem).

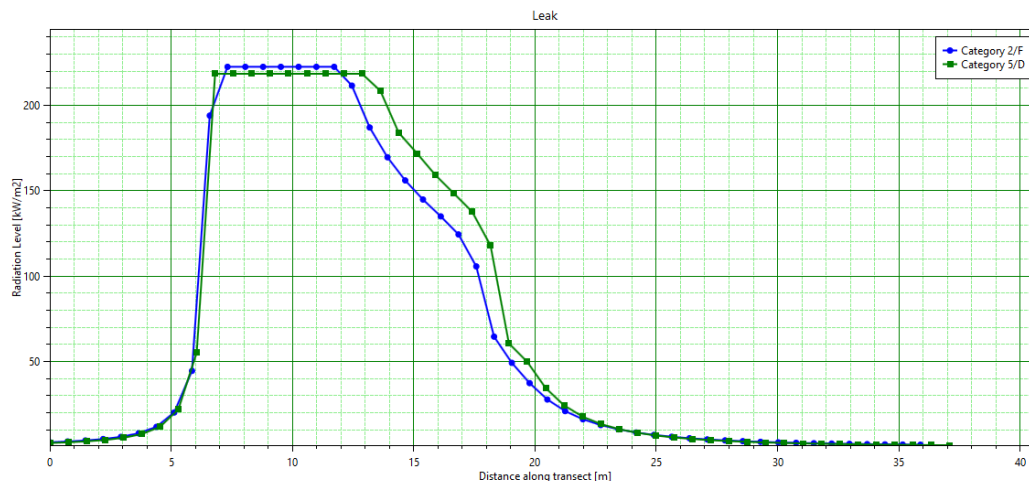
3.7.2 2. situācija. Dabaszāzes noplūde

Tika pieņemts, ka dabaszāze noplūst no caurules ar 202 mm (iekšējo) diametru. 10 % šīs caurules šķēsgriezuma laukuma atbilst 64 mm apaļam noplūdes caurumam. Gāzes spiediens bija 5 bāri_g un temperatūra 15 °C. Noplūde tika modelēta kā 100 % metāns. Metāns, sasniedzot 100 % LFL (apakšējo uzliesmošanas robežvērtību), izplatās 11–10 metru attālumā no noplūdes vietas (novērošanas augstums 1 m, 11.attēls).



11. attēls. Metāna izkliedes mākonis kā 100 % apakšējā uzliesmošanas robežvērtība (44 000 ppm).

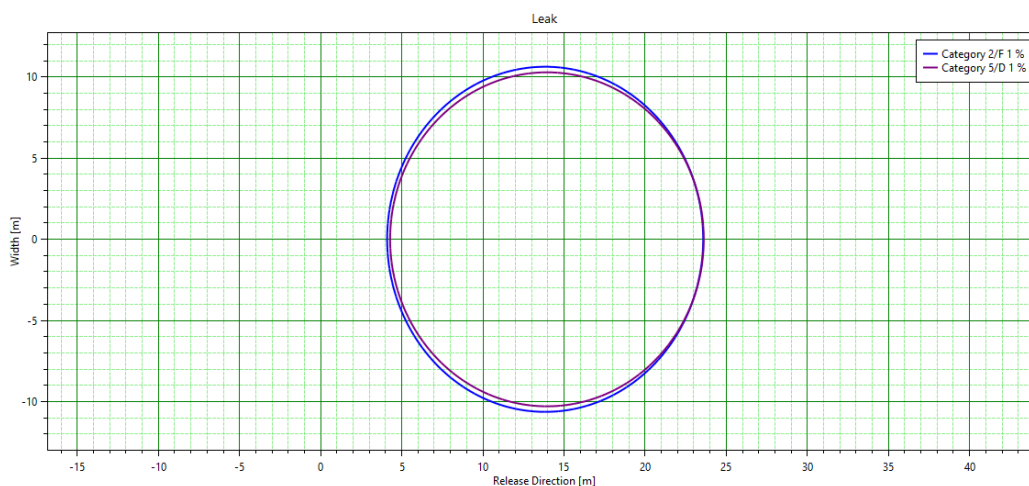
Metāna noplūde var aizdegties un veidot strūklveida ugunsgrēku. Strūklveida ugunsgrēks var izraisīt termisku starojumu, kas sasniedz 24–29 metrus (12. attēls un **Error! Reference source not found.** tabula, 3–8 kW/m²). 24 metru attālumā ir iespējama 1 % letalitātes varbūtība (13. tabula).



