

1. EKSTREMALIOS SITUACIJOS IR RIZIKOS ANALIZĖ

Metodas.

Atliekant rizikos analizę ir vertinant galimas ekstremalias situacijas, remiamasi šiais teisės aktais:

1. Planuojamos ūkinės veiklos galimų avarijų rizikos vertinimo rekomendacijomis R41-02, patvirtintomis LR aplinkos ministro 2003 m. liepos 16 d. Nr. 367.
2. LR Vyriausybės 1992 m. gegužės 12 d. nutarimu Nr. 343 „Dėl specialiųjų žemės ir miško naudojimo sąlygų patvirtinimo“;
3. Magistralinių dujotiekių apsaugos taisyklėmis, patvirtintomis LR energetikos ministro 2010 m. liepos 16 d. įsakymu Nr. 1-213 (Žin., 2010, Nr. 87-4625).
4. Magistralinio dujotiekio įrengimo taisyklėmis, patvirtintomis LR energetikos ministro 2014 m. sausio 28 d. įsakymu Nr. 1-12

1.1 Identifikuoti pavojų šaltiniai

Planuojamos ūkinės veiklos objektas – magistralinio dujotiekio tarp Lenkijos ir Lietuvos Respublikos dalis Lietuvos Respublikoje. Magistralinių dujotiekių vamzdynų paskirtis – gamtinių dujų tiekimas aukšto slėgio (maksimalus darbinis slėgis MD leidžiamas iki 54 barų) požeminiais vamzdynais.

PŪV objektas yra išskaidomas į sudėtinės dalis - mazgus, iš kurių išskiriami potencialiai pavojingiausi: dujotiekio vamzdynas (pavojingiausios vamzdyno vietos - kur susikerta su keliais, automagistralėmis ir geležinkeliais) ir čiaupų aikštelės.

1.2 Pavojingos medžiagos

Gamtinės dujos yra netoksiškos (nenuodingos), bespalvės ir bekvapės (kvapą suteikia dirbtinai pridėtas odorantas), 1,5 karto lengvesnės už orą (gali susikaupti aukštesnėse patalpų ar teritorijos vietose), degios ir sprogios. Jų sudėtis: metanas (~ 97 %) , etanas (~ 1,1 %), azotas (~ 0,5 %), kiti komponentai (~ 0,4 %). Priklausomai nuo to kurioje Žemės vietoje gamtinės dujos yra išgautos procentinė sudėtis gali šiek tiek skirtis (omenyje turint SGD terminalu pateikiamas dujas), pateiktuoju atveju - kai dujos importuojamos iš Rusijos Federacijos.

1 lentelė. Pagrindinė metano informacija

Medžiaga	Metanas
Tarptautinė klasifikacija pagal EB	200-812-7
Tarptautinė klasifikacija pagal CAS	74-82-8
Molekulinė formulė	CH ₄
Klasifikacija ir ženklinimo informacija (EB reglamentas Nr. 1272/2008)	
Pavojingumo klasės ir kategorijos kodai	Flam. Gas 1 (Degiosios dujos) Press. Gas (Slėgio veikiamos dujos)
Pavojingumo frazės kodas pagal CLP reglamentą	H220: Ypač degios dujos

Dujų nuotėkių atvejais, susidarius pavojingos koncentracijos dujų-oro mišiniui gali įvykti gaisras arba sprogimas, dėl ko gali būti sužaloti žmonės, sugadintas turtas arba susidaryti ypatingoji

ekologinė situacija. Esant dujų nuotėkiui reikia vengti aukštos aplinkos temperatūros, elektrostatinės elektros iškrovų, kibirkščių ir kitų užsidegimo šaltinių.

Pirmosios pagalbos priemonės:

- išeiti, išnešti nukentėjusį iš uždujintos patalpos;
- atsagstyti apykaklę, pasirūpinti, kad patektų gryno oro;
- jei nukentėjusysis nesąmoningas, paguldyti ant šono, pasirūpinti, kad neužspringtų (jei vemia);
- esant reikalui daryti dirbtinį kvėpavimą bei išorinį širdies masažą;
- nepagerėjus savijautai, skubiai kviešti greitąją medicinos pagalbą, vežti į gydymo įstaigą.

Kadangi gamtinės dujos yra lengvesnės už orą, tai patekusios į aplinką, jos kyla į viršų ir greitai išsisklaido. Gamtinių dujų nuotėkis neužteršia dirvožemio ar vandens (paviršinio ir požeminio), tačiau ekologiniu požiūriu yra svarbus atmosferos oro teršalas, labai stipriai įtakojantis pasaulinę klimato kaitą.

1.3 Avarių priežastys ir dažniai

Didelę duomenų bazę apie nuotėkius magistraliniuose Europos dujotiekiuose turi EGIG (European Gas Pipeline Incident Data Group). Ši grupė šiuo metu vienija 17 dujų perdavimo magistraliniais dujotiekiais (MD) operatorių ir yra sukaupusi didelę duomenų bazę apie MD įvykusius dujų nuotėkius.

2 lentelė. Nuotėkių iš dujotiekių vamzdynų statistika pagal EGIG ataskaitą.¹

Periodas	Laiko intervalas, metais	Incidentų skaičius	Dujotiekio bendrasis veikimas* [km.yr]	Pažeidimų dažnis 1000 km/m
1970 - 2007	38	1173	$3.15 \cdot 10^6$	0.372
1970 - 2010	41	1249	$3.55 \cdot 10^6$	0.351
1971 - 2010	40	1222	$3.52 \cdot 10^6$	0.347
1981 - 2010	30	860	$3.01 \cdot 10^6$	0.286
1991 - 2010	20	460	$2.25 \cdot 10^6$	0.204
2001 - 2010	10	207	$1.24 \cdot 10^6$	0.167
2006 - 2010	5	106	$0.654 \cdot 10^6$	0.162

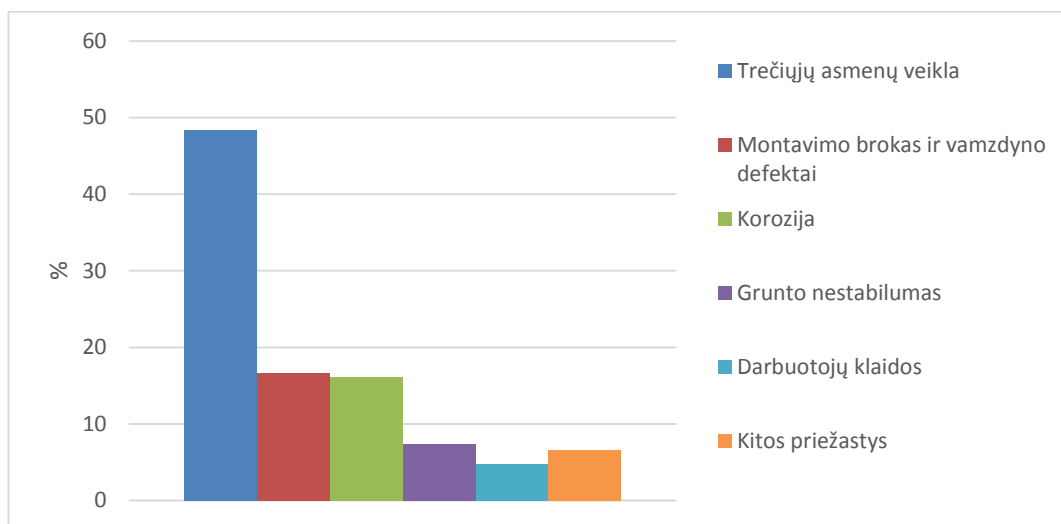
*Dujotiekio bendrasis veikimas yra išreiškiamas dujotiekio vamzdyno ilgio ir šio vamzdyno eksploatavimo laiku daugyba. Vidutinis bendras nuotėkių dažnumas dujotiekiuose yra 0,35 incidentų skaičiuojant 1000 km per metus (1970-2010 laikotarpyje).

EGIG išskiria pagrindines priežastis (3 lentelė), kurios lemia avarijas magistraliniuose dujotiekiuose. Pagrindinės priežastys dėl ko įvyksta avarijos magistraliniuose dujotiekiuose yra trečiųjų asmenų veikla (48,4 %) ir montavimo brokas kartu su vamzdyno defektais (16,7 %).

¹ <http://www.egig.eu/uploads/bestanden/96652994-c9af-4612-8467-9bc6c2ed3fb3>

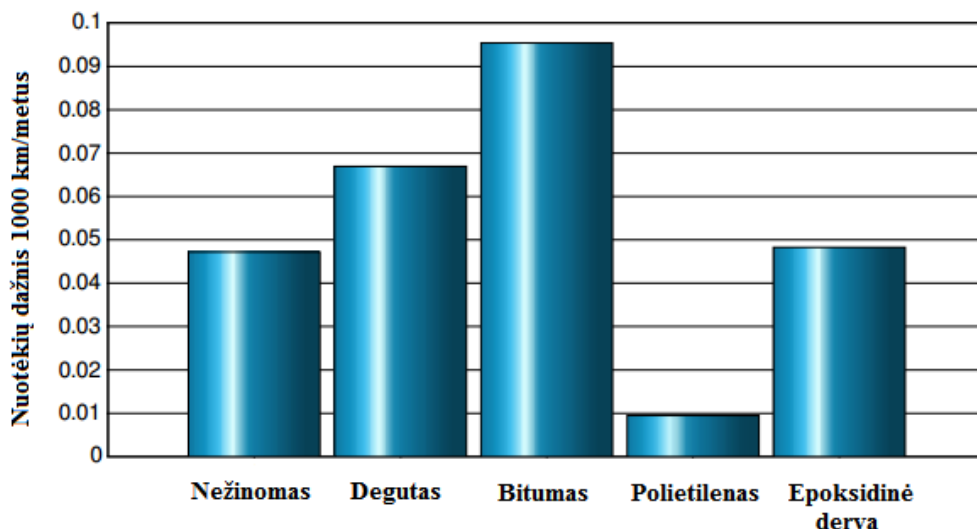
3 lentelė. Pagrindinės priežastys lėmusios ES dujotiekių avarijas praeityje.

Priežastis	Dalis, %
Trečiųjų asmenų veikla	48,4
Montavimo brokas ir vamzdyno defektai	16,7
Korozija	16,1
Grunto nestabilumas	7,4
Darbuotojų klaidos	4,8
Kitos priežastys	6,6



1 pav. Nuotėkių iš magistralinių dujotiekių priežastys (%).

