

ZRAČENJE U RUDNICIMA*

Ako je zrak u rudarskoj jami jednak atmosferskom, tj. ako je prikladan za disanje tada se govori o svježem ili dobrom zraku. Uslijed primjese većih količina zagušljivih plinova (CO_2 , N, CH_4 , H) postaje jamski zrak nepogodan za disanje te ga nazivamo teškim ili zagušljivim. Zrak se naziva otrovnim ako sadrži otrovne plinove (CO , H_2S , dušične oxyde). U slučaju da se u zraku nalaze upaljivi plinovi (CH_4 , viši ugljični vodici, CO), koji mogu eksplodirati, tada rudar naziva ovakav zrak praskavim ili eksplozivnim.

Pod zračenjem razumijevamo smišljeno opskrbljivanje rudarske jame sa svježim zrakom. U istom se smislu upotrebljavaju i izrazi vjetrenje, provjetravanje i ventilacija.

Glavna je zadaća zračenja u rudarskoj jami:

1. dovadanje svježeg zraka, koji je potreban za disanje ljudi i životinja kao i za gorenje otvorenih svjetiljaka;
2. razređivanje i odstranjivanje teškog, zagušljivog, otrovnog i praskavog zraka;
3. rashlađivanje vrućih jama i pobijanje štetnih utjecaja vlažnog i toplog zraka.

Među najvažnija zbivanja u čovječjem organizmu spada disanje. Za disanje upotrebljava čovjek normalno atmosferski zrak. Ovaj se sastoji, kako nam je već poznato, uglavnom od 20,922 volumna postotka kisika, 79,020% dušika i prosječno 0,034% ugljičnog dioxyda. Kisik je onaj sastavni dio zraka, koji održava disanje. Disanje je oksidacija. Kao kod svake oksidacije razvija se i kod disanja toplina, koja je potrebna organizmu već za održanje vlastite topline.

Za vrijeme udisanja spaja se kisik iz zraka sa crvenim krvnim tjelešcima, te se optokom krvi raznosi po cijelom tijelu. Ovaj se kisik iz krvi spaja u tkivima sa hranivim tvarima, koje su uzete iz hrane. Nastaju razni kemijski spojevi uz razvijanje topline. Od elemenata, koje sadrže hranive tvari spominjemo samo ugljik, vodik i dušik. Iz kisika u krvi i ugljika iz hrane nastaje ugljični dioxyd ($\text{C} + 2\text{O} = \text{CO}_2$). Iz kisika u krvi i vodika hrane pravi se voda (H_2O). Iz kisika u krvi kao i ugljika, vodika i dušika iz hrane nastaju mokraćne tvari ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}$ i $\text{C}_5\text{H}_4\text{N}_4\text{O}$). Ove su mokraćne tvari otrovne i moraju se bezuvjetno odstraniti iz tijela.

* Vidi: Atmosfera u rudarskoj jami. Broj 2 Arhiv za medicinu rada.

Mokraćne tvari sa najvećim dijelom vode — do 1¹/₂ lit. u 24 sata — izlučuju se s urinom. Drugi dio vode — 500 do 1000 cm³ u 24^h — odstranjuje se kroz kožu. Ovo se izlučivanje vode kroz kožu očituje, kod veće temperature i intenzivnijeg fizičkog rada, znatno.

Mali dio ugljičnog dioxyda, i to navodno okruglo 1%, izlučuje se iz tijela kroz kožu. Jedan dio ovih produkata, i to gotovo sav ugljični dioxyd (99%), ostatak vode, koji nije odstranjen kroz bubrege i kožu, biva putem malog optoka krvi doveden natrag u pluća i ovdje u periodi izdisanja izlučen. O vlažnosti našeg izdisanog zraka može nas uvjeriti para, koja, kod hladnog vremena, izlazi iz nosa i usta.

Često se uspoređuje kisik sa gorivom a disanje sa izgaranjem. Međutim ta usporedba nije potpuno ispravna. Čovjek može kroz dane gladovati, kraj toga raditi i razmjerno se dobro osjećati. Ali čovječji organizam može izdržati samo vrlo kratko vrijeme bez kisika, prema prof. Dr. Spitzka 2 do 3 minute, a prema dr. W. R. Hewitt 4 do 5 minute. Kod zdravog čovjeka proteče krv kroz cijeli organizam za vrijeme od okruglo 30 sekunda. Ova je velika brzina optoka krvi potrebna, da se tkivo, a osobito mišićje kod fizičkog rada, što brže opskrbi sa hranom, a napose sa kisikom. Ako stanice tkiva ostanu samo kratko vrijeme bez kisika, one brzo izumiru. Udisanje samog čistog kisika ne imade upliv na oksidaciju u tijelu. Izdisani zrak ne imade manje kisika niti više ugljičnog dioxyda. Dok svi oksidacioni procesi u čistom kisiku bivaju energičniji, troši se više kisika i razvija više ugljičnog dioxyda, nije to slučaj kod disanja. Čuli smo u prvom članku da kod oksidacije ugljika, uz pomanjkanje kisika, naravno kod istovremeno veće temperature, nastaje umjesto ugljičnog dioxyda ugljični monoxyd. Kod disanja u zraku sa malo kisika nastaje mjesto ugljičnog dioxyda mlječna kiselina, a ne ugljični monoxyd.

