

RĪGAS TEHNISKĀ UNIVERSITĀTE
Inženierekonomikas un vadības fakultāte
Darba un civilās aizsardzības institūts

Laboratorijas darbi
„ Civilā aizsardzība,,

Rīga,2009

Laboratorijas darbi „Civilās aizsardzības” mācību priekšmetā paredzēts visu mācību profilu RTU studentiem.

Laboratorijas darbi sastādīja Dr.sc.ing.,asoc.professors V.Jemeljanovs.
Mg.oec. J.Sulojeva

Recenzenti: Darba un civilās institūta direktors Dr.oec.,prof.J.Ieviņš
Darba un civilās institūta Dr.hab.sc.ing., prof.A.Jemeljanovs.

Tehniskais redaktors: Mg.DA. J. Bartušauskis

Izskatīts un apstiprināts Darba un civilās institūta sēdē 2009. 22 . 05.,protokols Nr.16

@ Rīgas Tehniskā Universitāte-2009

ISBN 978-9984-32-413-5

Laboratorijas darbs

„Sprādzienbīstamība un ugunsbīstamība”

Darba mērķis- apmācīt topošus speciālistus teorētiskām zināšanām un praktiskām iemaņām, kuras būs nepieciešamas strādājot objektos ar sprādziebīstamiem un ugunsbīstamiem tehnoloģiskiem procesiem un vidi.

Darba uzdevums.

Ražošanas ceha ģeometriskais tilpums V_g ir 9000 m^3 . Ražošanas procesā pielieto viegli uzliesmojošu šķidrumu benzolu (C_6H_6), kura uzliesmojuma temperatūra ir $t_{uzliesm} -11^\circ \text{C}$. Benzola temperatūra tehnoloģiskajos aparātos t_0 ir 25°C , un tāda pati temperatūra ir ražošanas telpā. Hermētiskumu zaudē visbīstamākais tehnoloģiskais aparāts ar vislielāko tilpumu $V_a = X_{m^3}$, kas piepildīts ar benzolu, un tā piepildījuma koeficients $e = 0,7$. Aparāta avārija notiek laikā, kad aparātā iepilda benzolu. Cilvēks atrodas no sprādziena vieta X - metru attālumā, sprādziena temperatūra T_{spr} ir 2000 K . X - tas ir varianta numurs, nepieciešams izvēlēties pēc diviem pēdējiem cipariem studenta apliecībā.

Jāatbild:

1. Kāds ir sprādziena paaugstinātais spiediens ΔP kPa un kādas sekas var būt ēkai?
2. Kāda var būt sprādziena siltuma izstarošanas enerģija un kādas sekas var būt?
3. Kādas var būt sprādzienbīstamās darba vietas zonas?

Kāds ir sprādziena paaugstinātais spiediens ΔP kPa un kādas sekas var būt ēkai?

Lai atrisinātu šo uzdevumu un aprēķinātu sprādziena paaugstināto spiedienu ΔP kPa nepieciešams izmantot formulas – gāzu, šķidrumu tvaiku pārspiediena aprēķināšanai (1) un degošo šķidrumu maisījumu tvaiku un putekļu pārspiediena aprēķināšanai (2) sprādzienu gadījumos:

$$\Delta P = (P_{\max} - P_0) \cdot \frac{m \cdot z}{V_b \cdot \rho_{gt}} \cdot \frac{100}{C_{st}} \cdot \frac{1}{K_n} \quad (1)$$

$$\Delta P = \frac{m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot Z}{V_b \cdot \rho_{gt} \cdot C_p \cdot T_0} \cdot \frac{1}{K_n} \quad (2)$$

kur:

1. ΔP – aprēķina sprādziena spiediena robežu, zem kuras telpa nav pieskaitāma pie sprādzienbīstamas.

$$\Delta P > 5 \text{ kPa}$$

2. P_{\max} - stehiometriskā gāzu gaisa vai tvaiku gaisa maisījuma sprādziena spiediens noslēgtā tilpumā. Atļauts pieņemt, ka P_{\max} vienlīdzīgs 900 kPa;
3. P_0 - sākotnējais spiediens telpā, kPa (atļauts pieņemt 101 kPa);
4. m - degošās gāzes (DG) vai viegli uzliesmojošu šķidrumu (VUŠ) un degošu šķidrumu (DŠ) tvaiku masa; mūsu variantu var aprēķināt ar formulu:
- $$m = V_a \cdot \rho_g \cdot e ; \quad (3)$$
- kur - ρ_g - blīvums benzolam līdz sprādzienam, var pieņemt 760 kg/m³
5. z - koeficients, kas raksturo degošas vielas līdzdalību sprādzienā un ko var aprēķināt pēc gāzu un tvaiku attiecības telpā; z skaitliskās nozīmes atļauts pieņemt saskaņā ar [1. tabulu].