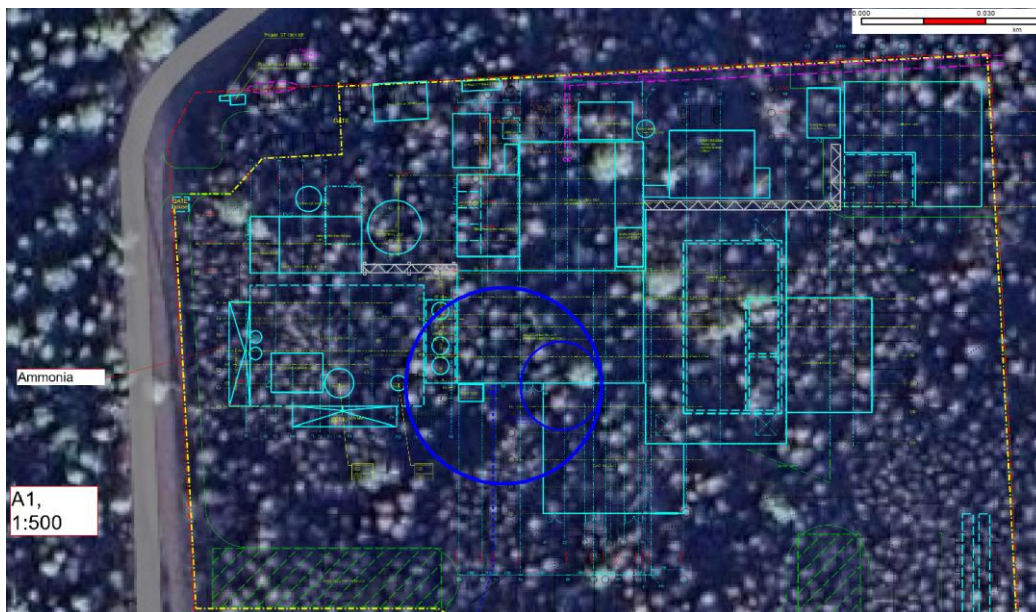
12. attēls. Metāna strūklveida ugunsgrēka termiskā starojuma līmeņi sānprofilā (vējš 2 m/s un 5 m/s).

13. tabula. Strūklveida ugunsgrēka termiskā starojuma attālumi ar divām dažādām vēja/stabilitātes klasēm (2F = stabils ar 2 m/s vēju, 5F = neitrāls ar 5 m/s vēju).

Termiskais starojums [kW/m ²]	Attālums no izplūdes vietas zemes līmenī 1,5 metri [m]	
	2/F	5/D
3	29	29
5	26	26
8	24	24