Iš trečiųjų asmenų veiklos dažniausiai pasitaikančios požeminių dujotiekių eksploatavimo sutrikimų priežastys – pažeidimai, įvykę žemės darbų atlikimo metu, neiškvietus perdavimo sistemos operatoriaus atstovų, nesilaikant jų nurodytų saugos priemonių, neturint informacijos apie esamus dujotiekus. Šių sutrikimų pasekmės – nutrauktas dujų tiekimas, pavojus žmonių gyvybei ir turtui, atsakomybė pažeidimų kaltininkams už padarytą žalą (dujotiekio pažeidimą, dujų nuostolius ir pan.). Panašių atvejų pasitaiko atliekant savavališkų statybų darbus. Prieš imantis žemės kasimo darbų, visais atvejais būtina pasitikslinti, ar darbų vietoje ir šalia jos nėra inžinerinių tinklų, kuriems nustatyti žemės naudojimo apribojimai.



2 pav. Nuotėkių dujotiekiuose dažnis, priklausomai nuo naudojamos vamzdžio antikorozinės dangos ².

Kaip matome iš 2 pav. didžiausia tikimybė įvykti dujotiekio avarijai (nuotėkiui) galima tuose dujotiekiuose, kurie apsaugai nuo korozijos naudoja degutines ir bitumines dangas. Šiuo metu gaminant dujotiekių vamzdžius jie dengiami polietileno sluoksniu, kuris yra saugiausias iš pateiktųjų.

2009 spalio 24 dieną Širvintų rajone įvyko magistralinio dujotiekio (Panevėžys-Vilnius) avarija. Avarija įvyko pelkėtoje vietovėje, išdegė apie 5,6 ha pelkėje augusių medelių ir samanų, brandaus miško gaisras nepasiekė, žmonių sužeidimų ir aukų išvengta. Pagal avarijos tyrėjų atliktą bendro kompleksinio tyrimo ataskaitą, nustatyta, kad MD vamzdžio plyšimas įvyko dėl vienkartinės darbinės apkrovos poveikio lokalinėje suplonėjusios vamzdžio sienelės zonoje. Suplonėjimą, labiausiai tikėtina, sukėlė biologinė korozija. Esant apsauginės antikorozinės dangos neprielipai, sulfatus redukuojančios bakterijos per apsauginės dangos mikropilarius pateko prie metalo. Biologinės korozijos procesus galėjo pagreitinoti tai, kad vamzdžio apsaugai nuo korozijos buvo panaudota apsauginė danga ПВХ-Л vietoj dangos ПВХ-БК. Įprastinėmis magistralinių dujotiekių apsaugos nuo korozijos techninėmis priemonėmis šios rūšies korozija neaptinkama. Nėra ir praktinių priemonių požeminių dujotiekių apsauginės dangos neprielipai arba jos požymiams nustatyti (vienintelis įmanomas būdas – atkasti dujotiekį ir mechanškai (ardomuoju būdu) patikrinti jo apsauginę dangą), tačiau avarijos tyrimo išvadose numatytas priemonių komplekso parengimas, ateityje leisiantis nustatyti sulfatus redukuojančių bakterijų ir kitų agresyvių mikroorganizmų aktyvumą.

Projektuojamas dujotiekis kirs dviejų klasių vietoves: 1-osios ir 3-čiosios klasės. Vietovės klasė suprantama kaip saugos kriterijus, kuris nustatomas įvertinant MD trasą, ir apibūdinama pagal greta jos esančių gyvenamųjų ir negyvenamųjų pastatų (išskyrus pagalbinio ūkio paskirties pastatus ir MD priklausinių statinius), skirtų žmonėms gyventi, ūkinei ar kitai veiklai, užstatymo tankį ir aukštį. Vietovės klasė apibūdinama gyvenamųjų ir negyvenamųjų pastatų, kuriuose nuolat būna žmonių (nuolatinio žmonių buvimo vieta – tai patalpa, kur žmogus be pertraukos būna ilgiau kaip dvi valandas), skaičiumi vietovės klasės vienetu.

- 1 klasės vietovė yra vietovės klasės vienetas, turintis 10 ar mažiau aukščiau nurodytos paskirties pastatų.

² <http://www.egig.eu/uploads/bestanden/96652994-c9af-4612-8467-9bc6c2ed3fb3>

- 3 klasės vietovė yra: vietovės klasės vienetas, turintis 46 arba daugiau aukščiau nurodytos paskirties pastatus arba vietovės klasės vienetas, kur MD yra nutiestas 90 metrų arba mažesniu atstumu nuo pastato arba kito statinio, skirto viešam žmonių susibūrimui (žaidimų aikštelės, pramogų zona, lauko teatras, pobūvių ir prekybos salės ar kitos vietos), kuriame būna 50 ir daugiau žmonių.

Magistralinio dujotiekio įrengimo taisyklėse, nustatoma, kad 1 vietovės klasės vamzdynui atstumas tarp magistralinio dujotiekio vamzdžio uždarymo įtaisų turi būti ne didesnis kaip 24 kilometrai, 3 vietovės klasės vamzdynui - 12 kilometrų.

1.4 Avarijos dujotiekiuose

Avarijos dujotiekiuose skirstomos į du tipus: be dujų užsidegimo nuotėkio metu (dujų sklaida) ir su dujų užsidegimu nuotėkio metu (srautinis gaisras (angl. jet fire), sprogimas (angl. vapor cloud explosion). Blykstinis gaisras (angl. flash fire) arba kitaip deflagracija (angl. deflagration) dujotiekių avarijose mažai tikėtinas, nes gamtinės dujos yra lengvesnės už orą, todėl šis degimo tipas nėra vertinamas³.

Inicijuoti keli avarijų scenarijai (dviem skirtingoms vietovių klasėms) su skirtingais nuotėkių mastais MD vamzdyne. Buvo imituota, kad MD avarija įvyks Lazdijų sav. teritorijoje (naudoti šiai LR teritorijai būdingi meteorologiniai duomenys). Pradiniai parametrai naudoti ALOHA programiniame pakete pateikti 4 lentelėje. Modeliavimui buvo pritaikytas blogiausio atvejo variantas, imituojant kad įtrūkimas MD atsirado didžiausiu leistinu atstumu, kuriuo galima uždaryti dujotiekio atkarpas ir atkirsti tolimesnį dujų nuotėkį. Šie atstumai skiriami pagal vietovių klases, mūsų atveju MD kirs tik dviejų vietovių klasių teritorijas – pirmąją ir trečiąją. 1 ir 2 avarijų scenarijais imituojama, kad dėl nedidelio debito numatoma įrengti SCADA sistema nereaguos į nedidelius sistemos slėgio pokyčius, ko pasekoje linijiniai čiaupai nebus uždaryti ir dujos bus tiekiamos pastoviu iki 54 barų slėgiu. 3 ir 4 avarijų scenarijais – SCADA sistema matys ženklų slėgio kritimą dujotiekyje, ko pasekoje dujotiekio vamzdžio čiaupai bus uždaromi vidutiniškai per 2 – 3 min., todėl šiuo atveju dujų nuotėkis bus tik iš izoliuotos atkarpos tarp dviejų čiaupų (1 vietovės klasėje apie 24 km, trečiojoje -12 km), kol dujotiekio vamzdžio slėgis susilygins su atmosferiniu.

4 lentelė Naudotieji parametrai ALOHA programiniam paketui.

Vidutinis metinis. vėjo greitis m/s	Paviršiaus šiurkštumas	Debesuotumas	Vidutinė metinė oro temperatūra, °C	Vidutinė metinė drėgmė, %	Inversija
4	Atvira vietovė	Dalinai debesuota	6,5	81	Be inversijos

5 lentelė. Vamzdžio užsidegimo tikimybė

Nuotėkio mastas	Užsidegimo tikimybė, %
Nedidelis vamzdžio pažeidimas	4
Didelis pažeidimas	2
Pilnas vamzdžio nutraukimas	13

1.4.1 Srautinis gaisras

³ <http://dx.doi.org/10.4236/ojsst.2014.41008>

Šį gaisro tipą galima įsivaizduoti, kaip iš reaktyvinio variklio sklindanti liepsna – didelė srove išeinančios dujos per pažeistą dujotiekio vietą. Srautinis gaisras lyginant su kitais gaisrų tipais pasižymi ypač stipria šilumine spinduliuote. Kiti srautinio gaisro keliaimi pavojai tai dujų degimo metu susidarantys dūmai, toksiški degimo produktai, antriniai gaisrai ar sprogimai jeigu aplink dujotiekį yra tam palankios sąlygos. Srautinis gaisras įvertinamas apskaičiuojant srautinį liepsnos aukštį ir įvertinant terminės spinduliuotės zonas.

6 lentelė. Nagrinėjami avarijų scenarijai (srautinio gaisro atveju) 1 vietovės klasės vamzdyne.

Avarijos scenarijus	Nuotėkio angos plotas, cm ²	Avarijos scenarijus	Slėgis vamzdyne, bar	Agregatinis būvis	Maksimalus degimo greitis kg/min	Apskaičiuotas liepsnos aukštis, m
1.	1	Nuotėkis po žeme	54	dujos	55.6	1
2.	20	Nuotėkis po žeme	54	dujos	1110	4
3.	150	Nuotėkis po žeme	54	dujos	8340	11
4.	Skylė per visą dujotiekio diametrą (3848.451)	Nuotėkis po žeme	54	dujos	214000	78

7 lentelė. Nagrinėjami avarijų scenarijai (srautinio gaisro atveju) 3 vietovės klasės vamzdyne.

Avarijos scenarijus	Nuotėkio angos plotas, cm ²	Avarijos scenarijus	Slėgis vamzdyne, bar	Agregatinis būvis	Maksimalus degimo greitis kg/min	Apskaičiuotas liepsnos aukštis, m
1.	1	Nuotėkis po žeme	54	dujos	55,6	1
2.	20	Nuotėkis po žeme	54	dujos	1110	4
3.	150	Nuotėkis po žeme	54	dujos	8340	11
4.	Skylė per visą dujotiekio diametrą (3848.451)	Nuotėkis po žeme	54	dujos	214000	77

Srautinio gaisro (angl. jet fire) metu sukelta šiluminė spinduliuotė buvo vertinama pagal Jungtinių Valstijų aplinkos apsaugos agentūros (EPA) taikomą vertinimą, kuris yra pagrįstas mokslinėmis studijomis. Šiluminės spinduliuotės poveikis žmonėms priklauso nuo terminės radiacijos dydžio ir poveikio trukmės (laikas išbūtas arti terminio šaltinio).