1. tabula

Degošas vielas veids	Koeficients z
Degošas gāzes, izņemot ūdeņradi	0,5
Viegli uzliesmojoši un degoši šķidrumi, sasildīti līdz uzliesmojuma temperatūrai un vairāk, izņemot AOS (augsttemperatūras organiskie siltumnesēji)	0,3
Viegli uzliesmojoši un degoši šķidrumi, kuru temperatūra zemāka par uzliesmojuma temperatūru, bet var izveidoties aerosols	0,3
Viegli uzliesmojoši un degoši šķidrumi, kuru temperatūra zemāka par uzliesmojuma temperatūru un aerosols izveidoties nevar	0

6. V_b – sprādziena izplatības tilpums, m³
- V_b var pieņemt, ka $0,8 V_g$ (4)
- $V_g = 9000 \text{ m}^3$
7. ρ_{gt} – gāzes vai tvaika blīvums līdz sprādzienam, ja temperatūra telpā ir t_0 ,
- $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$;

Gāzes un tvaika blīvumu aprēķina ar formulu:

$$\rho_{gt} = \frac{M}{V_0(1 + 0,000367t_0)} \quad (5)$$

kur: M - grammolekulas masa, g / Mol;

V_0 - grammolekulas tilpums, vienlīdzīgs 22,413, $l \cdot Mol$;

t_0 - aprēķina temperatūra, °C.

8. C_{st} - DG vai VUŠ un DŠ tvaiku stehiometriskā koncentrācija apjoma procentos, kuru aprēķina ar formulu:

$$C_{st} = \frac{100}{1 + 4,84\beta}, \quad (6)$$

kur: β - stehiometriskais skābekļa koeficients degšanas reakcijā;

$$\beta = n_c + \frac{n_H - n_X}{4} + \frac{n_0}{2}, \quad (7)$$

kur: n_c , n_H , n_0 , n_X - C, H, O un halogēnu (N, Cl, Br, J, F) atomu skaits degošās vielas molekulā;

9. k_n - telpas nehermētiskuma un degšanas reakcijas nadiabātiskuma ievērošanas koeficients.

Atļauts pieņemt $k_n = 3$.

10. H_T - sadegšanas siltums, $J \cdot kg^{-1}$;

11. ρ_g - gaisa blīvums līdz sprādzienam, ja temperatūra telpā ir t_0 , $kg \cdot m^{-3}$ (var aprēķināt ar formulu (3));

12. C_p - gaisa siltumietilpība $J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$

(atļauts pieņemt $C_p = 1,01 \cdot 10^3 \quad J \cdot kg^{-1} \cdot K^{-1}$);

13. T_0 - sākotnējā gaisa temperatūra telpā, K.

Pēc veiktajiem aprēķinam iespējamās sekās dotas tab.2

Tabula.2

Sekas	ΔP , kPa
Bojāgājušie 100%	800-500
Bojāgājušie 50%	500 - 350
Bojāgājušie 10%	300 - 200
Ēkas sagrāvuma	71,2
Dzelzceļa vagonu iznīcināšana	49,9
Vidējie bojājumi	16,4

Bojājumu raksturojums, atkarībā no pārspiediena ΔP

- vāji bojājumi 8 – 20 kPa
- vidēji bojājumi 12 – 30 kPa
- stipri bojājumi 20 – 45 kPa
- pilnīga sagrāve 30 – 60 kPa

Vāji bojājumi – vājāko būvju bojājumi

Vidējie bojājumi – sagrautas vājākās konstrukcijas (logi, vitrīnas, durvis, stipri bojātas nesošās starpsienas)

Stipri bojājumi – lielas deformācijas nesošajās konstrukcijās, lielas pārseguma daļas sagrāvumi

Pilnīga sagrāve – būvju un iekārtu sagrāve. Dzelzsbetona ēkas un būves iegūst vidējus bojājumus pēc 20 – 30 kPa, pilnīga sagrāve pie 45 – 60 kPa

Ķieģeļu būves:

vāji bojājumi -> 8 – 12kPa

pilnīgs sagrāvums -> 30 – 40Kpa

Kāda sprādziena siltuma izstarošanās enerģija var būt un kādas sekas var būt?

Lai atrisinātu otrais uzdevums nepieciešams izmantot sekojošo formulu:

$$E = 4,86 \cdot 10^{-11} \frac{(m^{\frac{1}{3}})^2}{L} \cdot Tspg^4 \quad [kJ / m^2] \quad (8)$$

kur:

E - sprādziena siltuma izstarošanas enerģija kJ / m^2 ;

m - degošās gāzes (DG) vai viegli uzliesmojošu šķidrumu (VUŠ) un degošu šķidrumu (DŠ) tvaiku masa; mūsu variantu var aprēķināt ar formulu – kilogramos;

L - attālums no sprādziena vieta - metros ;

$Tspg$ - sprādziena temperatūra- K

Tabula 3.