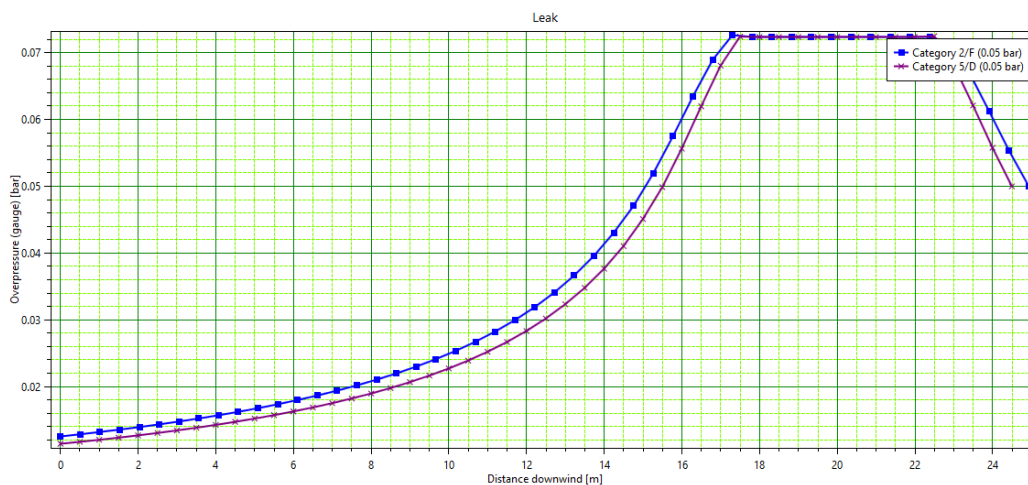


13. attēls. Metāna strūklveida ugunsgrēka izraisītās 1 % letalitātes varbūtības attālums (vējš 2 m/s un 5 m/s).



14. attēls. Metāna strūkļveida ugunsgrēka izraisītās 1 % letalitātes gadījumu iespējamības attālumš (vējš 2 m/s). Mazākais zilaš aplš parāda varbūtību tikai ar vienu vēja virzienu (vējš no rietumiem uz austrumiem).

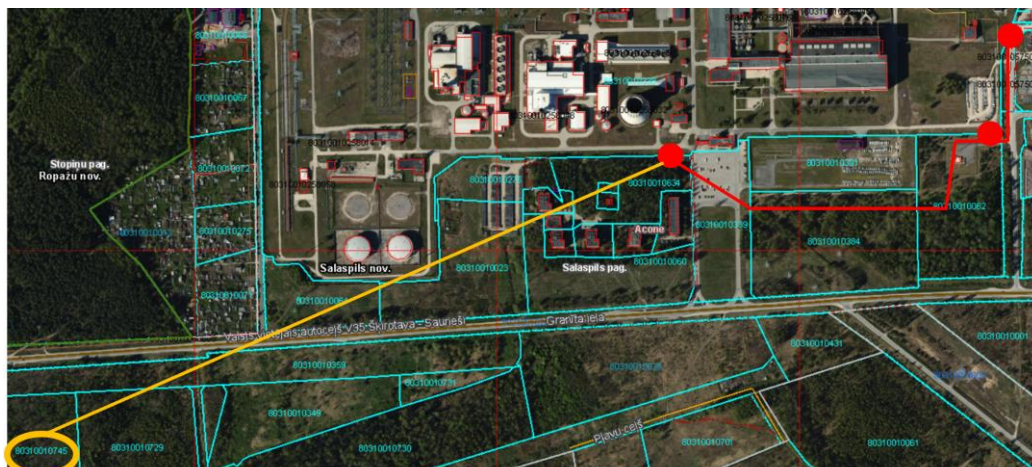
Izkliedēts metāna mākonis var aizdegties un izraisīt sprādzienu. Sprādziena pārsplēdiens var sasniegt 25 metrus 5 kPa spiediena apstākļos (15.attēls).