Djelomično pomanjkanje kisika postaje opasno jer poremećuje funkciju mozga i time moć rasuđivanja i razumnog rada. Osim toga prouzrokuje i kljenut mišićja, tako da se čovjek ne može gibati.

Sve je ovo od velike važnosti i mora se držati na umu kako kod boravka u zagušljivoj atmosferi tako i kod ponovnog oživljavanja. Kod boravka u zagušljivoj atmosferi mora se disati i dalje nesmetano odvijati, bez da čovjek dođe u pogibelj da se uguši (odnosi se na spasavanje u rudnicima). Kod prividno umrlih, kod kojih je prestalo disanje, mora se bezodvlačno početi sa ponovnim oživljavanjem, najbolje sa umjetnim disanjem. Ovo se ne smije prekidati niti jedan trenutak i mora se tako dugo provodati

dok se ne postigne uspjeh ili dok se ne pokažu mrtvačke pjege kao sigurni znakovi smrti.

Prema tomu pluća imaju zadaću da na jednoj strani hrane tijelo sa kisikom a na drugoj da odstranjuju produkte, koji nastaju izmjenom tvari, kao ugljični dioxyd i vodene pare. Udisanjem se uzima kisik, izdisanjem se odstranjuju ugljični dioxyd i vodena para.

Pluća su tako i građena da mogu podpuno ispunjavati ovu svoju zadaću, tj. da vrše izmjenu plinova. Pluća se sastoje od dvije spužvaste vreće, koje su u grudnom košu pričvršćene samo na jednom mjestu, vise i slobodno se kreću. Cjelokupna površina pluća iznaša oko 150 m². Površina tijela iznaša 1½ do 2 m². Površina svih crvenih krvnih tjelešaca iznaša okruglo 2.800 m².

Čovjek može disati kroz usta i nos a istodobno i kroz oba otvora. U nosu se zrak podgrije ili rashladi, zasiti sa vodenom parom i djelomično očisti od prašine. Dakle u nosu se zrak čisti, filtrira; ujedno se u nosu raspoznaju po mirisu razne škodljive primjese zraka. Bezuvjetno, disanje kroz nos odgovara bolje higijenskim zahtjevima nego ono kroz usta. Redovitim kretanjem prsnog koša i diafragme biva zrak u pluća usisan i tada istisnut. Kroz sve uže zračne puteve, usta, nos, ždrijelo, grlo, dušnik, bronchie, bronchiole dolazi zrak u plućne mjehuriće, alveole. Alveoli imaju nježan epitel — membranu — koja ne propušta krvnu tekućinu, ali propušta na jednoj strani plinove iz krvi, osobito ugljični dioxyd, a na drugoj strani kisik iz zraka odnosno pluća. Epitel alveola dijeli zrak koji se nalazi u alveolima od krvi koja teče u nebrojenim kapilarama, koje se nalaze u samom epitelu. Za vrijeme izdisanja propušta epitel ugljični dioxyd iz krvi u alveole, a odmah iza toga kod udisanja kisik iz zraka u alveolima u krv. Usput spominjemo da zrak u alveolama sadrži prosječno 5,6% ugljičnog dioxyda, t. zv. podražajna napetost za centar za disanje.

Prema Dondersu imao bi u plućima, za vrijeme izdisanja, vladati nadpritisak od 80 mm vodenog stupca, što odgovara 0,008 atmosfere, a kod udisanja podtlak od 400 mm vodenog stupca ili 0,04 at. Prema istom istraživaču kod energičnog disanja raste nadpritisak kod izdisanja i na 500—1000 mm, a podtlak kod udisanja dapače na 1100—1360 mm.

Da čovjek ne osjeti smetnje kod disanja mora imati uvijek na raspolaganje stanovitu količinu zraka za punjenje pluća; ovaj mora sadržavati također i određenu količinu kisika.

Na množinu potrebnog zraka odnosno kisika, kao i time u vezi na množinu izdisanog ugljičnog dioxyda i vlage, imaju utjecaj sve

one okolnosti, koje intenziviraju oksidacione procese u tijelu. Intenzivnije fizičko naprezanje, veća temperatura okoline, jača probava itd. traže jača izgaranja u tijelu, prema tomu i veću potrebu za zrakom i kisikom. Posve je razumljivo da uslijed toga dolazi i do većeg izlučivanja ugljičnog dioxyda i vlage. Ali i godine života, spol, veličina tijela, doba dana itd. imaju također stanoviti utjecaj.