Sekas sprādziena siltuma izstarošanas enerģijai kJ/m^2

Sekas sprādziena siltuma izstarošanas enerģijai :	Sprādziena siltuma izstarošanas enerģija kJ/m^2
I pakāpes apdegumi	50-120
II pakāpes apdegumi	120-200
III pakāpes apdegumi	200-300
Deg koks elementi	400
Deg jumta elementi	710

Kādas var būt sprādzienbīstamās darba vietas zonas?

Lai atrisinātu otrais uzdevums nepieciešams izmantot sekojošo formulu:

$$R_1 = \sqrt[3]{\frac{3 \cdot 100 \cdot (P_{\max} - P_0) \cdot m \cdot z}{\Delta P \cdot \rho_{gt} \cdot C_{st} \cdot K_n \cdot \pi \cdot 2}} \quad (9)$$

$$R_2 = \sqrt[3]{\frac{1,5m \cdot H_T \cdot P_0 \cdot z}{\Delta P \cdot \rho_{gt} \cdot C_{st} \cdot T_0 \cdot K_n \cdot \pi}} \quad (10)$$

kur :

R_1 - bīstamās zonas (pusfēras) rādiuss gāzu, šķidrumu tvaiku sprādziena gadījumā;

R_2 - bīstamās zonas (pusfēras) rādiuss šķidrumu maisījumu tvaiku, putekļu sprādziena gadījumā;

Pārējie parametri – sk. augstāk.

Šī zona var pārsniegt vairāk kā 5% no kopējā ģeometriskā tilpuma V_g , tādā gadījumā visa ēka būs kā sprādzienbīstamā zona .

Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikumi Nr. 300 “Darba aizsardzības prasības darbā sprādzienbīstamā vidē” [2]. - paredz sprādzienbīstamo darba vietu iedalījumu zonās, pamatojoties uz sprādzienbīstamības vides rašanas biežumu un pastāvēšanas ilgumu [2,7.p.].

7. Sprādzienbīstamas darba vietas iedala zonās, pamatojoties uz sprādzienbīstamas vides rašanās biežumu un pastāvēšanas ilgumu:

7.1. 0.zona — vieta, kur sprādzienbīstama vide, ko veido gaisa maisījums ar uzliesmojošu vielu gāzes, tvaiku vai miglas veidā, pastāv visu laiku, ilgstoši vai bieži;

7.2. 1.zona — vieta, kur sprādzienbīstama vide, ko veido gaisa maisījums ar uzliesmojošu vielu gāzes, tvaiku vai miglas veidā, var dažreiz rasties normālos darba apstākļos, veicot tehnoloģiskajā (darba) procesā noteiktas darbības;

7.3. 2.zona — vieta, kur sprādzienbīstama vide, ko veido gaisa maisījums ar uzliesmojošu vielu gāzes, tvaiku vai miglas veidā, nevarētu rasties normālos darba apstākļos, veicot tehnoloģiskajā (darba) procesā noteiktas darbības, bet, ja tā rodas, pastāv tikai īsu laikposmu;

7.4. 20.zona — vieta, kur sprādzienbīstama vide, ko veido gaisa maisījums ar uzliesmojošu vielu putekļu mākoņa veidā, pastāv visu laiku, ilgstoši vai bieži;

7.5. 21.zona — vieta, kur sprādzienbīstama vide, ko veido gaisa maisījums ar uzliesmojošu vielu putekļu mākoņa veidā, var rasties dažreiz normālos darba apstākļos, veicot tehnoloģiskajā (darba) procesā noteiktas darbības;

7.6. 22.zona — vieta, kur sprādzienbīstama vide, ko veido gaisa maisījums ar uzliesmojošu vielu putekļu mākoņa veidā, nevarētu rasties normālos darba apstākļos, veicot tehnoloģiskajā (darba) procesā noteiktas darbības, bet, ja tā rodas, pastāv tikai īsu laikposmu.

Izmantotie normatīvie akti, literatūra.

1. A. Jemeljanovs, V. Šķepasts „Civilās aizsardzības pamati” RTU, Rīga, 1996.
2. Latvijas Republikas Ministru kabineta noteikums Nr. 300 “Darba aizsardzības prasības darbā sprādzienbīstamā vidē”.

Laboratorijas darbs „Bīstamās ķīmiskās vielas un produkti”

Darba mērķis- apmācīt topošus speciālistus teorētiskām zināšanām un praktiskām iemaņām, kurās būs nepieciešamas strādājot objektos ar bīstamām ķīmiskām vielām un produktiem

Darba uzdevums.

Dzeramā ūdens ķīmiskās attīrīšanas stacijā atrodas X- tonnas hlora (Q^0),šķidrums veidā. Avārijas rezultātā noticis hlora glabāšanas tilpnes bojājums un hlora noplūdi, slāņa biezums $h=0,08$ m., vēja ātrums ir -2 m/s, inversija, gaisa temperatūra ir 20° C , objekts atrodas

R- km attālumā no jums. X; R - tas ir varianta numurs, kuru nepieciešams izvēlēties pēc diviem pēdējiem cipariem studenta apliecībā.