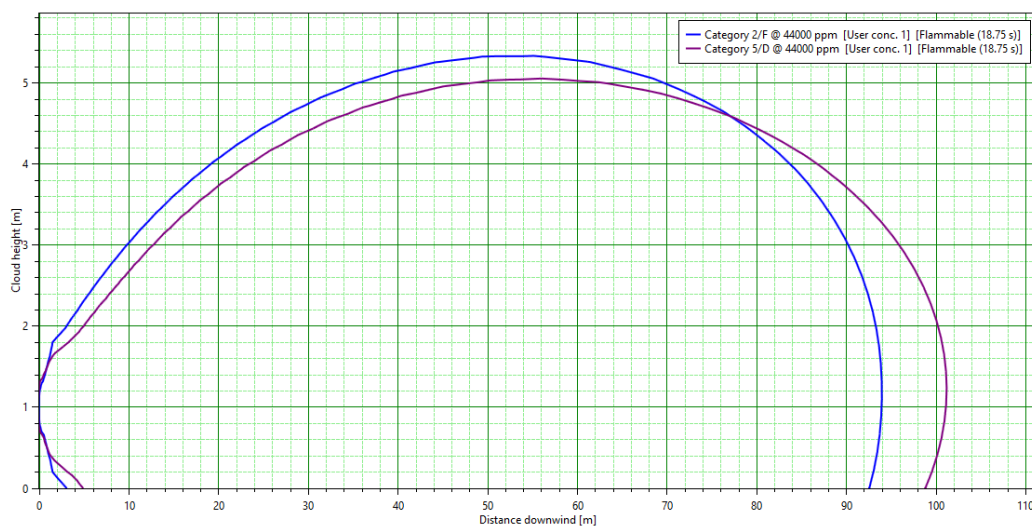
15. attēls. Metāna sprādziena pārsplēdiens atkarībā no attāluma līdz noplūdes vietai (vējš 2 m/s un 5 m/s).

3.7.3 2.situācija. Dabassgāzes noplūde no TEC-2 gāzes cauruļvadiem

Pēc pieprasījuma tika novērtēta iespējamās dabassgāzes noplūdes ietekme no Rīgas TEC-2 ar dabassgāzi darbināmas elektrostacijas teritorijā uz Gren Latvija SIA ražotni. Pieņemts, ka dabassgāze noplūst no cauruļvada ar 600 mm diametru (TEC-2 gāzes cauruļvadi attēloti **Error! Reference source not found.** attēls). 10 % no šī cauruļvada šķērsgrēzuma laukuma atbilst apaļai noplūdes atverei ar 190 mm diametru. Gāzes spiediens bija 16 bar(g), bet temperatūra – 15 °C. Noplūde tika modelēta kā 100 % metāns. Metāna koncentrācija, kas atbilst 100 % no zemākās uzliesmojamības robežas (LFL), sasniedz 94–100 m attālumā no noplūdes vietas (17.attēls un 18.attēls).



16.attēls: TEC-2 gāzesvads (sarkanā līnija) un Gren Latvija SIA ražotne (dzeltenais aplis).

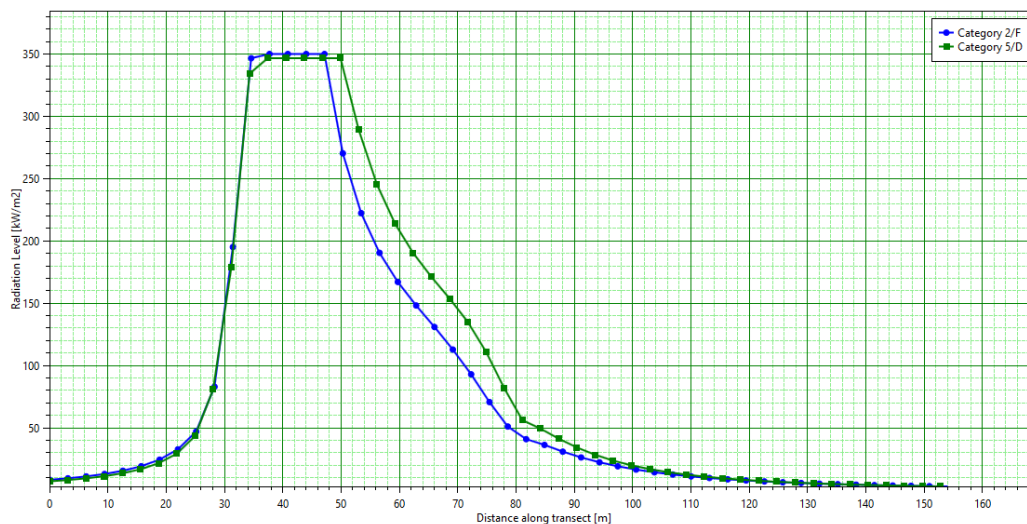


17.attēls: Ar TEC-2 noplūdi saistīts metāna izkliedes mākonis kā 100% zemākā uzliesmojamības robeža (44 000 ppm).