Ukratko može se reći da je potreba zraka i kisika, kao i množina izlučnog ugljičnog dioxyda i vlage diferentna ne samo kod raznih ljudi nego također i kod samog pojedinca i da uglavnom zavisi od intenziteta disanja.

Broj se disanja kod odraslog čovjeka mijenja i iznaša prosječno 12 do 24 u minuti. Ovaj broj zavisi od starosti, držanja tijela, od naprezanja, od hrane, od vanjske temperature itd., dakle također od intenziteta izgaranja u tijelu. U djetinjstvu je disanje najbrže, kasnije opada, te se nakon 30. godine nešto povećava. Normalno iznosi broj disanja kod čovjeka oko 20. Ali kod fizičkog naprezanja penje se i na 30—40 u minuti.

Udisanje traje kraće od izdisanja.

Izdisani zrak, kako nam je također već poznato, sadrži okruglo 79% dušika, koji kod procesa disanja ostaje nepromijenjen, od kisika samo 16—18%, te osim vodene pare, 4% ugljičnog dioxyda (3—5%), dakle 100 puta toliko CO₂ koliko je bilo u udisajnom zraku.

Iz udisajnog zraka uzeto je više kisika nego što odgovara izdisanom ugljičnom dioxydu i vlagi. Ali to je lako razumljivo, jer se jedan dio udisanog kisika upotrijebio za pravljenje mokraćnih tvari, koje se izlučuju urinom, a jedan dio za onu vodu, koja se izlučuje kroz kožu i bubrege. Napokon se jedan neznatni dio ugljičnog dioxyda izlučuje i kroz kožu.

Prema tomu je volumen izdisanog zraka manji od onog udisanog i to prema Lavoisieru za $\frac{1}{40}$ do $\frac{1}{50}$. Omjer volumena izdisanog ugljičnog dioxyda prema volumenu uzetog kisika naziva se respiratoričkim kvocijentom. Isti je manji od 1.

Množina je izdisanog ugljičnog dioxyda različita ne samo kod raznih ljudi, nego varira i kod svakog pojedinca, već prema tomu da li miruje, radi itd. Ona ovisi, kako nam je već poznato, od intenziteta oksidacije u tijelu. Amerikanska i engleska istraživanja drže da je najveća množina 200 lit. u satu, tako da bi se navodno moglo računati prosječno sa 130 do 150 lit. u satu.

Navodamo neke brojeve u vezi sa disanjem i to kod mirovanja i kod obavljanja radova (od najlakšeg do najtežeg) prema anglo-

saskim istraživačima (Dr. J. Haldane, Douglas, Y. Henderson i Schneider).

Broj disanja u minuti od 14,7 do 33.

Množina zraka u jednom udisaju 0,45, 2,67 dapače i 3,145 litre.

Množina udisanog zraka u minuti 7,7—77 lit.

Potrošnja kisika u minuti 0,237—3,19 lit.

Sadržina kisika u izdisanom zraku između 16,2 i 17,6%.

Izdisani zrak sadrži 3,3—4,98% ugljičnog dioxyda.

Izdisana količina CO₂ 0,197—3,38 lit. u minuti.

Respiratorički kvocijent, tj. odnos između izdisanog ugljičnog dioxyda i potrošenog kisika iznaša 0,804—0,938, dakle manji od 1, kako mora i biti.

I vlažnost se izdisanog zraka mijenja, jer i ona zavisi od izgaranja, u tijelu. Vierrodt računa sa 13,4 g. Valentin sa 26, 6 g, a Ing. Dr. J. Mayer sa 25 g u satu.

Izdisajni zrak imade, prema Landoisu, srednju temperaturu od +36,3° C. Ona je ovisna od temperature udisanog zraka. Kod vanjske temperature od minus 6° C iznaša temperatura izdisanog zraka +29,8°, kod +17—19° = +36,2—37°, kod +44 = 38,5°.

O t. zv. disanju kroz kožu postoje kadkada nejasne predodžbe. Koža služi za izlučivanje jednog dijela vode, koja nastaje kod izgaranja u organizmu, nadalje, što je vrlo važno, za reguliranje topline i konačno kao organ za opip. Kroz kožu se izlučuje ne samo 500—600 nego i do 1000—1500 g vode, dakle 1—1½ lit. u 24^h, već prema vanjskoj temperaturi i tjelesnom naprezanju. Pod normalnim okolnostima izlučuje se kroz kožu i 8 do 10 g ugljičnog dioxyda u 24^h. Sa raznim se mjerenjima želi dokazati, da se kroz kožu uzima i od prilike 1% od sveukupnog kisika. Prema tomu bi se moglo govoriti i o kožnom disanju. Međutim se nikako ne smije to smatrati disanjem u onom smislu kao kod disanja sa plućima, jer tamo dolaze u obzir samo posve minimalne količine plina u usporedbi sa disanjem kroz pluća.