Jāatbild:

- 1.Noteikt kopējo saindējamo zonas dziļumu un atbildēt vai jums pastāvēs bīstamība vai nē?
- 2.Nosaukt iespējamo un faktisko saindējamo zonu?
- 3.Cik ilgā laikā saindētais gaisa mākonis nonāks līdz jums?

1. Noteikt kopējo saindējamo zonas dziļumu un atbildēt vai jums pastāvēs bīstamība vai nē?

Lai atrisinātu pirmo uzdevumu un aprēķinātu **kopējo saindētās zonas dziļumu Dz** tika izmantotas šādas formulas :

1) **Vielām iztvaikošanas laiks** -

$$T = \frac{h \cdot d}{K_2 K_4 K_7} \text{ [st]} \quad (1)$$

Kur - K_2 - koeficients, atkarīgs no fizikāli ķīmiskajām īpašībām. (tab. 1.)

K_4 - koeficients, atkarīgs no vēja ātruma.

K_7 - koeficients, atkarīgs no gaisa temperatūras. (tab. 1.)

h – SIV slāņa biezums, (m)

d – SIV īpatsvars. (t/m^3)

Kur d , un citi radītāju dati atrodami tab.1 .

Iztvaikošanas laiks ir avārijas laiks un izmantojot tab.2 .atrodams koeficients K_6 .

Tabula Nr. 1.

Stipras iedarbības indīgo vielu raksturojumi un saindējuma zonu dziļuma noteikšanas koeficientu nozīme

SIIV nosaukums	SIIV blīvums t/m^3		Vārīšanās temp. ⁰ C	Bīstamā toksodoza. mgxmin/l	Palīgkoeficientu nozīme							
	gāze	šķidrums			K_1	K_2	K_3	K_7				
								-40° C	-20° C	0° C	20° C	20° C
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Akroleins	-	0,839	52,7	0,8 ^x	0	0,013	0,75	0,1	0,2	0,4	1	2,2
Amonjaks: Glabāšana zem spiediena	0,0008	0,681	-33,42	15	0,18	0,025	0,04	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1
Izotermiska glabāšana	-	0,681	-33,42	15	0,18	0,025	0,04	0/0,9	1/1	1/1	1/1	1/1
Acetonitrils	2	0,786	81,6	21,6 ^{xx}	0	0,004	0,028	0,02	0,1	0,3	1	2,6
Acetoncianhidrits	-	0,932	120	1,9 ^{xx}	0	0,002	0,316	0	0	0,3	1	1,5
Arsēnūdeņradis	0,0035	-	-62,47	0,7 ^{xx}	0,17	0,054	0,857	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
Fluorūdeņradis	-	0,989	19,52	4	0	0,028	0,15	0,1	0,2	0,5	1	1
Hlorūdeņradis	0,0016	1,191	-85,10	2	0,25	0,037	0,30	0,64/1	0,6/1	0,8/1	1/1	1,2/1
Ciānūdeņradis	-	0,687	25,7	0,2	0	0,026	3,0	0	0	0,4	1	1,3
Dimetilamīns	0,0020	0,680	6,9	1,2 ^x	0,06	0,041	0,5	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1/1	2,5/1
Bromūdeņražskābe	0,0036	1,490	-66,77	0,1 ^x	0,13	0,055	6,0	0,2/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
Metilamīns	0,0014	0,699	-6,5	1,2 ^x	0,13	0,034	0,5	0/0,3	0/0,7	0,5/1	1/1	2,5/1
Broma metīls	-	1,732	3,6	1,2 ^x	0,04	0,039	0,5	0/0,2	0/0,4	0/0,9	1/1	2,3/1