Išskiriami šie šiluminės spinduliuotės lygiai:

- Raudonas: 10 kW/m² (potencialiai mirtina šiluminės spinduliuotės dozė išbuvus 60 sekundžių)
- Oranžinis: 5 kW/m² (antrojo laipsnio nudegimai išbuvus 60 sekundžių)
- Geltonas: 2 kW/m² (skausmas išbuvus 60 sekundžių)

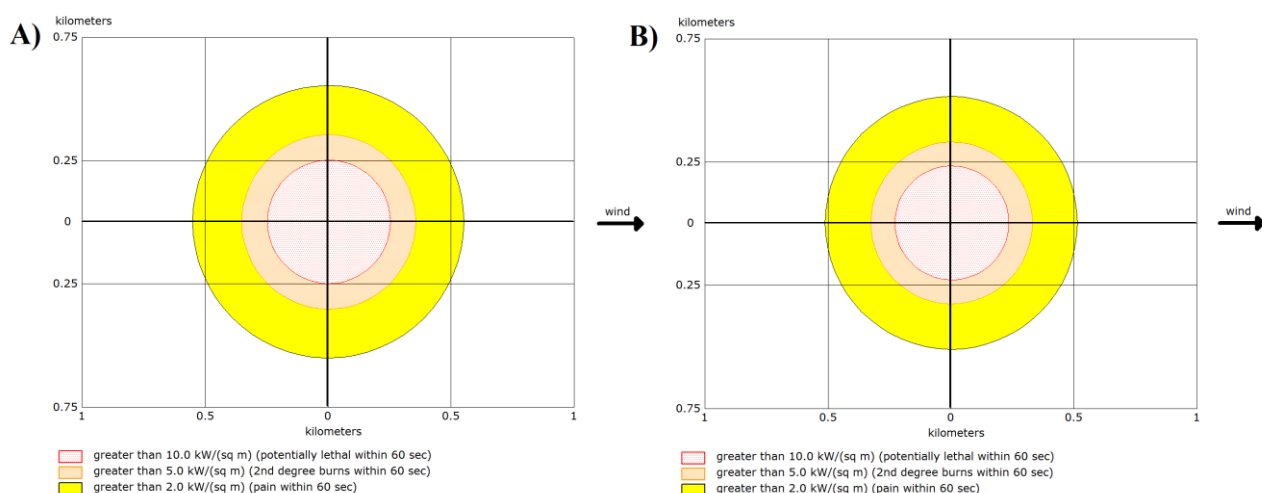
8 lentelė Apskaičiuoti šiluminės spinduliuotės lygiai 1 vietovės klasės vamzdyne.

Avarijos scenarijus	Nuotėkio angos plotas, cm ²	Šiluminės spinduliuotės pavojaus lygiai, m		
		Raudonas 10 kW/m ²	Oranžinis 5 kW/m ²	Geltonas 2 kW/m ²
1.	1	< 10	< 10	iki 11
2.	20	26	37	58
3.	150	74	102	159
4.	Skylė per visą dujotiekio diametrą (3848.451)	255	358	555

9 lentelė Apskaičiuoti šiluminės spinduliuotės lygiai 3 vietovės klasės vamzdyne.

Avarijos scenarijus	Nuotėkio angos plotas, cm ²	Šiluminės spinduliuotės pavojaus lygiai, m		
		Raudonas 10 kW/m ²	Oranžinis 5 kW/m ²	Geltonas 2 kW/m ²
1.	1	< 10	< 10	11
2.	20	26	37	58
3.	150	73	102	159
4.	Skylė per visą dujotiekio diametrą (3848.451)	236	332	515

Aloha programiniu paketu apskaičiuoti srautinio gaisro neigiamo poveikio zonų dydžiai (m) abiem vietovės klasėms, leidžia daryti išvadą, kad esant minimaliam nuotėkiui iš dujotiekio (1 avarijos scenarijus) ir kilus gaisrui šiluminė spinduliuotė neigiamo poveikio už dujotiekio apsaugos zonos nesukels (25 m). Rimtą poveikį žmogaus sveikatai galintys sukelti antrojo laipsnio nudegimai esant pačiam blogiausiam scenarijui (pilnai nutrūkęs ir užsidegęs dujotiekio vamzdynas), galimi iki 358 metrų atstumu nuo dujotiekio ašies.



3 pav. Pilnai nutraukto dujotiekio vamzdyno vietoje kilusio srautinio gaisro šiluminės spinduliuotės vizualizacija 1 vietovės klasės vamzdyne (A) ir 3 vietovės klasės vamzdyne (B).

1.4.2 Dujų sklaida esant vamzdyno pažeidimui (be gaisro) pagal vietovės klases

Gamtinės dujos (metanas) yra mažo reaktyvumo, sprogitas galimas tik tada, kai yra uždara erdvė ir netoliese esančių užsidegimo šaltinių. Sprogių dujų arba garų su sveikatai pavojingomis savybėmis darbo aplinkos ribinės vertės yra daug žemesnės, negu apatinė jų sprogitimo riba⁴. Šių medžiagų koncentracija arti pavojingos ribos, kuri orientuojama į apatinę sprogitimo ribą, atitinka daug kartų viršytą darbo aplinkos ribinę vertę. Metano (CH₄) dujos nėra toksiškos ir neturi Higienos normoje įvardintos sveikatai pavojingos darbo aplinkoje ribinės vertės ar standartizuotų pavojingų žmogaus gyvybei verčių koncentracijų. Vykstant mokslines studijas žymių sisteminių pakenkimų nebuvo nenustatyta, aplinkos ore esant net iki 5 % (50000 ppm) metano dujų⁵. Didėjant metano koncentracijai ore, galimas užtroškimas dujomis. Užtroškimo dujomis požymiai - bendras silpnumas, dėmesio susilpnėjimas, galvos skausmas, pykinimas, vėmimas, gali kisti odos ir gleivinės spalva, gali kisti (dažnėja arba retėja) pulsas, kvėpavimas, nukentėjusysis greitai praranda sąmonę, gali prasidėti traukuliai. Žmonės skirtingai toleruoja metano koncentraciją aplinkoje priklausomai nuo jų sveikatos būklės, turimų alergijų ir t.t. Nepriklausomai nuo žmogaus toleravimo metano dujų garams, garantuota mirtis žmogų ištinka aplinkoje esant 50 % (500000 ppm) ir daugiau metano.⁶

10 lentelė. Nagrinėjami avarijų scenarijai (dujų sklaidos atveju) 1 vietovės klasės vamzdyne.

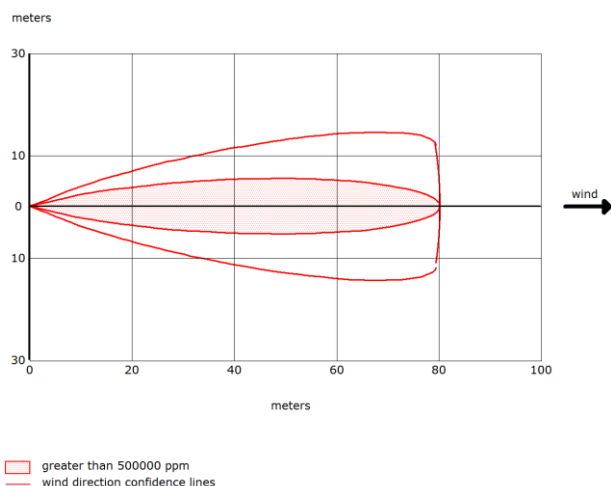
Avarijos scenarijus	Nuotekio angos plotas, cm ²	Avarijos scenarijus	Slėgis vamzdyne, bar	Agregatinis būvis	Apskaičiuotas nuotekio debitas kg/min
1.	1	Nuotėkis po žeme	54	dujos	55,3
2.	20	Nuotėkis po žeme	54	dujos	1090
3.	150	Nuotėkis po žeme	54	dujos	7670
4.	Skylė per visą dujotiekio diametrą (3848.451)	Nuotėkis po žeme	54	dujos	53200

Pirmuoju ir antruoju avarijos scenarijumi gamtinių dujų nuotėkio grėsmės zonos naudojant Aloha programinį paketą nėra sudaromos, nes dujų sklaida vyks labai nedideliu atstumu nuo pažeidimo vietos, o tokiu atstumu sklaidos prognozė būna nepatikima.

⁴ <http://www.vdi.lt/AtmUploads/SaugusDarbasUzdaroseErdvose.pdf>

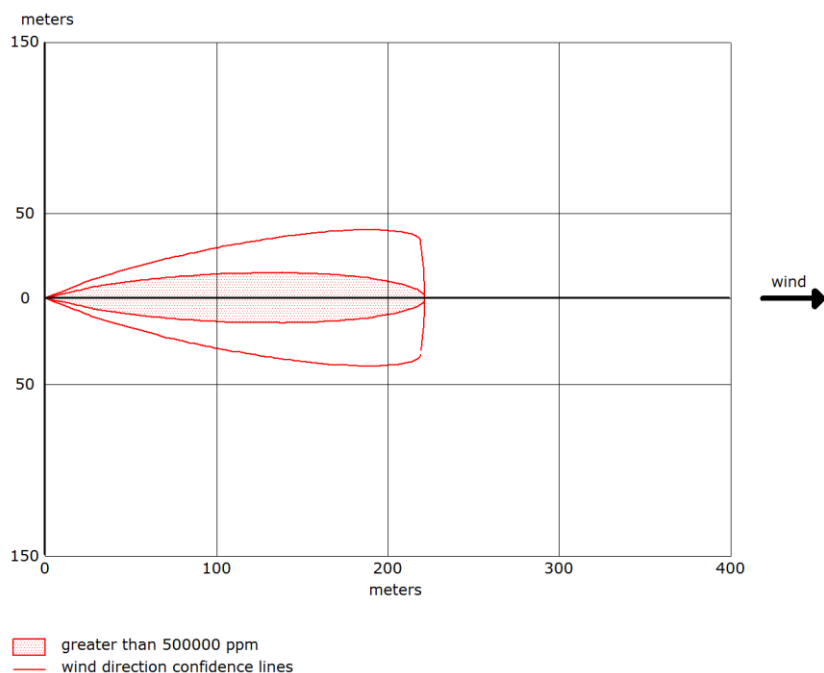
⁵ <http://cameochemicals.noaa.gov/chemical/8823>

⁶ http://nasdonline.org/static_content/documents/1298/d001097.pdf



4 pav. Gyvybei pavojingos metano koncentracijos sklaida pavėjui naudojant 3 avarijos scenarijų (naudojant Gauso dispersinį modeliavimą) 1 vietovės klasės vamzdyne, esant 150 cm² pažaidai vamzdyne.

Pirmos klasės vamzdyno atkarpa yra ilgesnė (24km), todėl dujų kiekis esantis vamzdyne yra didesnis, be to nėra jokių trukdančių objektų sklisti dujoms (tankus miškas, pastatai). Žmogaus gyvybei pavojinga dujų koncentracija pavėjui, esant 150 cm² pažaidai (skylei) gali sklisti iki 80 metrų atstumu.



5 pav. Gyvybei pavojingos metano koncentracijos sklaida pavėjui naudojant 3 avarijos scenarijų (naudojant Gauso dispersinį modeliavimą) 1 vietovės klasės vamzdyne, esant pilnam vamzdyno nutraukimui.