I ako bi se navodno 1% od cjelokupnog kisika imalo uzeti kroz kožu, ne može se to dokazati za ugljični dioxyd i ugljični monoxyd. Ugljični monoxyd ne ulazi kroz neozlijeđenu kožu u tijelo, kako je to već izloženo u prvom članku. Prema prof. Dr. H. Dekkeru govore teoretska i praktična iskustva protiv mogućnosti otrovanja sa CO₂ kroz kožu. On ne vjeruje na propuštanje CO₂ kroz kožni epitel. Samo je epitel pluća prolazan za plin. Niti nježni epitel crijeva ne propušta CO₂.

Ako ljudi i životinje, kojih je koža, iz bilo kojeg razloga lakirana, poginu, tada je krivnja samo na nemogućnosti reguliranja topline. Poznato je da je kod krunisanja Pape Pia X. bio jedan dječak, koji se imao pojaviti kao anđeo, sav pozlaćen. Dječak je isti dan umro, kako se kaže, na posljedicama premazanja tijela. Ali smrt je mogla nastupiti samo uslijed nemogućnosti reguliranja topline, a ne možda uslijed prestanka disanja kroz kožu.

O utjecaju udisanja zraka sa malo kisika kao i samog kisika na čovječji organizam bilo je govora u članku »Atmosfera u rudarskoj jami«.

Kod mirovanja diše čovjek 10—15 puta u minuti i udiše za to vrijeme 5—7 lit. zraka. Kod rada i gibanja povećava se broj i dubljinu disanja, tako da marljiv čovjek u radu može udisati i izdisati do 20 lit. zraka u minuti. Kod osobito teških radova može potreba zraka narasti i na 40 i više lit. u minuti. Tolike bi količine zraka bile sigurno dovoljne za disanje, kad bi uspjelo da se dovedu kao svježi zrak do ljudskih pluća. Prema tomu bi 1 m³ zraka u minuti bio dovoljan za 25 ljudi.

Budući da se izdisani zrak ne može odijeliti od udisajnog, nego se uvijek s njim miješa, mora količina svježeg zraka za jednog čovjeka iznašati znatno više od 40 lit. Iskustvo je podučilo, da se također i u takvim rudarskim jamama, gdje se zrak kvari samo disanjem, mora dovađati najmanje 750 lit., dkle $\frac{3}{4}$ m³ zraka na glavu i minutu. Kod toga je uračunato i gorenje rudareve svjetiljke. Bolje je da se i pod ovakvim pogodnim okolnostima, obzirom na zdravlje i radnu sposobnost radnika, predvidi 1—2 m³ zraka na čovjeka u minuti.

Konj treba oko 5 puta toliko zraka koliko čovjek.

Atmosferski zrak, koji dovađamo u jamu ne zadržava svoj početni sastav i čistoću. Kviri se već samim disanjem ljudi i životinja i gorenjem svjetiljaka. Još znatnije djeluju drugi uzroci: gnjilenje i raspadanje drveta, ugljena i ostalih organskih tvari ili mineralija (na pr. sumpornog pirita), strujanje plinova iz kamenja, ugljena ili iz jamskih voda, upucavanje, jamski požari i eksplozije ugljene prašine i praskavih plinova.

Odstranjenje svega zraka, koji je nepogodan ili štetan za disanje, a osobito jamskog plina (metana), vrši se razređivanjem sa svježim zrakom do stanja neškodljivosti i nakon toga odvađanjem. Prema rudarsko-policijskim propisima mora razređivanje ići tako daleko da sadržina metana u zračnoj struji na ni jednom mjestu jame ne dosiže 1%.

Ne može se unaprijed reći koja je od tri glavne zadaće zračnija najvažnija. U jamama soli i metalnih rudača, koje nijesu duboke,

dovoljno je ako zračenje zadovoljava potrebe ljudi, životinja i svjetiljaka na zraku, odnosno kisiku. U metanskim jamama obično je važniji zadatak ventilacije potpuno odklanjanje opasnosti eksplozije i ono određuje potrebnu količinu zraka. Obzirom na ovu opasnost računa se u pravilu sa 3 m³ zraka u minuti na čovjeka kod najjače smjene. Ta se množina obično prekoračuje za 2 do 3 puta. U vrućim jamama mora se uzeti obzir i na toplinu.

§ 365. naših općih rudarsko-policajskih propisa od 1938. god. glasi: »Vjetrenje jame mora biti toliko obilno, da u pojedinim odjeljenjima dolazi po pravilu na svakoga podzemno zaposlenoga najmanje po 3 m³ u minuti, mjereno u ulaznoj vjetrenoj struji. Svaki konj u jami računa se za 4 čovjeka, a svaka benzinska lokomotiva za 40 ljudi. U račun se uzima najveći broj radnika, konja i benzinskih lokomotiva u jednoj smjeni. Ta količina ostaje obavezna i u slučaju smanjenog rada u smjeni.