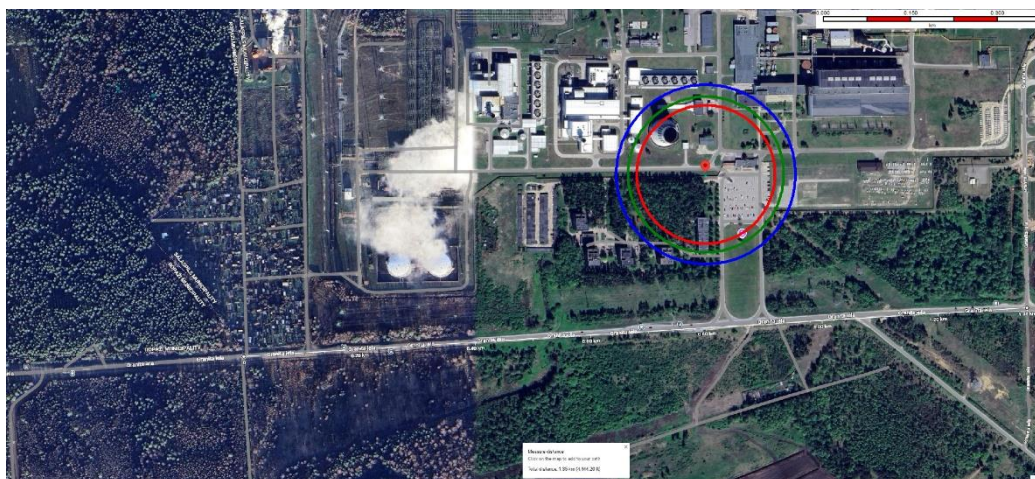


18.attēls: Ar TEC-2 noplūdi saistīts metāna dispersijas mākonis kā 100% zemākā uzliesmojamības robeža (44 000 ppm), kas redzama iepriekš.

Metāna noplūde var aizdegties un izraisīt ugunsstrūklu. Strūklas liesmas var izraisīt siltumstarojumu, kas sasniedz 119–154 metrus (19. attēls, 20. attēls un 14. tabula, 3-8 kW/ m²). 1% letalitātes varbūtība ir 115 metru attālumā (21.att.).



19. attēls: Ar TEC-2 noplūdi saistīti metāna strūklas liesmu siltumstarojuma līmeņi sānskatā (2 m/s un 5 m/s vējš).



20. attēls: Ugunsstrūklas siltumstarojuma iedarbības attālumi (sarkans = 8 kW/m², zaļš = 5 kW/m² un zils = 3 kW/m²) ar 2 m/s vēju.

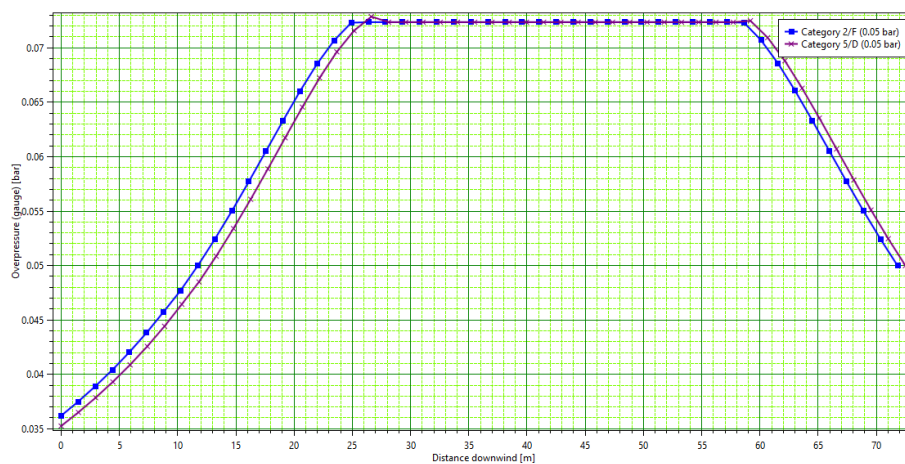
13. tabula: Ugunsstrūklas siltumstarojuma iedarbības attālumi pie divām atšķirīgām vēja / atmosfēras stabilitātes klasēm (2F = stabila atmosfēra ar vēja ātrumu 2 m/s, 5F = neitrāla atmosfēra ar vēja ātrumu 5 m/s).