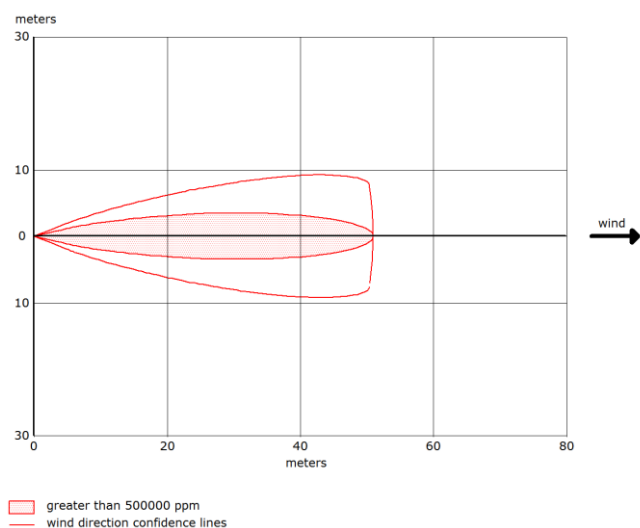
Žmogaus gyvybei pavojinga dujų koncentracija pavėjui gali sklisti iki 222 metrų atstumu nuo nutraukto dujotiekio vietos.

11 lentelė. Nagrinėjami avarijų scenarijai (dujų sklaidos atveju) 3 vietovės klasės vamzdyne.

Avarijos scenarijus	Nuotėkio angos plotas, cm ²	Avarijos scenarijus	Slėgis vamzdyne, bar	Agregatinis būvis	Apskaičiuotas nuotėkio debitas kg/min
---------------------	--	---------------------	----------------------	-------------------	---------------------------------------

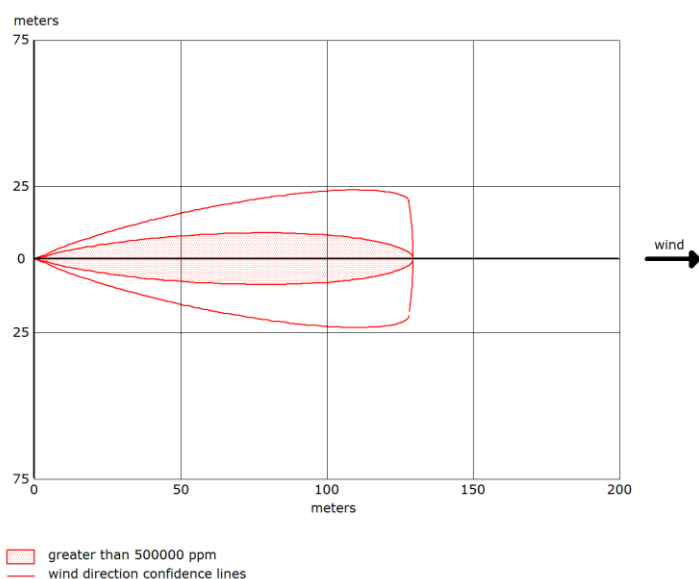
1.	1	Nuotėkis po žeme	54	dujos	55
2.	20	Nuotėkis po žeme	54	dujos	1080
3.	150	Nuotėkis po žeme	54	dujos	7520
4.	Skylė per visą dujotiekio diametrą (3848.451)	Nuotėkis po žeme	54	dujos	48400

Pirmuoju ir antruoju avarijos scenarijumi gamtinių dujų nuotėkio grėsmės zonos naudojant Aloha programinį paketą nėra sudaromos, nes dujų sklaida vyks labai nedideliu atstumu nuo pažeidimo vietos, o tokiu atstumu sklaidos prognozė būna nepatikima.



6 pav. Gyvybei pavojingos metano koncentracijos sklaida pavėjui naudojant 3 avarijos scenarijų (naudojant Gauso dispersinį modeliavimą) 3 vietovės klasės vamzdyne, esant 150 cm² pažaidai vamzdyne.

Žmogaus gyvybei pavojinga dujų koncentracija pavėjui gali skliti iki 51 metrų atstumu.



7 pav. Gyvybei pavojingos metano koncentracijos sklaida pavėjui naudojant 3 avarijos scenarijų (naudojant Gauso dispersinį modeliavimą) 3 vietovės klasės vamzdyne, esant pilnam vamzdyno nutraukimui.

Įvykus avarijai, kurios metu buvo pilnai nutrauktas dujotiekio vamzdis (tačiau dujoms neužsidegus) žmogaus gyvybei pavojinga dujų koncentracija pavėjui gali sklisti iki 130 metrų atstumu.

1.4.3 Sprogimas





Kai nuotėkio metu gamtinės dujos papuola į atmosferą, jos suformuoja garų debesį kuris keliauja pavėjui. Jeigu išsiveržusių gamtinių dujų koncentracija yra žemesnė nei žemutinė jos sprogo koncentracija su deguonimi arba jeigu didesnė, nei viršutinė ir jos susiduria su kokiu nors užsidegimo šaltiniu – įmanomas tik degimas (kai didesnė nei sprogo koncentracija, dega tik dujų debesies paviršius). Esant optimalioms sąlygoms, kai degių dujų koncentracija nėra per didelė ir nėra per maža sprogo imui įvykti, dujos sudega taip greit, kad įvyksta sprogo, kuris sukelia stiprią sprogo bangą. Ši sprogo banga gali sužeisti, mirtinai sužaloti arba sugriauti aplink sprogo objektą esančius pastatus, įvairų turtą. Medžiagos degimas, kai liepsnos fronto banga keliauja gana lėtai (turint omeny degių angliavandenilių) - apie 1 m/s greičiu, dėl ko išsiskiria daug šiluminės energijos vadinamas deflagracija⁷. Šis procesas nuo tikrojo sprogo (detonacijos) skiriasi greičiu, deflagracijos bangos sklido greitis yra ikigarsinis, o detonacijos viršgarsinis. Lėta deflagracija, dar vadinama blyksniniu gaisru (angl. flash fire). Detonacija – pavojingiausias greito dujų degimo scenarijus. Detonacijos liepsnos fronto banga keliauja ypač greitai, tipinių angliavandenilių dujų mišinio – apie 2500 m/s greičiu. Abiem atvejais, tiek deflagracijos, tiek detonacijos – pavojingi veiksniai būtų susidariusi slėgio banga ir išsiskyrusi šiluma. Deflagracijos atveju didesnę pavojų kelia šiluminė spinduliuotė susidaranti degimo metu, o detonacijos sprogo – ypač stipri slėginė banga. Kai kuriais atvejais, deflagracijos liepsnos frontas gali pereiti į detonacijos frontą. Sprogo atviroje vietoje labai mažai tikėtinas, tokiomis vietomis laikoma automobilių stovėjimo aikštelės, atviri laukai, priemiesčių rajonai ir didžioji dauguma miestų. Palankiausios sprogo imui tos vietos, kuriose sprogo ims dujoms yra labai sunku prasiskverbti aukštyn į atmosferą, pavyzdžiui – labai tankus miškas.

Sprogo banga priklauso, nuo pačios medžiagos savybių, pasklidusio sprogo dujų debesies dydžio, užsidegimo tipo ir sprogo koncentracijos dydžio. Modeliavimo tikslas nustatyti zonas aplink MD, kuriose perteklinio slėgio banga gali sužeisti žmones ar sunaikinti turtą. Modeliuojant

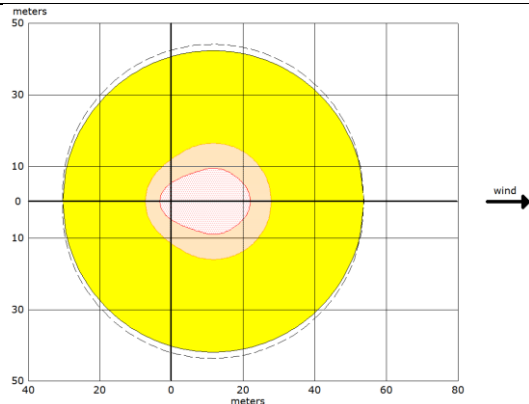
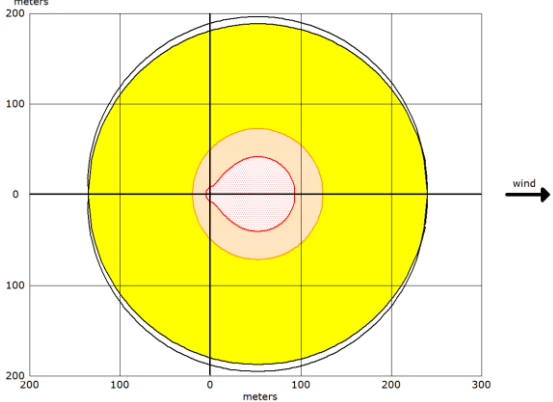
⁷ <http://www.hazmatoklahoma.com/documents/ALOHAManual.pdf>

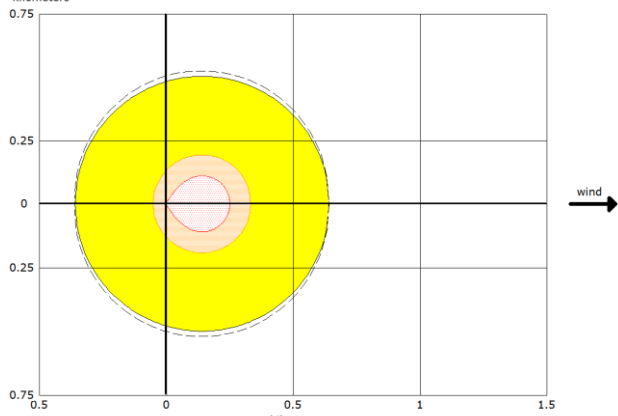
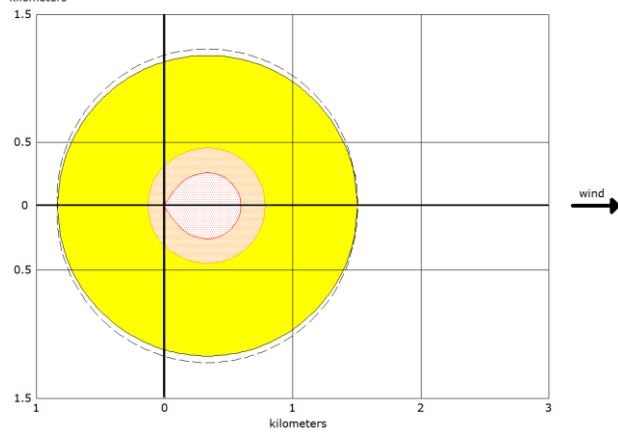
buvo vertinami visi galimi nutekėjusių dujų užsidegimo laikai (modelis įvertina juos automatiškai), buvo pasirinkta, kad sproginas įvyks trečiosios vietovės klasės teritorijoje, kur tarp artimiausių linijinių čiaupų yra ~12000 m ir šios teritorijos yra tankiau apgyvendintos (galimas blogiausias scenarijus). Pirmosios vietovės klasė yra retai apgyvendinta ir tyčinio sproginio atveju padariniai nebūtų tokie stiprūs, kaip trečiojoje.