U jamama sa plinovima mora se vjetrena struja u odgovarajućoj mjeri pojačati, da se spriječi skupljanje plinova.

Rudarska vlast može za pojedine jame sa plinovima odrediti veće količine zraka na čovjeka i minutu«.

Razlikujemo naravno i umjetno zračenje jame.

Svaka izmjena zraka u rudarskoj jami počiva, kao i svako strujanje zraka uopće, na poremećenju ravnoteže zraka. Kod naravnog zračenja nastaje ovo poremećenje uslijed razlike u težini ulaznog i izlaznog stupa zraka nad vanjskim otvorima dotične jame. Ovu razliku u težini obih zračnih stupova prouzrokuje razlika u temperaturi između površinske (vanjske) i jamske atmosfere. Dok atmosfera u jami imade kroz cijelu godinu gotovo jednaku temperaturu, vanjski je stup zraka u zimi hladniji, a po ljetu topliji. Kroz cijelu godinu gotovo jednaka jamska temperatura odgovara prosječnoj godišnjoj vanjskoj temperaturi dotičnog mjesta povećanoj sa mjesnim geotermičnim stupnjem dubljine i temperaturom koja odgovara dubini jamc. (Vidi: čl. Atmosfera u rudarskoj jami).

Razlika u težini obih zračnih stupova, prouzrokovana nejednakom temperaturom u jami i na površini, povećava se još uslijed različitog položaja (visinskog) vanjskih zračnih otvora dotične jame.

Međutim za postojanje naravne izmjene zraka nije, osim razlike u vanjskoj i jamskoj temperaturi, neobhodno potrebna još i visinska razlika između ulaznog i izlaznog vanjskog otvora jame.

Ako postoji visinska razlika između ulaznog i izlaznog vanjskog otvora, tada nastaje strujanje zraka samo od sebe, čim

nastane razlika u temperaturi površine i jame i to svejedno da li je površinska temperatura viša ili niža od jamske.

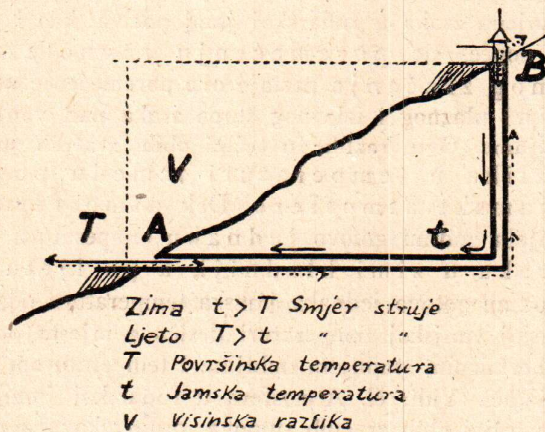
Pored i kako visoke difference između vanjske i jamske temperature ne može nastupiti naravno strujanje zraka samo od sebe, ako ne postoji visinska razlika u položaju ulaznog i izlaznog vanjskog otvora. Ovdje se mora naravno strujanje zraka izazvati umjetnim poremećenjem ravnoteže između obih zračnih stupova.

Naravno strujanje zraka izazvano bilo na koji način, traje u svakom slučaju tako dugo dok postoji razlika između temperature na površini i u jami. Sa smanjenjem razlike u temperaturi smanjuje se i intenzitet naravnog strujanja zraka. Kad nestane difference u temperaturi tada prestane i naravno strujanje. To se događa i u slučaju gdje postoji visinska razlika između obih vanjskih otvora jame.

U daljim ćemo razlaganjima kritički rasvijetliti 3 slučaja naravnog zračenja.

1. (slika 1.). Između oba vanjska otvora A, B jame postoji razlika u visini V.

Temperatura zraka u jami = t , a ona vanjskog zraka = T . Kad postoji između obih vanjskih otvora jame razlika u visini V i osim



Sl. 1

toga diferencija između temperatura na površini i u jami, nastupa, prema gornjim izlaganjima, samo od sebe naravno strujanje zraka. Smjer je strujanja različit već prema godišnjoj dobi, a kadkada i prema dobi dana ili preciznije rečeno prema tomu da li je vanjska temperatura viša ili niža od jamske. To će postati razumljivo iz daljnjih izlaganja.

Temperatura jame -t- uglavnom je jednaka kroz cijelu godinu, kako smo gore naveli. Jer zračni stup u jami imade kroz cijelu godinu približno jednaku temperaturu, to on imade i jednaku, stalnu težinu.

Drukčiji je odnos kod vanjskog zračnog stupa. Vanjski stup zraka, koji leži iznad niže položenog vanjskog otvora jame i to u visini, koja odgovara visinskoj razlici između obih vanjskih otvora V , imade, već prema promjenljivoj vanjskoj temperaturi također i različitu težinu.