2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Hroma metīls	0,0023	0,983	-23,76	10,8 ^{xx}	0,125	0,044	0,056	0/0,5	0,1/1	0,6/1	1/1	1,5/1
Metilmerkaptāns	-	0,876	5,95	1,7 ^{xx}	0,06	0,043	0,353	0/0,1	0/0,3	0/0,8	1/1	2,4/1
Metilakrils	-	0,953	80,2	2,4 ^x	0	0,005	0,025	0,1	0,2	0,4	1	3,1
Akrilskābes nitrīts	-	0,806	77,3	0,75	0	0,007	0,80	0,04	0,1	0,4	1	2,4
Slāpekļa oksīds	-	1,491	21,0	1,5	0	0,040	0,40	0	0	0,4	1	1
Etilēna oksīds	-	0,882	10,7	2,2 ^{xx}	0,05	0,041	0,27	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	3,2/1
Sēra anhidrīds	0,0029	1,462	-10,1	1,8	0,11	0,049	0,333	0/0,2	0/0,5	0,3/1	1/1	1,7/1
Sērūdeņradis	0,0015	0,964	-60,35	16,1	0,27	0,042	0,036	0,3/1	0,5/1	0,8/1	1/1	1,2/1
Sērogleklis	-	1,263	46,2	45	0	0,021	0,013	0,1	0,2	0,4	1	2,1
Sālsskābe	-	1,198	-	2	0	0,021	0,30	0	0,1	0,3	1	1,6
Primetilamins	-	0,671	2,9	6 ^x	0,07	0,047	0,1	0/0,1	0/0,4	0/0,9	1/1	2,2/1
Formaldehīds	-	0,815	-19,0	0,6 ^x	0,19	0,034	1,0	0/0,4	0/1	0,5/1	1/1	1,5/1
Fosgēns	0,0035	1,432	8,2	0,6	0,05	0,061	1,0	0/0,1	0/0,3	0/0,7	1/1	2,7/1
Fluors	0,0017	1,512	-188,2	0,2 ^x	0,95	0,038	3,0	0,7/1	0,8/1	0,9/1	1/1	1,1/1
PCl_3	-	1,570	75,3	3	0	0,010	0,2	0,1	0,2	0,4	1	2,3
Hlors	0,0032	1,553	-34,1	0,6	0,18	0,052	1,0	0/0,9	0,3/1	0,6/1	1/1	1,4/1
Hlorpikrīns	-	1,658	112,3	0,02	0	0,002	30,0	0,03	0,1	0,3	1	2,9
Hlorciāns	0,0021	1,220	12,6	0,75	0,04	0,043	0,80	0/0	0/0	0/0,6	1/1	3,9/1
Etilenimīns	-	0,838	55,0	4,8	0	0,009	0,125	0,05	0,1	0,4	1	2,2
Etilensulfīds	-	1,005	55,0	0,1 ^x	0	0,013	5,0	0,05	0,1	0,4	1	2,2
Etilmerkaptāns	-	0,839	35,0	2,2 ^x	0	0,028	0,27	0,1	0,2	0,5	1	1,7

1. Gāzveidīgo SIIV blīvums ailē 3 dots pie atmosfēras spiediena; gadījumā, ja tilpnē spiediens atšķiras no atmosfēras spiediena, gāzveidīgo SIIV blīvums nosakāms reizinot vērtību 3 ailē ar spiediena lieluma kgs/cm^2 .
2. Ailēs no 10 līdz 14 Koeficienta K_7 vērtība dota: skaitītājā – primārajam mākonim, saucējā – sekundārajam.
3. Ailē 6 dota toksodozu no vērtības, kas atzīmētas ar zvaigznīti, aprēķinātas aptuveni pēc vienādojuma - toksodoza=240 K, GPK; kur $toksodoza = \frac{mg \cdot min}{l}$, GPK (galējā pieļaujamā koncentrācija) darba zonā pēc ГОСТ 12.1.005 – 88, mg/l;
 * - K = 5 kairinošām indēm (viena zvaigznīte)
 ** - K = 9 pārējām (divas zvaigznītes).

Tabula Nr. 2.

Koeficienta K_6 nozīmes atkarībā no laika, kas pagājis no avārijas sākuma.

Laiks, kas pagājis no avārijas sākuma, st.	1	2	3	4
K_6	1	1,74	2,41	3,03

2) Vielu ekvivalento daudzumu primārajā mākonī:

$$Q_{e1} = K_1 \cdot K_3 \cdot K_5 \cdot K_7 \cdot Q_0 \quad (t^0) \quad (2)$$

Kur : K_1 - koeficients, atkarīgs no SIIV glabāšanas apstākļiem; (tab. 1.)

K_3 - koeficients, kas vienlīdzīgs hlora un faktiski noplūdušā SIIV toksodozu attiecībai. (tab. 1.)

K_5 - koeficients, atkarīgs no gaisa vertikālās stabilitātes., **koeficients pie inversijas =1, pie izotermitas =0.23, pie konvekcijas =0.08.**

K_7 - koeficients, atkarīgs no gaisa temperatūras (tab.1.)

Q_0 - noplūdušo vielu daudzums. (t)

3) Vielu ekvivalento daudzumu sekundārajā mākonī:

$$Q_{e2} = (1 - K_1) K_2 \cdot K_3 \cdot K_4 \cdot K_5 \cdot K_6 \cdot K_7 \cdot \frac{Q_0}{h \cdot d} \quad (3)$$

Kur : K_1 - koeficients, atkarīgs no SIIV glabāšanas apstākļiem; (tab. 1.)

K_2 - koeficients, atkarīgs no īpašībām; (tab. 1.)

K_3 - koeficients, kas vienlīdzīgs hlora un faktiski noplūdušā vielu toksodozu attiecībai. (tab. 1.)

K_4 - koeficients, atkarīgs no vēja ātruma; (tab. 3.)

K_5 - koeficients, atkarīgs no gaisa vertikālās stabilitātes. (skat. formulu Nr. 2.)

K_6 - koeficients, atkarīgs no laika, kurš pagājis pēc avārijas; (tab. 2.)