Sproginų (detonacijos) įvertinimui naudoti sutartiniai žymėjimai:

	Sproginio viršslėgis didesnis nei 8.0 psi (55 kPa). Pastatų sugriovimas.
	Sproginio viršslėgis didesnis nei 3.5 psi (24 kPa). Rimti kūno sužalojimai.
	Sproginio viršslėgis didesnis nei 1.0 psi (7 kPa). Dūžta namų langų stiklai.
	Patikimos vėjo krypties linijos

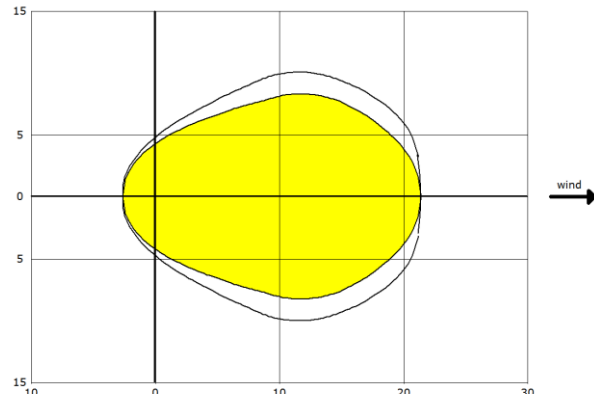
12 lentelė Skirtingos poveikio zonos, įvykus detonacijai (sprogimui) prie tam tikro nuotėkio.

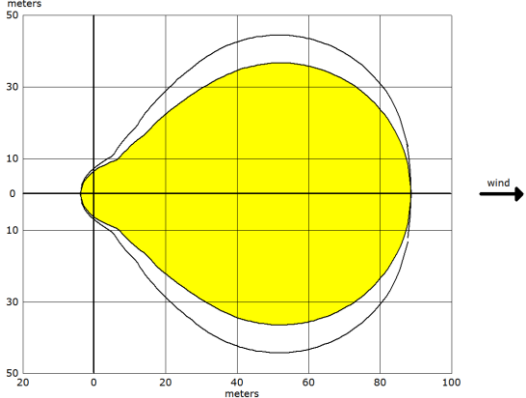
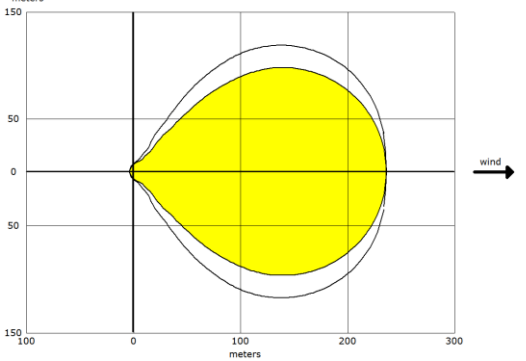
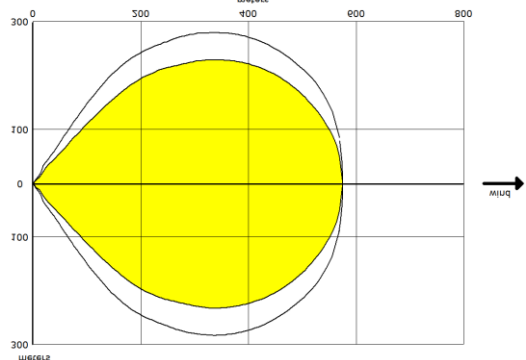
Detonacijos scenarijus	Vizualizacija	Pastabos	
Dujotiekio vamzdyje 1 cm ² skersmens pažeidimas		Raudonoji zona - 22 m, oranžinė, 28 m, geltona - 54 m.	
Dujotiekio vamzdyje 20 cm ² skersmens pažeidimas		Raudonoji zona - 93 m, oranžinė, 124 m, geltona - 238 m.	

<p>Dujotiekio vamzdyne 150 cm² skersmens pažeidimas</p>		<p>Raudonoji zona - 248 m, oranžinė - 330 m, geltona - 635 m.</p>	
<p>Pilnai nutrauktas dujotiekio vamzdis</p>		<p>Raudonoji zona - 600 m, oranžinė - 790m, geltona - 1,5 km.</p>	

Įvertinta ir deflagracija, t.y. blyksninis gaisras (angl. flash fire), galintis kilti dėl aplinkoje esančios atsitiktinės liepsnos.

13 lentelė Skirtingos poveikio zonos, įvykus deflagracijai (blyksniniam gaisrui) prie tam tikro nuotėkio.

Deflagracijos scenarijus	Vizualizacija	Pastabos
<p>Dujotiekio vamzdyne 1 cm² skersmens pažeidimas</p>		<p>Geltonoji zona - 21 m.</p>

Dujotiečio vamzdyne 20 cm ² skersmens pažeidimas		Geltonoji zona - 89 m.
Dujotiečio vamzdyne 150 cm ² skersmens pažeidimas		Geltonoji zona - 237 m.
Pilnai nutrauktas dujotiečio vamzdis		Geltonoji zona – 575 km.

Iš 13 lentelės nesunku pastebėti, kad deflagracijos metu – dėl silpno sprogo sklidimo (liepsnos frontas keliauja ikigarsiniu greičiu) rimti žmonių sveikatos sužalojimai dėl slėginės bangos nenumatomi, kaip ir pastatų sugriovimas. Sveikatos sutrikdymas įmanomas tik dėl antrinių pavojingų veiksmų – tokių, kaip langų stiklo sudužimas ir iš to sekančio galimo žmonių susižalojimo šukėmis.

1.5 Kiekybinis rizikos vertinimas

Kiekybinė rizika buvo vertinama pagal Olandijos Nacionalinio visuomenės sveikatos ir aplinkos instituto rekomendacijas (Reference Manual Bevi Risk Assessments). Įvykių sekai iliustruoti nubraižyti galimų įvykių medžiai. Įvykių medžio analizė parodo, kaip konkretus nepageidaujamas įvykis, esant tam tikromis sąlygomis, gali sukelti daugybę skirtingų padarinių.

14 lentelė. Rekomenduojami nuotekų dažniai⁸ (km/metus)

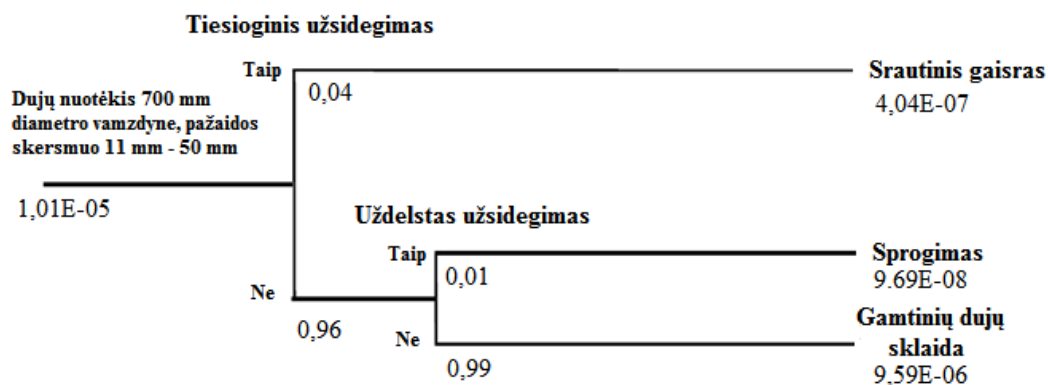
⁸ <http://www.ambergrid.lt/uploads/documents/Investuotojams/1%20byla.pdf>

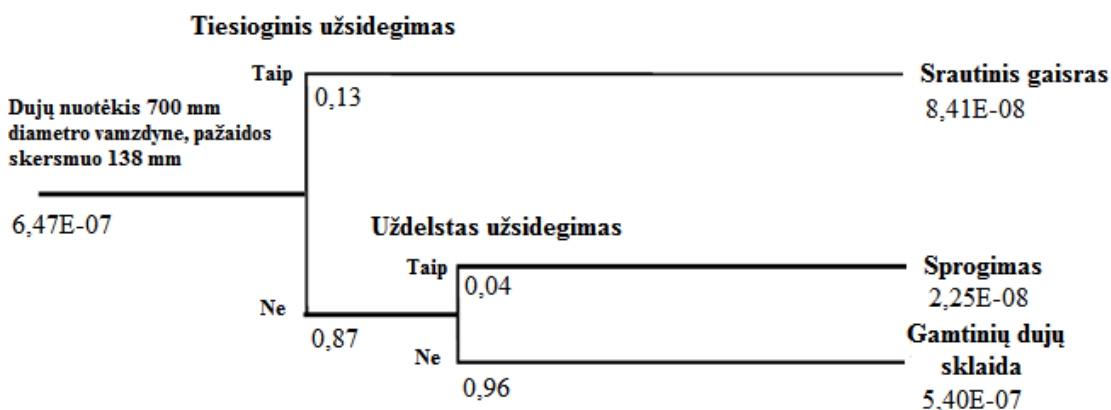
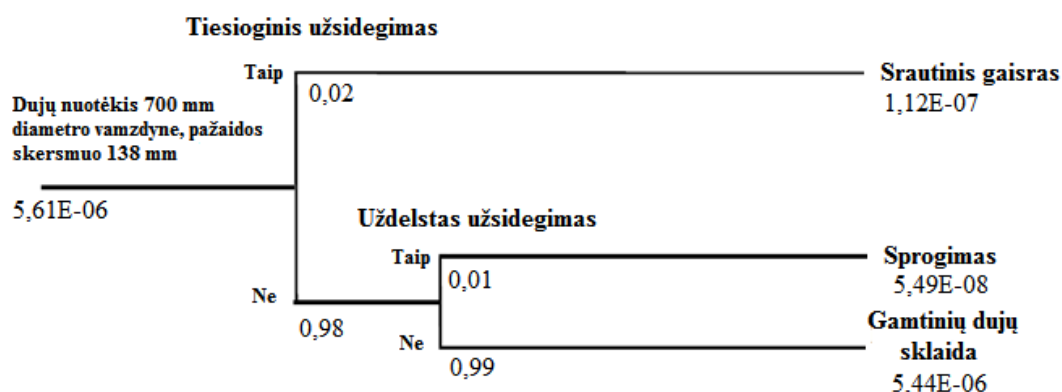
Priežastis	<10 mm	10-50 mm	50-150 mm	Pilnas vamzdyno nukirtimas
Trečiųjų asmenų veikla	$1,91 \times 10^{-6}$	$6,38 \times 10^{-6}$	$1,91 \times 10^{-6}$	0
Išorinė korozija	$3,50 \times 10^{-6}$	$4,50 \times 10^{-7}$	$4,50 \times 10^{-7}$	$2,00 \times 10^{-7}$
Vidinė korozija	$3,00 \times 10^{-7}$	-	-	-
Montavimo brokas ir vamzdyno defektai	$1,26 \times 10^{-5}$	$1,30 \times 10^{-6}$	$1,30 \times 10^{-6}$	-
Grunto nestabilumas	$7,00 \times 10^{-8}$	$4,67 \times 10^{-8}$	$4,67 \times 10^{-8}$	$4,67 \times 10^{-8}$
Kitos priežastys	$1,04 \times 10^{-5}$	$1,90 \times 10^{-6}$	$1,90 \times 10^{-6}$	$4,00 \times 10^{-7}$
Viso	$2,88 \times 10^{-5}$	$1,01 \times 10^{-5}$	$5,61 \times 10^{-6}$	$6,47 \times 10^{-7}$

Aloha programiniam paketui naudojama numatomo pažeidimo skylės plotas, bet skaičiuojant įvykio atsitikimo tikimybę naudojamas ne skylės plotas, bet skylės skersmuo. Todėl iš prieš tai naudotų skylės plotų, išsiskaičiuojamas skylės skersmuo. Šis skersmuo yra naudojamas įvertinant rekomenduojamus įvykių dažnius iš 14 lentelės.