Ako si predstavimo, što je na slici i prikazano, stup zraka, koji leži iznad niže ležećeg vanjskog otvora i koji odgovara visinskoj razlici $= V$ između oba vanjska otvora jame, tada ovaj vanjski stup zraka, posredovanjem same jame čini sa stupom zraka u oknu (tj. sa stupom zraka u više položenom otvoru) jednu komunicirajuću posudu.

U zimi kad je temperatura na površini niža od one u jami stup je zraka, iznad na zemlji niže položenog otvora, hladniji, uslijed toga gušći i prema tomu i teži od isto tako visokog stupa zraka u oknu, kojega je vanjski otvor na većoj visini. Zračni su stupovi u oba kraka komunicirajuće posude ne jednako teški. Uslijed toga će teži zrak u jednom kraku tiskati u vis lakši zrak u drugom kraku. Posljedica je toga da teži vanjski zrak ulazi na niže položeni vanjski otvor i istiskuje napolje topliji i lakši zrak na više položeni otvor. Niže položeni otvor djeluje kao ulazni, a više položeni kao izlazni. Strelica sa prekinutim crticama označuje smjer strujanja zraka u zimi.

U ljetu, kad je vanjska temperatura veća od one u jami stup je zraka iznad niže položenog vanjskog otvora topliji, rijedi i uslijed toga lakši od stupa zraka u oknu kojega otvor leži više. Stup je zraka u oknu hladniji, gušći i prema tomu teži. Jer hladniji zrak, uslijed svoje veće težine, uvijek nastoji da se kreće prema dolje, to će zrak u ljetu upadati kroz otvor koji leži više, dakle ovdje na otvor okna, a kod niže položenog otvora izlaziti. Podpuno izvučena strijelica označuje smjer strujanja zraka u ljetu. Kako se vidi imade naravno strujanje zraka u ljetu i u zimi protivni smjer. Oba u raznoj terenskoj visini položena površinska otvora jame prema tomu mijenjaju svoju ulogu. Ulazni postaje izlazni i obratno. Ali kod toga uvijek hladniji zrak ulazi a topliji izlazi.

Iza svakog obrata temperature mora slijediti i ovakav obrat u smjeru strujanja zraka. Obrat u temperaturi ne nastupa uvijek brzo, iznenada nego većinom polagano. Razlika u temperaturi između površine i jame biva polagano sve manja, prije nego nastane obrat u protivno. Prema tomu se mora i intenzitet naravnog strujanja zraka pola-

gano smanjivati. Kad razlika u temperaturi između površine i jame padne na ništicu, — što mora predhoditi obratu u protivno — tada mora i naravno zračenje prestati. Kako i u kojoj mjeri, nakon obrata u temperaturi, bude rasla razlika između površinske i jamske temperature tako će se pojačavati i ponovno započeto naravno strujanje zraka i to u protivnom smjeru.

Kod plitkih jama, zatim kod rudnika u planinama, gdje se u blizini nalaze sniježne i ledene mase i gdje su dani vrući a noći hladne, može ovakav zračni obrat nastupiti i u toku jednog dana. I to uvijek tada, kad se temperatura na površini i u jami preokrenu.

Mirovanje zraka prije zračnog obrata, kao i sam zračni preokret vrlo su neugodne pojave za svaki rudnik. Osobito su neugodne za rudnike ugljena, napose za one koji imaju poteškoća sa pojavama ugljičnog dioxyda i metana.

Da se jamama sa naravnim zračenjem pomogne da što lakše pređu preko ovi zračnih poteškoća, kad nema nikakvog strujanja zraka ili kad je strujanje nesigurno i kad se lelija ovamo i onamo, neophodno je potrebno da se ugradi naprava za umjetno zračenje. Kadkad se ovakve naprave stavljaju u pogon samo u prelazno vrijeme, što nije dobro. Mnogo je bolje da se naprava za zračenje drži kroz cijelu godinu u pogonu i da se jama zrači uvijek samo u jednom smjeru. Stroj za zračenje podpomaže, jače ili slabije već prema potrebi, postojeće naravno strujanje zraka.

Usljed neočekivano i brzo nastalog zračnog obrata, a kod jamskog požara, dogodile su se već mnoge nesreće ako su jame bile samo naravno zračene. Usljed zračnog obrata zagušljivi i otrovni plinovi uzimaju drugi, nepoželjni smjer.

2. slika 2. Između oba vanjska otvora A i B jame ne postoji nikakva razlika u visini. Jama je tako plitka, da je temperatura na površini u ljetnim mjesecima veća od one u jami.

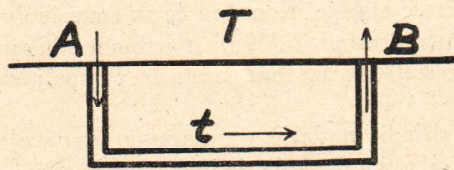
U ovom slučaju postoji i po zimi naravno strujanje zraka. Jer čim — svejedno u kojem smjeru — uslijed umjetnog poremećenja ravnoteže između obih zračnih stupova započne strujanje, struji u jami ugrijani zrak prema jednom od oba okna, ugrije ga i tako ga učini izlaznim oknom. U isto vrijeme hladni vanjski zrak pada u drugo okno, neprestano ga rashlađuje te time ovo preuzima funkciju ulaznog okna.