K_7 - koeficients, atkarīgs no gaisa temperatūras (tab.1.)

h –vielu slāņa biezums (m)
 d –vielu īpatsvars (t/m^3)
 Q_0 - noplūdušo SIV daudzums. (t)

Tabula Nr. 3.

Koeficienta K_4 vērtības atkarībā no vēja ātruma

Vēja ātrums, m/sek	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
K_4	1	1,33	1,67	2,0	2,34	2,67	3,0	3,34	3,67	4,0	-	-	-	-	5,68

4) Kopējo saindējamo zonas dziļumu:

1. Pēc tab. 4. ar interpolācijas palīdzību atrodam saindējuma (D_1) zonas no primārā mākoņa.
2. Pēc tab. 4. ar interpolācijas palīdzību atrodam saindējuma (D_2) zonas no sekundārā mākoņa.
3. Nosakām kopējo saindējuma zonas dziļumu.

$$Dz = D^{\max} + 0,5D^{\min} \quad (4)$$

Tabula Nr. 4.

Tabula lai noteiktu iespējamās saindējuma zonas ar SIIV dziļumu, km

Vēja ātrums m/sek	0,1	0,5	1	3	5	10	20	30	50	70	100	300	500	700	1000	2000
1	1,25	3,16	4,75	9,18	12,53	19,20	29,56	38,13	52,67	65,23	81,91	166	231	288	363	572
2	0,84	1,92	2,84	5,35	7,20	10,85	16,44	21,02	28,73	35,35	44,09	87,79	121	150	189	295
3	0,68	1,53	2,17	3,99	5,34	7,96	11,94	15,18	20,59	25,21	31,30	61,47	84,50	104	130	202
4	0,59	1,33	1,88	3,28	4,36	6,46	9,62	12,18	16,43	20,05	24,80	48,18	65,92	81,17	101	157
5	0,53	1,19	1,68	2,91	2,75	5,53	8,19	10,33	13,88	16,89	20,82	40,11	54,67	67,15	83,60	129
6	0,48	1,09	1,53	2,66	3,43	4,88	7,20	9,06	12,14	14,79	18,13	34,67	47,09	56,72	71,70	110
7	0,45	1,00	1,42	2,46	3,17	4,49	6,48	8,14	10,87	13,17	16,17	30,73	41,63	50,93	63,16	96,30
8	0,42	0,94	1,33	2,30	2,97	4,20	5,92	7,42	9,90	11,98	14,68	27,75	37,49	45,79	56,70	86,20
9	0,40	0,88	1,25	2,17	2,80	3,96	5,60	6,86	9,12	11,03	13,50	25,39	34,24	41,76	51,60	78,30
10	0,38	0,84	1,19	2,06	2,66	3,76	5,31	6,50	8,50	10,23	12,54	23,49	31,61	38,50	47,53	71,90
11	0,36	0,80	1,13	1,96	2,53	3,58	5,06	6,20	8,01	9,61	11,74	21,91	29,44	35,81	44,15	66,62
12	0,34	0,76	1,08	1,88	2,42	3,43	4,85	5,94	7,67	9,07	11,06	20,58	27,61	33,55	41,30	62,20
13	0,33	0,74	1,04	1,80	2,37	3,29	4,66	5,70	7,37	8,72	10,48	19,45	26,04	31,62	38,90	58,44
14	0,32	0,71	1,00	1,74	2,24	3,17	4,49	5,50	7,10	8,40	10,04	18,46	24,69	29,95	36,81	55,20
15	0,31	0,69	0,97	1,68	2,17	3,07	4,34	5,31	6,86	8,11	9,70	17,60	23,50	28,48	34,98	52,37

1. Pie vēja ātruma, lielāka par 15 m/sek. saindējuma zonas izmērus pieņemt tādus pat, kā pie vēja ātruma 15 m/sek.
2. Pie vēja ātruma, mazāka par 1 m/sek. saindējuma zonas izmērus pieņemt kā pie vēja ātruma 1 m/sek.

5) Pastāvēs bīstamība vai nē?

Nepieciešams salīdzināt kopējo saindējamo zonas dziļumu Dz ar attālumu R - kur jūs atrodaties, un gadījumā ja Dz ir lielāks par R , tad jūs atrodaties bīstamajā zonā.

2. Nosaukt iespējamo un faktisko saindējamo zonu?

Lai atrisinātu uzdevumu un aprēķinātu iespējamu saindējamo zonas tika izmantotas formulas :

$$S_{iesp} = 8,72 \cdot 10^{-3} Dz^2 \cdot \varphi(km^2) \quad (5)$$

Kur: S_{iesp} - iespējamā saindējuma platība;

Dz – saindējuma zonas dziļums;

φ - iespējamās saindējuma zonas leņķa izmēri (grādos) (tab.5)

Tabula Nr. 5.