11 mm, 50 mm, 138 mm ir 700 mm (Pilnas vamzdyno nukirtimas)

1.5.1 Skirtingų avarijų įvykių medžiai





1.6 Pažeidžiami objektai ir veiksniai didinantys riziką:

Dujotiekis yra planuojamas 2 alternatyvoms (A ir B). Abiejų alternatyvų MD atkarpos nekerta kaimų, miestelių ar didesnių gyvenviečių. Šalia planuojamo dujotiekio esančiose teritorijose yra gyvenamųjų namų, viešosios paskirties namų, rekreacinių ir saugomų teritorijų, kultūros paveldo objektų. Planuojamas dujotiekis kerta įvairios paskirties infrastruktūrą, vandens telkinius.

Pagrindiniai veiksniai kurie įtakojantys avarijos kilimo tikimybę dujotiekiuose⁹

- Dujotiekio vamzdyno sienelės storis
- Dujotiekio diametras
- Amžius
- Aukštas slėgis dujotiekyje
- Gylis, kuriame klojamas dujotiekis
- Vieta
- Gruntas kuriame klojamas vamzdynas
- Apsaugos priemonės (antikorozinės dangos savybių ir būklės, katodinių stočių būklės, išpėjamosios sistemos būklės, personalo ir gyventojų informavimo ir kitą)
- Dujotiekio klojimo technologijos
- Srautas dujotiekio kertamuose keliuose ir geležinkeliuose
- Esamos požeminės infrastruktūros šalia dujotiekio būklės

⁹ <http://dx.doi.org/10.4236/ojsst.2014.41008>

- Hidrometeorologinės sąlygos
- Seisminis aktyvumas

Dujotiekio vamzdžio sienelės storis nustatomas pagal projekcinę slėgį ir projekcinį faktorių. Didžiausias leidžiamas projektinis faktorius konkrečiam MD ruožo vamzdžiui yra apskaičiuotas ir pateiktas MD įrengimo taisyklėse. Vietose, kur MD susikerta arba lygiagrečiai eina su keliais (vietiniais, rajoniniais, magistraliniais) projektinis faktorius būna mažesnis, o tai nustato storesnę MD vamzdžio sienelę toje atkarpoje.

Projektuojamas MD bus tiesiamas pietryčių Lietuvoje, kurioje karstiniai reiškiniai galintys turėti įtakos dujotiekio pažeidimams nenumatomi. Seisminis aktyvumas Lietuvoje yra labai mažas. Remiantis pagal Lietuvos Geologijos Tarnybos užregistruotų žemės drebėjimų žemėlapiu¹⁰, LR teritorijose per kurias bus tiesiamas MD, nuo 1616 m. istorinių ir instrumentiškai užregistruotų žemės drebėjimų epicentrų nėra.

Numatomos A alternatyvos atveju planuojamas MD susikerta su: 4 krašto keliais, 22 rajoniniais keliais ir 2 magistraliniais keliais, B alternatyvos - 4 krašto keliais, 20 rajoninių kelių ir 2 magistraliniais keliais. Geležinkelio keliai yra kertami po 3 kartus abejose alternatyvose (A ir B).

Susikirtimai su dujotiekiais: A alternatyvoje – 9 kartus (iš jų 2 susikirtimo vietos yra su planuojamais dujotiekiais), B alternatyvoje – 5 kartus (iš jų 1 numatomas).

15 lentelė. Planuojamas MD susikerta su aukštos įtampos elektros oro linijomis (kartais):

Linijos įtampa	400 kV	330 kV	110 kV
Alternatyva A	5 (iš jų 1 planuojama)	5 (iš jų 2 planuojamos)	11
Alternatyva B	-	3	7

Plačiau apie objektus (tame tarpe ryšių linijas, nuotekų tinklus ir kt.) kuriuos galima kirs planuojamas MD galima rasti Socialinės ekonominės aplinkos vertinimo skyrelyje (6.13.1 lentelėje).

1.7 Avarijų prevencija ir valdymas

Apsaugos zonos

Remiantis specialiosiomis žemės ir miško naudojimo sąlygomis, patvirtintomis Lietuvos Respublikos Vyriausybės 1992 m. gegužės 12 d. nutarimu Nr. 343, rengiantis statyti bet kuriuos pastatus, įrenginius ar kitus objektus 350 metrų atstumu nuo magistralinio dujotiekio ar naftotiekio trasos, projektinius pasiūlymus bei projekcinę dokumentaciją būtina suderinti su magistralinius dujotiekius ir naftotiekius eksploatuojančia organizacija bei Valstybine darbo inspekcija prie Socialinės apsaugos ir darbo ministerijos.

Magistralinio dujotiekio apsaugos juostos plotis yra po 3 metrus į abi puses nuo magistralinio dujotiekio vamzdžio ašies. Apsaugos juostoje draudžiama:

- Lygiagrečiai su magistraliniu dujotiekium kloti kitus požeminius tinklus;
- Sodinti medžius ir krūmus.
- Apsaugos juostoje žemę leidžiama kultivuoti ne giliau kaip 0,30 m.

Magistralinio dujotiekio savininkas turi teisę techniškai prižiūrėti ir remontuoti vamzdį bei jo įrenginius, kompensuodamas žemės naudotojui (savininkui) už darbų metu padarytą žalą.

Remiantis Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2003 m. balandžio 29 d. nutarimu magistralinio dujotiekio apsaugos zona yra:

¹⁰ https://www.lgt.lt/index.php?option=com_content&view=article&id=171&Itemid=1134&lang=lt

- Išilgai vamzdynų trasos - žemės juosta, kurios plotis po 25 metrus į abi puses nuo magistralinio dujotiekio ašies.

- Aplink čiaupų aikšteles - 25 metrų pločio žemės juosta aplink aikštelės aptvara.

Šioje zonoje naudojantis žeme privaloma laikytis specialiųjų žemės naudojimo sąlygų.

Remiantis gamtinių dujų perdavimo sistemos eksploatavimo taisyklėmis (2012-07-13 Nr. 82-4280), nuo magistralinio dujotiekio vamzdyno trasos dalies po 6 m į abi puses nuo vamzdynų ašies turi būti periodiškai valoma, kad neaugtų medžiai ir krūmai.

Magistralinio dujotiekio trasa bus paženklinta specialiais geltonos spalvos skiriamaisiais ženklais – 1,5-2 m aukščio stulpeliais įrengtais vienas nuo kito ne rečiau, kaip 500 m atstumu. Ant šių ženklų parašyta „Aukšto slėgio dujotiekis“, nurodytas apsaugos zonos plotis, įgilinimas ir dujotiekį eksploatuojančios įmonės telefonas.

Magistralinio dujotiekio privalomąjį techninės būklės tikrinimą atlieka VŠI „Technikos priežiūros tarnyba“.

Magistralinių dujotiekių apsaugos zonoje (po 25 m abipus MD vamzdyno ašies) be AB „Amber Grid“ žinios draudžiama¹¹:

- atlikti bet kokius statybos darbus;
- sodinti medžius ir krūmus;
- kasti žemę giliau nei 0,3 m;
- sandėliuoti statybines ir kt. medžiagas;
- kasti ir gilinti griovius bei kt.

Prieš žemės darbų atlikimo pradžią būtina:

- gauti sutikimą statiniui statyti arba įgaliotų savivaldybės ar valstybės tarnautojų pritarimus, kai šie dokumentai yra privalomi;
- suderinti žemės darbų atlikimo aprašą ir schemą, kai statinio projektas nereikalingas;
- gauti iš AB „Amber Grid“ sutikimą vykdyti darbus, jei žemės darbai atliekami magistralinio dujotiekio apsaugos zonoje;
- iškviesti AB „Amber Grid“ atstovą (ne vėliau kaip prieš 5 darbo dienas). Taip pat būtina iškviesti AB „Amber Grid“ atstovą, jei, kasant gruntą, aptinkami brėžiniuose nenurodyti vamzdynai.

Įrengus dujotiekius ir teisės aktų nustatyta tvarka juos pripažinus tinkamais naudoti, įforminta geodezinė nuotrauka ir kiti dokumentai apie dujotiekių vietą, apsaugos zonas dujotiekius eksploatuojančios įmonės turi būti perduoti miestų ir rajonų savivaldybėms. Miestų ir rajonų savivaldybės dujotiekius privalo pažymėti žemės naudojimo dokumentuose. Dujotiekius eksploatuojanti įmonė privalo periodiškai per žiniasklaidos priemones informuoti fizinius ir juridinius asmenis, vykdančius veiklą dujotiekio apsaugos zonose, apie būtinumą vykdyti Taisyklėse ir Specialiosiose žemės ir miško naudojimo sąlygose nustatytus reikalavimus. Pranešimų periodiškumą nustato dujotiekius eksploatuojančios įmonės vadovas, atsižvelgdamas į sezoninių darbų laiką. Dujotiekius eksploatuojanti įmonė per žiniasklaidos priemones ar kitu būdu informuoja žemės savininkus (naudotojus), regionų aplinkos apsaugos departamentų rajonų (miestų) agentūras apie nustatytą apsaugos zoną. Magistralinį dujotiekį eksploatuojanti įmonė (UAB „Ambergrid“) privalo turėti sudarytą magistralinių dujotiekių likvidavimo planą, įmonės darbuotojai turi žinoti įmonės darbų saugos taisykles, rizikos veiksnius ir gaisrinės saugos reikalavimus, žinoti, kaip elgtis įvykus avarijai bei turi būti aprūpinti tinkamomis darbui priemonėmis ir drabužiais. Magistralinio dujotiekio

¹¹ <http://www.ambergrid.lt/lt/perdavimo-sistema/saugumas>

įrengimas vykdomas, vadovaujantis galiojančiomis MD įrengimo taisyklėmis, eksploatacija ir jo apsauga – pagal tuo metu galiojančias MD apsaugos taisykles.