Ako je strujanje zraka otpočelo, bilo iz kojeg razloga, tada on traje tako dugo, dok je vanjska atmosfera hladnija od one u jami, tj. dok se ulazni površinski zrak može u jami još zagrijavati. Intenzitet strujanja zraka zavisi prema tomu, pod inače nepromijenjenim

okolnostima, od veličine razlike između vanjske i jamske temperature. Što je veća razlika u temperaturi, time je naravno zračenje jače i obratno.

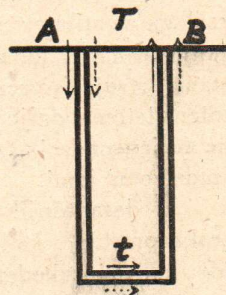
U ljetu je odnos drukčiji kad je površinska temperatura veća od jamske i kada se ulazni zrak sa površine u jami ne ugrijava nego rashlađuje. U ovom slučaju mora prestati naravno strujanje zraka. Ako bi iz bilo kojeg povoda topli vanjski zrak unišao u jedan od obih otvora, morao bi on odmah biti natrag istisnut od hladnijeg i uslijed toga težeg jamskog zraka. Radi toga je isključeno naravno strujanje.

Uslijed toga se moraju ovdje u ljetnim mjesecima, ili bolje rečeno u ono doba godine, kad je površinski zrak topliji od jamske atmosfere, upotrijebiti sredstva za umjetno gibanje zraka.



Zima $t > T \rightarrow$
 Ljeto $T > t \ominus$

Sl. 2



Zima $\rightarrow t > T$
 Ljeto $\dots \rightarrow T < t$

Sl. 3

3. slika 3. U ovom se slučaju nalaze oba površinska otvora jame u istoj visini. Ali sama se izgradnja jame nalazi već u tolikoj dubini, da je temperatura u jami za vrijeme cijele godine, dakle i u najvručim ljetnim danima veća nego površinska temperatura.

U ovom se slučaju ulazni površinski zrak unutar jame uvijek ugrijava. Uslijed toga, čim započne naravno strujanje zraka, provocirano umjetnim poremećenjem ravnoteže između oba zračna stupa, isto i dalje traje. Strujanje je zraka u zimi, kad je razlika između površinske i jamske temperature veća, intenzivnije. U ljetu, kad je ova diferencija u temperaturi manja opet je slabije. Intenzitet ovog naravnog strujanja zraka raste sa dubinom jame. Naravno zračenje može, prema okolnostima, tako kod jako

dubokih jama, podpuno dostajati za zračenje jame. Ali u svim slučajevima biva ovdje rad stroja za zračenje znatno olakšan jer ga podpomaže naravno zračenje. Nadalje postoji ovdje i ta prednost da strujanje zraka traje i dalje, makar i sa smanjenom snagom, ako stroj za zračenje najedanputa i nehotice prestane raditi.

Iz dosadašnjih izlaganja proizlazi, da jame, kojih vanjski otvori leže u istoj visini imadu i naravno zračenje. O tom se možemo osvjedočiti ako zaustavimo ventilator. I nakon prestanka rada stroja prolazi zrak kroz jamu, makar i slabije nego kad je isti u pogonu. To traje tako dugo dok postoji razlika između površinske i jamske temperature. Ovo je naravno strujanje zraka u zimi jače nego u ljetu, jer je u prvom slučaju razlika u temperaturi veća. Ovo se naravno strujanje pojačava sa dublinom jamskih prostorija i dobiva sa sve većom dublinom sve veće značenje, osobito u jamama kamenog ugljena.

Tako ne nastaje za radništvo u jami pogibelj, ako iz bilo kojeg razloga ventilator najedanput prestane raditi. Uslijed naravnog strujanja prolazi i tada zrak kroz jamu. Naravno će strujanje, nakon prestanka stroja, s vremenom bivati sve slabije. Konačno će sa smanjenim intenzitetom i dalje trajati ili uopće prestati. Ali ni u jednom slučaju ne će iznenada i trenutačno prestati da bi time nastala pogibelj za ljudstvo u jami.

Iz dosadašnjih razlaganja slijedi nadalje da naravno strujanje zraka prestane, kad na površini i u jami vlada jednaka temperatura. Mi znademo također da naravno strujanje zraka imade u zimi i u ljetu razni smjer u jami, da dakle oba vanjska otvora koja leže u raznoj visini mijenjaju svoju ulogu, tj. ulazni postaje izlazni i obratno. Ako vlada na površini i u jami jednaka temperatura, tada prestane svako naravno zračenje svejedno da li između oba vanjska otvora jame postoji ili ne postoji razlika u visini.