Iespējamā saindējuma zonas ar SIIV leņķa izmēri atkarībā no vēja ātruma				
m/s	<1	1	2	>2
Grādi.	360	180	90	45

Lai atrisinātu uzdevumu un aprēķinātu **faktisko saindējamo zonu** tika izmantota šāda formula :

$$S_{fakt} = K_8 \cdot Dz^2 \cdot N^{0,2} (km^2) \quad (6)$$

Kur: K_8 - koeficients, kas atkarīgs no gaisa vertikālās noturības;

Inversijas – 0,081;

Izotermijas – 0,133;

Konvekcijas – 0,235;

N - laiks, kas pagājis no sākuma. (st);

Dz – saindējuma zonas dziļums.

3.Cik ilgā laikā saindētais gaisa mākonis nonāks līdz jums?

Lai atrisinātu uzdevumu un aprēķinātu **saindētā gaisa mākoņa pārnesanas laiku** tika izmantota sekojošā formula :

$$t = \frac{R}{V} \quad (7)$$

Kur: R - attālums no saindējuma avota līdz objektam (tas ir varianta numurs, kuru nepieciešams izvēlēties pēc diviem pēdējiem cipariem studenta apliecībā.).

V - saindētā gaisa mākoņa priekšējās malas pārnesanas ātrums (km/st)
(tab.6)

Tabula Nr. 6.

Vēja ātrums m/sek.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Pārnesanas ātrums Km/st.	INVERSIJA														
	5	10	16	21	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	IZOTERMIJA														
	6	12	18	24	29	35	41	47	53	59	65	71	76	82	88
	KONVEKCIJA														
7	14	21	28	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Izmantotā literatūra.

1 .A. Jemeljanovs, V. Šķepasts „Civilās aizsardzības pamati” RTU,Rīga,1996.

Laboratorijas darbs „Radiācijas drošība”

Darba mērķis- apmācīt topošus speciālistus teorētiskām zināšanām un praktiskajām iemaņām, kuras būs nepieciešamas lai nodrošinātu aizsardzību radiācijas gadījumā.

Darba uzdevums.

Jūs atrodaties vietā ,kur attālums līdz Ignalinas AES ir X-km .Notiek atomreaktora VVER-440 avārija. Metereologiskie apstākļi:-izotermija, vēja ātrums -2m/s, vējš pūš no AES, virzienā uz jums.

X- tas ir varianta numurs ,nepieciešams izvēlēties pēc diviem pēdējiem cipariem studenta apliecībā, ja šie cipari ir vairāk kā 30,jāpieņem ka 30

Jāatbild:

1. Noteikt saindējamās zonas izmērus(dziļumu, platību)?
2. Radioaktīvā mākoņa pienākšanas laiks?
3. Iekšēja un ārējā radioaktīvā apstorojuma deva?
4. Hospitalizācija vajadzīga vai ne?

1. Noteikt saindējamās zonas izmērus(dziļumu, platību)?

Lai atrisinātu pirmo uzdevumu un aprēķinātu saindējamās zonas izmērus(dziļums, platība) tika izmantoti tabulas 1. dati.

Tabula Nr. 1.

Radioaktīvā saindējuma zonas izmēri kodolreaktora VVER – 440 hipotētiskās avārijas gadījumā, izotermijas apstākļos.

Zona	Vēja ātrums <i>m/sek</i>	Zonas garums (dziļums) no AES, <i>km</i>	Zonas platums no AES, <i>km</i>	Zonas laukums, <i>km²</i>	Zonas noformēšanās laiks, <i>st</i>
Bīstamā saindējuma	1	34 / 9,5	2,5 / 0,95	68 / 7,2	10,0 / 3,0
	2	30 / 7,5	2,2 / 0,7	52,8 / 4,2	5,0 / 1,5
Ārkārtēji bīstamā saindējuma	3	20 / 6	2,0 / 0,6	41,6 / 2,0	3,0 / 1,0
	5	18 / 4,5	1,5 / 0,45	21,6 / 1,6	1,5 / 0,7
	7	14 / 4	1,3 / 0,3	14,6 / 0,96	1,0 / 0,6
	10	12 / nevid.	1,1 / nevid.	10,6 / nevid.	0,8 / nevid.

Pēc šīs tabulas datiem nosāka bīstamā radioaktīvā saindējuma zonas dziļumu un platumu, ka arī ārkārtēji bīstamā saindējuma zonas dziļumu un platumu.

2. Radioaktīvā mākoņa pienākšanas laiks?

Radioaktīvā mākoņa pienākšanas laiks ($T_{\text{pienākš}}$) aprēķināts pēc formulas:

$$T_{\text{pienākš}} = \frac{R}{U \cdot a \cdot 60} \text{ min.} \quad (1)$$

Kur :

R - attālums līdz AES , m ;

U - vēja ātrums , m/s ;

a -koeficients , priekš VVER-440 $a=1$, priekš VVER(RMBK)-1000 $a=1.25$

3. Iekšējā un ārējā radioaktīvā apstarojuma deva?

Iekšējā radioaktīvā apstarojuma devas aprēķināšanai izmantojiet interpolācijas metodi un tabulas 2. datus, ārējā apstarojuma devas aprēķinus veiciet pēc tabulas Nr. 3.