Informavimas apie avariją

Įvykus avarijai, vamzdyną eksploatuojanti įmonė nedelsdama imasi šią avariją lokalizuoti ir likviduoti, pranešusi apie tai savivaldybės administracijai, geležinkelių infrastruktūros valdytojui ir (ar) žemės savininkui (naudotojui).

Žemės savininkai ir (ar) naudotojai, asmenys, atliekantys darbus dujotiekių apsaugos zonose ar arti jų, pastebėję dujotiekio gedimą arba dujų nuotėkį, turi nedelsdami apie tai pranešti dujotiekį eksploatuojančiam asmeniui arba bendruoju pagalbos telefonu 112. Visi kiti asmenys pastebėję dujų nuotėkį MD vamzdyne ar avariją (gaisrą, sprogimą) – pranešti bendruoju pagalbos telefonu 112.

Apsaugos priemonės avarijos atveju

Pavojingų darbų su dujomis darbo aplinka - darbuotoją tiesiogiai supančios erdvės dalis, kurioje ji, atliekantį pavojingus darbus su dujomis, gali veikti pavojingi veiksniai. Darbo aplinka turi būti apsaugota, kad į ją nepatektų pašaliniai asmenys, nebūtų rūkoma, naudojama ugnis. Darbdavys ar jo įgaliotas darbuotojas, vadovaudamasis galiojančiais teisės aktais ir Pavojingų darbų su dujomis taisyklių reikalavimais, organizuoja darbuotojų, dirbančių pavojingus darbus su dujomis, mokymą ir žinių patikrinimą. Dirbti pavojingus darbus su dujomis ir vadovauti šiems darbams gali tik kvalifikuoti darbuotojai, turintys reikiamą kvalifikaciją ir teisę dirbti pavojingus darbus su dujomis. Jie privalo mokėti naudotis darbuotojų saugos ir sveikatos bei pirminėmis gaisro gesinimo priemonėmis, suteikti pirmąją medicinos pagalbą.

MD gedimus bei avarijas, likviduoja šiuos vamzdynus eksploatuojanti įmonė. MD įvykus avarijai, šalia avarijos vietos esančiuose keliuose organizuojamas transporto apvažiavimas, prireikus stabdomas transporto judėjimas šiais keliais, prieš tai suderinus su kelių policija. Jeigu įvyktų MB avarija, aplink avarijos vietą turi būti organizuoti postai, pašaliniai asmenys (nesusiję su avarijos likvidavimu) turi būtų perspėjami apie grėsiantį pavojų ir neįleidžiami į pavojingą teritoriją

1.8 Proceso kontrolė ir apsaugos sistemos

Čiaupų aikštelės

Pagrindiniai magistralinio dujotiekio parametrai yra kontroliuojami MD čiaupų aikštelėse įrengtais prietaisais. Numatyti prietaisai yra skirti linijinio čiaupo darbinės padėties kontrolei (atidaryta arba uždaryta), čiaupo valdymo (nuotolinis čiaupo atidarymas arba uždarymas), dujų slėgio prieš linijinį čiaupą ir už jo nustatymo įrenginiai, apsauginės signalizacijos sistemos, vamzdyno potencialą matuojantys įrenginiai, elektros maitinimą užtikrinančių prietaisų parametrų perdavimo prietaisai. MD čiaupų aikštelės privalo turėti tinkamai įžemintus žaibolaidžius.

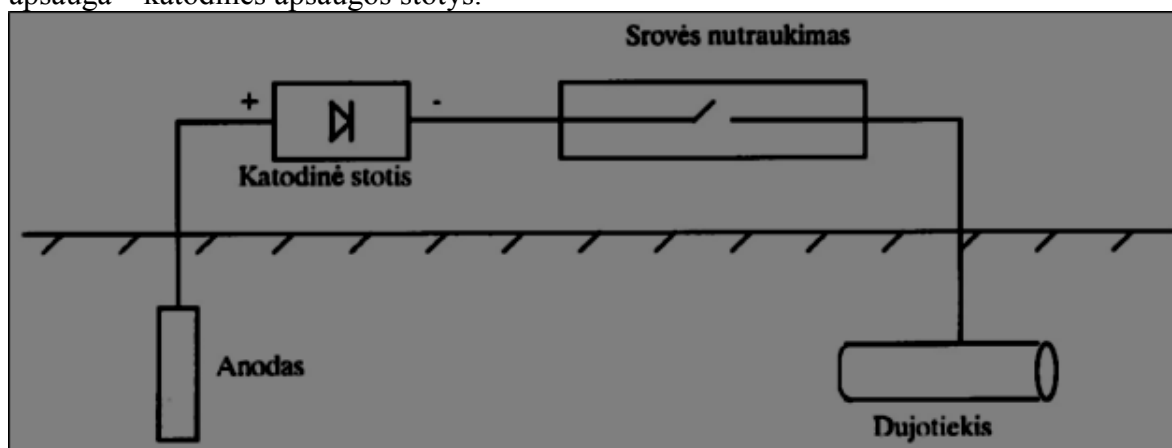
Čiaupų aikštelėse įrengtų prietaisų pagalba į SCADA sistemą perduodami šie parametrai:

- dujų slėgis prieš linijinį čiaupą
- dujų slėgis už linijinio čiaupo
- informacijos surinkimo ir perdavimo įrenginio (RTU) maitinimo įtampa
- dujotiekio vamzdyno potencialas
- linijinio čiaupo darbinė padėtis (atidaryta/uždaryta)
- apsauginės signalizacijos sistemos signalai (magnetinis kontaktas ir judesio jutiklis)
- oro temperatūra

Dujotiekių eksploatuojančios įmonės dispečeris pastebėjęs ženklų slėgio kritimą MD vamzdyne, gali nuotoliniu būdu uždaryti linijinius čiaupus, jeigu reikia dispečeris nurodo šaltkalviams kokius papildomus linijinius čiaupus reikia uždaryti rankiniu būdu. Įvykus MD avarijai dispečeris informuoja savo vadovybę apie įvykusią avariją, į avarijos vietą yra išsiunčiama žvalgybos grupė, kuri išsamiai apibūdina avariją ir reikalingas priemones jos likvidavimui. Avarinės brigados su reikalinga technika išvyksta lokalizuoti avarijos padarinių, atstatomieji darbai vykdomi pagal MD eksploatuojančios įmonės sudarytą MD avarijų likvidavimo planą.

Pasyvi ir aktyvi apsauga nuo korozijos

Dujotiekių plieninių vamzdžių apsaugai nuo korozijos numatomi du apsaugos tipai. Pasyvi apsauga - dujotiekis klojamas iš plieninių polimerine izoliacija padengtų vamzdžių ir aktyvi apsauga – katodinės apsaugos stotys.



8 pav. Principinė katodinės stoties schema

Katodinė stotis tai aktyvioji MD apsaugos priemonė nuo korozijos. Katodinės stoties veikimo principas pagrįstas elektrochemija. Dirbtinio elektros šaltinio neigiamas polius sujungiamas su magistraliniu dujotiekiu, o teigiamas su įžemintu anodu (įkastu grunte). Šia grandine tekanti elektros srovė apsaugo dujotiekių vamzdinę dalį nuo korozijos ir vietoj jo tirpdo anodą. Katodinės stotys išsiskiria tikslumu palaikant užsiduotą saugomos konstrukcijos potencialą ir palaikant bei stebint jį. Dėka tikslaus ir nuotolinio, pastovios srovės valdymo, atsiranda galimybė optimaliai kontroliuoti korozijos objektą. Nuotolinis katodinės stoties valdymas atliekamas per SCADA sistemą.

Rizikos analizė

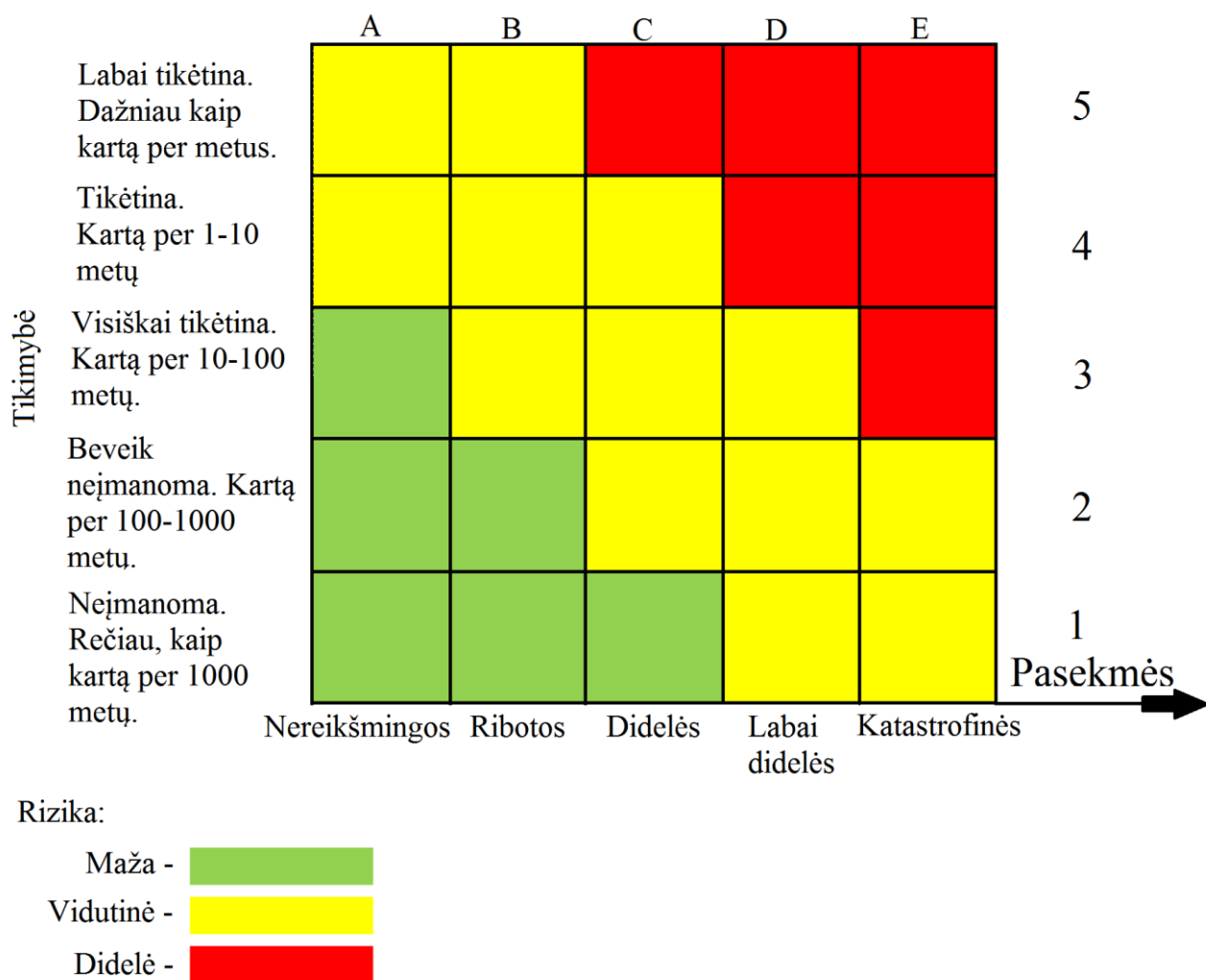
Atliekant ekstremalių situacijų vertinimą, vadovaujamosi planuojamos ūkinės veiklos galimų avarijų rizikos vertinimo rekomendacijomis R41-02, patvirtintomis LR aplinkos ministro 2003 m. liepos 16 d. Nr. 367 ir Vilniaus apskrities priešgaisrinės gelbėjimo valdybos parengtomis metodinėmis rekomendacijomis (2014-07-02, rašto Nr. 3-26-2606 (10.1-26)).