Termiskais starojums [kW/m ²]	Attālums no noplūdes vietas zemes līmenī 1,5 metri [m]	
	2/F	5/D
3	154	153
5	134	134
8	119	120



21. attēls: Ar TEC-2 saistītā noplūdē metāna ugunsstrūklas izraisītas 1% letalitātes varbūtības attālums (vēja ātrums 2 m/s un 5 m/s).

Izkliedēts metāna mākonis var aizdegties un izraisīt sprādzienu. Sprādziena radītais virsspiediens 5 kPa līmenī var sasniegt līdz 72 m attālumu (22. attēls un 23. attēls)



22. attēls: Ar TEC-2 saistītā noplūdē metāna sprādziena virsspiediens atkarībā no attāluma no noplūdes vietas (vēja ātrums 2 m/s un 5 m/s).



23. attēls: Ar TEC-2 saistītā noplūdē metāna sprādziena virsspiediens atkarībā no attāluma no noplūdes vietas (vēja ātrums 2 m/s), kā parādīts iepriekš.

4 Kopsavilkums

Šajā seku analīzē tika analizēta amonija hidroksīda un dabasgāzes noplūdes Gren Latvija SIA rūpnīcā Rīgā, Latvijā. Amonija hidroksīds, kas ir 25% koncentrācijā, atrodas noslēgtā tvertnē. Amonija hidroksīda noplūdes rezultātā, amonjaks iztvaikotu no šķidruma virsmas un tās izkliedes ātrums bija lielāks ar vēju 5 m/s. Modelī vēja apstākļu ietekmē iespējamā 1 % letalitātes varbūtība bija 10–19 metru attālumā.

Dabasgāzes noplūde tika modelēta kā metāna noplūde. Metāna noplūde var izraisīt strūklveida ugunsgrēku vai sprādzienu. Strūklveida ugunsgrēks var izraisīt 1 % letalitātes varbūtību 24 metru attālumā, un sprādziena pārspiediens var sasniegt 25 metrus no noplūdes vietas kā 5 kPa pārspiediens.

Jāuzsver, ka šajā analīzē nav novērtēts analizēto scenāriju faktiskais risks, bet gan analizēta šādu scenāriju ietekme, ja tie notiek un turpinās bez jebkādas iejaukšanās. Nodrošinot vairāklīmeņu aizsardzību noplūžu mazināšanai un to seku ierobežošanai, atlikušais risks tiks samazināts līdz pieļaujamam līmenim. Šo noplūdes scenāriju atlikušie riski jānovērtē, izmantojot atsevišķas riska novērtēšanas procedūras, piemēram, HAZID vai HAZOP.

Pamatojoties uz šīs analīzes rezultātiem, var secināt, ka scenārijs, kurā gāzes noplūde (kas varētu izraisīt strūklas ugunsgrēku vai gāzes tvaika mākoņa sprādzienu) mehānisku bojājumu dēļ izraisītu noplūdi amonija hidroksīda krātuvē, tādējādi ietekmējot ārpus objekta robežām ("domino efekts"), ir ļoti maz ticams.