Tabula Nr. 2.

Iekšējā radioaktīvā apstarojuma devas (dozas) bērniem uz reaktora VVER – 440 mākoņa izplatīšanās pēdas bisektrises (ass), Rad, izotermija.

Attālums no AES, km	Iekšējā apstarojuma deva (doza) bērniem, Sv/st			Laiks, kas pagājis kopš avārijas sākuma, kura laikā veidojas apstarojuma deva (doza) 0,3Sv, $st., min.$		
	Vēja ātrums m/s					
	2	5	10	2	5	10
3	10,26	4,47	2,30	0h24min	0h11min	0h09min
5	4,5	2,03	1,06	0h40min	0h19min	0h16min
7	2,63	1,23	0,65	0h56min	0h28min	0h24min
10	1,53	0,74	0,39	1h22min	0h42min	0h38min
16	0,76	0,39	0,31	2h13min	1h12min	0h48min
20	0,56	0,31	-	2h48min	1h21min	-
24	0,43	-	-	3h22min	-	-
28	0,35	-	-	3h58min	-	-
30	0,31	-	-	4h15min	-	-

Piezīme: Efektīvā deva Sv- Ziverts, absorbētā deva, attiecināta uz masas vienību, lai noteiktu radiācijas īpašības un būtisku kaitējumu apstarotajās šūnās un audos.

Lai aprēķinātu apstarojuma devu kādu saņems pieaugušie, bērnu iekšējā apstarojuma devas lielumu nepieciešams dalīt ar koeficientu 2,7.

Ārējā apstarojuma deva (doza) uz radioaktīvā mākoņa pārvietošanās pēdas bisektrises (ass), Rad, kodolreaktora VVER – 440 hipotētiskās avārijas gadījumā.

Atmosfēras stabilitātes stāvoklis	Attālums no AES pa pēdas bisektrisi (asi), km					
	0,5	1	2	3	4	5
Konvekcija	2	0,86	0,36	0,21	0,10	-
Izotermija	2	0,86	0,36	0,21	0,10	-
Inversija	12,3	6,0	2,7	1,6	1,1	0,83

Piezīme: Devas jauda no attiecīgā radioaktīvā mākoņa tiek aprēķināta pēc formulas;

$$P_0 = \frac{D_0}{0,5} \text{ Rad/st} \quad (2)$$

Kur;

D₀- ārējā apstarojuma deva R/st-sk.tab.3

0,5- laiks, kas pagājis, kad radioaktīvās mākonis pārgājis pāri attiecīgajam punktam, stundās.

4.Hospitalizācija vajadzīga vai nē?

Lai atrisinātu šo uzdevumu sākumā izmantojiet 2.tabulas datus un izmantojot interpolācijas metodi nepieciešams aprēķināt laiku, kas pagājis kopš avārijas sākuma, kura laikā veidojas iekšējā apstarojuma deva 0,3 Sv/st - T_{tab} minūtes.

Pēc tam izmantojiet formulu:

$$T_{pieļauj} = T_{tab} - T_{pienākš} \quad (3)$$

Kur;

T_{pieļauj}- pieļaujamais atrašanās laiks saindējuma zonā;

T_{tab}.- laiks, kas pagājis kopš avārijas sākuma, kura laikā veidojas iekšējā apstarojuma deva 0,3 Sv/st (sk.tab.2);

T_{pienākš} - Radioaktīvā mākoņa pienākšanas laiks (sk. formulu 1)

Hospitalizācija vajadzīga tādā gadījumā, ja T_{pieļauj} būs ar mīnus zīmi un radiācijas deva būs šajās robežās:

Pie vienreizējās cilvēka ķermeņa radioaktīvās apstarošanas atkarībā no ekvivalentās summārās izstarojuma devas (dozas) lieluma iespējami sekojoši bioloģiski traucējumi:

0,25 –0.5 Sv/st– iespējamās izmaiņas asins sastāvā;

0.5 – 1,0 Sv/st– izmaiņas asins sastāvā, darbspēju normālais stāvoklis tiek traucēts;

1,0 – 2,0 Sv/st – normālā stāvokļa traucējumi, iespējama darbspēju zaudēšana;

2,0 – 4,0– Sv/st darbspēju zaudēšana, iespējams letāls iznākums, nāve;

4.0 – 5.0 Sv/st– nāves gadījumi sastādīs 50% no kopējā cietušo skaita;

6.0 Sv/st un vairāk – nāves gadījumi sniegsies līdz 90-100% kopējā cietušo skaita.

Izmantotie normatīvie akti, literatūra.

1.A. Jemeljanovs, V. Šķepasts „Civilās aizsardzības pamati” RTU, Rīga, 1996.

2.J.Dehtjars, N.Ulmane’ Radiācijas rokasgrāmata speciālistiem”