16 lentelė. Planuojamo magistralinio dujotiekio GIPL dalies LR teritorijoje rizikos vertinimo analizė

Objektas	Operacija	Pavojingas veiksnys	Nelaimingo atsitikimo pobūdis	Pažeidžiami objektai	Pasekmės pažeidžiamiems objektams	Reikšmingumas (pasekmių klasė)	Nelaimingo atsitikimo greičio klasė	Nelaimingo atsitikimo tikimybė	Rizikos įvertinimas	Prevencinės ir likvidavimo priemonės	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Magistralinis dujotiekis	Gamtinių dujų tiekimas	Labai degios dujos, didelis slėgis iki 54 bar	Srautinis gaisras esant nuotėkiui per 1 cm² ploto skylę	Žmonės	Poveikis nereikšmingas	Nereikšmingos	Ankstyvus ir aiškus įspėjimas	Neįmanoma (netikėtina)	B1	Reguliari MD techninės būklės priežiūra ir kitos požeminės infrastruktūros galinčios kelti pavojų MD priežiūra. Išorinė MD vamzdynų apsauga nuo korozijos (pasyvi ir aktyvi). Pasyvi apsauga – dujotiekio plieninių vamzdžių padengimas gamykline polimerine izoliacija, storesnė vamzdyno sienelė tose vietovėse, kurios yra tankiau apgyvendintos. Aktyvi apsauga nuo korozijos – katodinė apsaugos sistema (KAS) su anodiniais įžeminimo kontūrais	
				Gamta	Aplinkos oro tarša degimo produktais	Ribotos					
				Nuosavybė	Pažeistas vamzdynas	Nereikšmingos					
			Sprogimas esant nuotėkiui per 1 cm² skylę	Žmonės	Poveikis nereikšmingas	Nereikšmingos	Jokio įspėjimo	Neįmanoma (netikėtina)	B1		
				Gamta	Poveikis lokalus	Ribotos					
				Nuosavybė	Pažeistas vamzdynas, nuostoliai dėl nutekėjusių dujų	Ribotos					
			Gamtinių dujų sklaida esant nuotėkiui per 1 cm² skylę	Žmonės	Poveikis nereikšmingas	Nereikšmingos	Ankstyvus ir aiškus įspėjimas	Neįmanoma (netikėtina)	B1		
				Gamta	Aplinkos oro tarša metano dujomis	Ribotos					
				Nuosavybė	Pažeistas vamzdynas, nuostoliai dėl nutekėjusių dujų	Nereikšmingos					
			Srautinis gaisras esant nuotėkiui per 20 cm² ploto skylę	Žmonės	Poveikis nereikšmingas	Nereikšmingos	Ankstyvus ir aiškus įspėjimas	Neįmanoma (netikėtina)	B1		
				Gamta	Aplinkos oro tarša degimo produktais	Ribotos					
				Nuosavybė	Pažeistas vamzdynas, nuostoliai dėl nutekėjusių dujų	Ribotos					
			Sprogimas esant nuotėkiui per 20 cm² skylę	Žmonės	Galimi sunkūs sužalojimai, kelios mirtys (iki 5 žmonių)	Didelės					C1
				Gamta	Aplinkos oro tarša degimo produktais	Ribotos					

				Nuosavybė	Galimai apgriauti arti apsaugos zonos esantys pastatai, apgadintas kitas materialus turtas, išdužę pastatų stiklai. Pažeistas dujotiekio vamzdynas.	Ribotos	Jokio įspėjimo	Neįmanoma (netikėtina)		įrengimas. Vamzdynas klojamas po žeme ir jo trasa parenkama taip, kad būtų kuo toliau nuo gyvenamųjų rajonų. Vamzdyno apsaugos zona (50 m pločio) per visą jo ilgį. SCADA sistema Avarinis čiaupų uždarymas esant dideliam/mažam slėgiui. Nuotoliniu būdu valdomi čiaupai vamzdyne, siekiant sumažinti nuotėkių mastą. Hidrostatinis bandymas iki 150 proc. didžiausio leidžiamo darbinio slėgio. Apsauga nuo žaibo visose čiaupų aikštelėse. Vamzdžiai klojami atsižvelgiant į vietovės sąlygas. MD aptarnaujančio personalo, žemės savininkų ir artimiausių gyventojų tinkamas informavimas ir įspėjimas (specialūs įspėjamieji ženklai, kas 500 m). Dujotiekį eksploatuojančios įmonės darbuotojų
			Gamtinių dujų sklaida esant nuotėkiui per 20 cm ² skylę	Žmonės	Poveikis nereikšmingas	Nereikšmingos			B1	
				Gamta	Aplinkos oro tarša metano dujomis	Ribotos	Ankstyvus ir aiškus įspėjimas	Neįmanoma (netikėtina)		
				Nuosavybė	Pažeistas vamzdynas, nuostoliai dėl nutękėjusių dujų	Ribotos				
			Srautinis gaisras esant nuotėkiui per 150 cm ² ploto skylę	Žmonės	Kelios mirtys, keliolika stipriai sužalotų žmonių	Labai didelės			D1	
				Gamta	Gaisras gali išplisti už apsauginės dujotiekio zonos ribų. Galimas miško gaisras. Aplinkos oro tarša degimo produktais.	Labai didelės	Vidutiniškas	Neįmanoma (netikėtina)		
				Nuosavybė	Sugadintas vamzdynas, materialiniai nuostoliai dėl į aplinką nutękėjusių dujų.	Didelės				
			Sprogimas esant nuotėkiui per 150 cm ² skylę	Žmonės	Kelios mirtys, keliolika stipriai sužalotų žmonių	Labai didelės			D1	
				Gamta	Aplinkos oro tarša degimo produktais	Ribotos	Jokio įspėjimo	Neįmanoma (netikėtina)		
				Nuosavybė	Galimai sugriauti aplink dujotiekį esantys pastatai (iki 250 m), apgadintas kitas materialus turtas. Galimai sugadintas dujotiekio vamzdynas.	Labai didelės				
			Gamtinių dujų sklaida esant nuotėkiui per 150 cm ² skylę	Žmonės	Iki 26 m nuo dujotiekio apsaugos zonos ribų galimas užtroškimas ir apsinuodijimas dujomis.	Didelės	Ankstyvus ir aiškus įspėjimas		C1	
				Gamta	Aplinkos oro tarša metano dujomis	Ribotos				
				Nuosavybė	Sugadintas vamzdynas, materealiniai nuostoliai dėl nutękėjusių dujų	Didelės				

			Srautinis gaisras esant nuotėkiui per pilnai nutrauktą dujotiekio vamzdį	Žmonės	Kelios mirtys, keliolika stipriai sužalotų žmonių dėl gaisro šiluminės spinduliuotės	Labai didelės	Jokio įspėjimo	Neįmanoma (netikėtina)	D1	tinkamos kvalifikacijos užtikrinimas.
				Gamta	Gaisras gali išplisti už apsauginės dujotiekio zonos ribų. Galimas miško gaisras. Aplinkos oro tarša degimo produktais	Labai didelės				
				Nuosavybė	Sugadintas vamzdynas, materialiniai nuostoliai dėl nutekėjusių dujų, sunaikintas žmonių turėtas turtas (namai, privatus miškas ir t.t.)	Labai didelės				
			Sprogimas esant nuotėkiui per pilnai nutrauktą dujotiekio vamzdį	Žmonės	Kelios mirtys, keliolika stipriai sužalotų žmonių dėl sprogo sukeltos viršslėginės bangos	Labai didelės	Jokio įspėjimo	Neįmanoma (netikėtina)	D1	
				Gamta	Aplinkos oro tarša degimo produktais	Ribotos				
				Nuosavybė	Galimai sugriauti ir apgadinti aplink dujotiekį esantys pastatai (iki 600 m), apgadintas kitas materialus turtas. Sugadintas dujotiekio vamzdynas. Dideli nuostoliai dėl nutekėjusių dujų.	Labai didelės				
			Gamtinių dujų sklaida esant nuotėkiui per pilnai nutrauktą dujotiekio vamzdį	Žmonės	Iki 105 m nuo dujotiekio apsaugos zonos ribų galimas užtroškimas ir apsinuodijimas dujomis.	Didelės	Jokio įspėjimo	Neįmanoma (netikėtina)	D1	
				Gamta	Atmosferos tarša metano dujomis	Didelės				
				Nuosavybė	Sugadintas vamzdynas. Dideli nuostoliai dėl nutekėjusių dujų.	Didelės				



9 pav. Rizikos vertinimo matrica

Išvados

Atlikus planuojamos ūkinės veiklos kokybinį rizikos vertinimą nustatyta, kad planuojamas magistralinis dujotiekis, nepriklausomai nuo pasirinktos trasos alternatyvos, priskirtinas vidutinės rizikos kategorijai. Įvertinus galimų avarijų riziką galima teigti, kad rizikos mažinimo priemonių diegimas gali būti svarstytinas, nors ir nėra būtinas.

Didžiausią riziką kelia dujotiekio sprogimai ir didelio masto dujų nuotėkio gaisrai. Tokių avarijų gaisro tikimybė vertinama kaip neįmanoma (sprogimo atveju <10-8, srautinio gaisro atveju <10-7), bet pasekmės visiems pažeidžiamiems objektams gali būti didelės arba labai didelės. Avarijų tikimybės buvo apskaičiuotos vadovaujantis Europos magistralinių dujotiekių avarijų statistikos analize. Avarijų prevencijai ir galimų pasekmių sušvelninimui numatoma visa eilė proceso kontrolės ir apsaugos sistemų. Vamzdyno apsaugai nuo korozijos numatoma pasyvi ir aktyvi dujotiekio plieninių vamzdžių apsauga. Rekomenduotina, kad šalia magistralinio dujotiekio gyvenantys žmonės, žemės savininkai būtų tinkamai informuoti apie magistralinį dujotiekį, kokia veikla draudžiama dujotiekio apsaugos zonoje ir jos artimojoje aplinkoje, kaip tinkamai reaguoti ir kokių priemonių imtis įvykus MD avarijai. Šių priemonių įgyvendinimas užtikrina pakankamą dujotiekio saugumą.