Tika novērtēta arī iespējama ar TEC-2 saistīta dabasgāzes noplūdes ietekme uz Gren Latvija SIA ražotni. Ugunstrūklas gadījumā 1 % letalitātes varbūtība ir līdz 115 m attālumā, savukārt sprādziena radītais virsspiediens 5 kPa līmenī var sasniegt 72 m attālumu no noplūdes vietas. Šie seku iedarbības attālumi Gren Latvija SIA ražotnes teritoriju nesasniedz.

1. pielikums. Dokumenta autors



Ismo Talka

HSE SPECIĀLISTS

Pamatojoties uz aprēķiniem un modelēšanu, Ismo Talka ir izstrādājis CFD simulācijas lielas avārijas riskam. Šajos klienta projektos ir iekļauti termiskā starojuma novērtējumi ugunsgrēka gadījumos, ķīmisko vielu izkliede, sprādziena izpausmes izmēru noteikšana un pārspiediena līmeņi.

Ismo ir ieguvis lietišķā fizika grādu Jiveskiles Universitātes atjaunojamās enerģijas studiju programmā un cita starpā strādājis par konsultantu rūpniecībā. Tālāk ir norādīti vairāk nekā 7 darba gadu laikā izstrādātie seku modelēšanas projekti.

AFRY Finland Oy, HSE speciālists 04.2023. ->

- Sēra dioksīda gāzes izkliede
- Aukstumaģenta R1234 ATEX modelēšana
- Ēdeņraža un metāna noplūdes (baseina/strūklveida ugunsgrēka termiskais starojums, gāzes izkliede, sprādziens)
- Biogāzes glabāšanas stacijas ķīmiskās drošības modelēšana
- Amonjaka, hlora, hlora dioksīda dispersiju analīze
- 1,3-butadiēna, akrilnitrila, n-butilakrilāta un stirola reaktora ugunsgrēka un dispersijas analīze
- Ar zaļo tērauda saistīto seku analīzes vairākiem klientiem, ēdeņradis
- H-Flex-E rūpnīcas seku modelēšana
- Transformatoru rūpnīcas risku analīze un seku analīze, transformatoru eļļa, petrolejas baseinu ugunsgrēki
- Ēdeņraža cauruļvada noplūžu un avārijas aizdegšanās seku analīze
- LBG seku analīze biogāzes stacijai
- Sprādziens gāzes turbīnas elektrostacijā un sekas, pilsētas plānošanas opciju novērtēšana
- Ēdeņraža projekta lielas avārijas riska novērtējums
- PEKILLO mikoproteīnu ražošanas iekārtas negadījumu bīstamības modelēšana
- Slāpekļskābes glabāšanas un izkraušanas seku analīze
- Naftas krātuves ugunsgrēka un sprādziena modelēšana (3000/2x5000 m³) spēkstacijas objektam
- Kobalta pārstrādes rūpnīcas seku modelēšana (sērskābe, ēdeņraža hlorīds, petroleja un ēdeņraža peroksīds) un provizorisks telpu klasifikācija NFPA70, 497 un 499
- Jaunās transformatoru rūpnīcas HSE ievada un seku analīze
- Provizorisks bīstamības attālumi P2X ēdeņraža ražošanai
- Divu jauno biogāzes rūpnīcu seku modelēšana saskaņā ar ķīmisko vielu atļauju
- Sprādziens gāzes savākšanas sistēmā
- Procesu sūkņa detonācija
- Viskija noliktavas ugunsgrēka termiskā starojuma modelēšana
- Termiskais starojums atkritumu kaudzes ugunsgrēka gadījumā
- Stirola apvaļņa ugunsgrēks
- Ēdeņraža noplūžu (vertiņu, cauruļvadu) seku analīze
- Divu degšanu termiskā starojuma līmeņi
- Ēdeņraža izmantošanas seku analīze tiešās reducēšanas dzelzs un elektrotērauda rūpnīcā
- LNG termināļa seku analīze

- Kuģu būvētavas acetilēna degvielas uzpildes stacijas smagu negadījumu modelēšana
- Sēra koncentrāta degšanas seku analīze
- PVA tvertnes putekļu eksplozija
- Toksisko mākoņu izkļiedes modelēšana no zemes uzliesmojumiem
- Dabaszāzes cauruļvadu noplūdes un seku modelēšana
- Saspiesta gaisa tvertnes plīsums, pārspiediens telpās
- Reaktora sprādziens
- Metāna un ūdeņraža seku analīze
- Seku analīze e-metāna un e-SAF procesu rūpnīcām
- Amonjaka izkraušana no vilciena, gāzes dispersijas analīze
- Metāna, ūdeņraža un metanola seku analīze
- Atkritumu poligona ugunsgrēks un tā termiskā starojuma sekas
- CO₂ cauruļvada noplūdes modelēšana
- Amonjaka noplūdes sekas

Projekti 10.2018.–03.2021.

- Termināļa zonas gāzes izplatības analīze, izmantojot CFD, MTBE mākonī, dažādus vēja un konstrukciju novērtējumus.
- Vairāku baseinu un tvertņu ugunsgrēku analīze jaunajā terminālī, CFD
- Baseina un tvertnes ugunsgrēka termiskais starojums
- Dīzeldegvielas baseina termiskā analīze
- Vairāku baseinu un tvertņu ugunsgrēku analīze jaunajā terminālī, CFD
- Baseina un tvertnes ugunsgrēka termiskais starojums
- Baseina un tvertnes ugunsgrēka termiskais starojums, dīzeldegviela, benzīns
- Ogļūdeņraža degšanas termiskā slodze uz termisko aizsardzību (sūkņu stacija), CFD
- Degšanas un gāzes sprādziena negadījuma butilakrilāta tvertnē novērtējums un modelēšana, CFD
- Ķīmiskās noplūdes (āra) un ķīmiskās tvertnes sprādziena seku analīze, CFD+lāzera skenēšana
- Baseina un tvertnes ugunsgrēka starojuma intensitātes aprēķini, CFD

Projekti 01.2012.–12.2014.

- 3x2000 m³ koksnes granulu tvertnes bīstamības novērtējuma pētījums, degšanas, dūmgāzu, termiskā starojuma, sprādzienu pētījumi, izmantojot CFD
- 4x1000 m³ koksnes granulu tvertnes bīstamības novērtējuma pētījums, degšanas, dūmgāzu, termiskā starojuma, sprādzienu pētījumi, izmantojot CFD
- 7500 m³ smagās naftas tvertnes pārveidošana par vieglās naftas tvertni, bīstamības novērtējuma pētījums, degšanas, dūmgāzu, termiskā starojuma, sprādzienu pētījumi
- 1000 m³ aukstā ūdens tvertnes pārveidošana par vieglās naftas tvertni, bīstamības novērtējuma pētījums, degšanas, dūmgāzu, termiskā starojuma, sprādzienu pētījumi
- 4000 m³ vieglās naftas tvertnes sprādziena pētījums, ventilējams sprādziens, ārēju spiediena viļņu ietekmes samazināšana pilsētvidē
- 1500 m³ koksnes granulu tvertņu bīstamības novērtējuma pētījums, degšanas, dūmgāzu, termiskā starojuma, sprādzienu pētījumi
- 1000 m³ koksnes granulu tvertņu bīstamības novērtējuma pētījums, degšanas, dūmgāzu, termiskā starojuma, sprādzienu pētījumi

Amati

2023.–	AFRY Finland Oy, HSE speciālists
2021.–2023.	Rand Simulation Oy, vecākais CFD speciālists
2018.–2021.	Pinja Oy, projektu inženieris
2017.–2018.	Ericsson, vecākais termiskās izstrādes speciālists
2014.–2017.	ABB, vecākais projektēšanas inženieris Pētniecības un attīstības jomā
2011.–2014.	Elomatic Oy, modelēšanas speciālists CFD
2007.–2011.	Numerola Oy, CFD speciālists
2006.–2007.	Jyväskylä universitāte, pētnieks