Jasno je da rudnici, a osobito jame ugljena, ne mogu trebati ovakovo zračenje, koje mijenja svoj smjer, kojega je intenzitet nestalan i koje može također i sasvim prestati.

Da se rudarska jama može kroz cijelu godinu zračiti ili provjetravati u istom smjeru i sa izjednačenom strujom zraka, neophodno je potrebno da se uredi naprave za umjetno zračenje. Ovo je potrebno u svim slučajevima bez obzira da li postoji ili ne postoji razlika u visinskom položaju između vanjskih otvora jame, da li je jama plitka ili duboka itd.

Za kretanje zraka potrebno poremećenje zračne ravnoteže može se umjetno proizvesti depresijom (podtlakom) na izlaznom otvoru ili kompresijom (nadtlakom) na ulaznom otvoru. U jednom slučaju imademo zračenje na isisavanje, u drugom na

tlačenje (upuhavanje). Kod zračenja na isisavanje mora se ventilator za proizvodnju depresije ugraditi na izlazni otvor, a kod kompresije ili upuhavanje imade se priključiti na ulazni otvor.

Iz razumljivih se razloga ne možemo upuštati u nabranjanja i opisivanja raznih vrsta ventilatora kao ni u razlaganja o tehnički kompliciranom provođanju ventilacije u rudarskim jamama. To je stvar rudarsko-tehničkih stručnjaka.

Na kraju želimo iznijeti samo još nekoliko napomena u vezi sa naravnim i umjetnim zračenjem u jamama.

Naravno zračenje podpomaže u znatnoj mjeri umjetno pomoću stroja za zračenje. Ovo se podupiranje često podcijenjuje, jer umjetna zračna struja više ili manje prekriva naravnu. Ali ova se zadnja odmah osjeti čim se ventilator zaustavi. Prema istraživanjima Ing. Steina iznaša udjel naravnog zračenja na sveukupnom zračnom strujanju 10—50% ili okruglo 25%.

Budući da intenzivnost naravnog zračenja, pod inače jednakim okolnostima, zavisi od veličine razlike između površinske i jamske temperature, to ovo podpomaganje dobiva sve veću važnost za dubljinom jame. Jer je naravno strujanje zraka u zimi jače nego u ljetu, to mora i njegova pripomoć u zimi biti intenzivnija.

Naravno zračenje odnosi se, nakon prestanka stroja različito, to je razumljivo iz gornjih izlaganja. U plitkim jamama može kratko vrijeme iza prestanka stroja, prestati. Kod dubokih jama može dulje vrijeme potrajati i konačno prestati. Kod jako dubokih jama može oslabiti, ali tada stalno sa smanjenim intenzitetom dalje postojati.

Stvar postaje razumljiva, ako se uvaži da se umjetnim strujanjem cijela jama, a osobito ulazno okno rashlađuje. Ako prestane ovo umjetno strujanje zraka tada se smanjuje i razlika u temperaturi između ulaznog i izlaznog okna a time i jačina naravnog strujanja. Jama uglavnom nastoji, da umjetnim strujanjem izazvano naravno gibanje zraka, opet odstrani. Tempo smanjenja kao i njegova intenzivnost zavisi uglavnom od dubljine jame. Ali nikako ne prestane zračno strujanje iznenada. I tada ne kad se oba vanjska otvora nalaze na istoj terenskoj visini.

Raznovrsni događaji jamskog pogona — navadamo ovdje jamski požar na jednom rudniku u Češkoj u godini 1892. sa 312 mrtvih ili 38% od 835 zaposlenih, — već su više puta dokazali, da se zračenje ili provjetravanje jame mora u svako doba savladavati da bi se zapriječile katastrofe sa velikim žrtvama. Zračenje se jame mora imati podpuno u rukama i mora se biti u stanju, da ga se u svako doba može

pojačati, oslabiti, zaustaviti, prema potrebi i preokrenuti.

Tako može na pr. biti potrebno pojačati strujanje zraka da se zapriječi razvijanje ugljičnog monoxyda, koji se pojavljuje kod požara uslijed nedostatka zraka; ili da se spriječi zaustavljanje dima i požarnih plinova u hodnicima jame. U drugom slučaju može biti opet potrebno, da se struja zraka zaustavi i na taj način spriječi rasplamsaj požara.

Kod požara u ulaznom oknu pomaže zaustavljanje strujanja zraka ili još bolje preokret zračne struje.

Sve je to nemoguće sprovesti, ako je dotična jama upućena samo na naravno zračenje i ako joj ne stoje na raspolaganje naprave za umjetnu ventilaciju.

Spomenuti jamski požar u izlaznom oknu na rudniku u Češkoj sa 312 mrtvih ne bi unesrećio tolike ljude, da je jama imala stroj za zračenje, kojim bi se požarni plinovi sa mnogo ugljičnog monoxyda, nastali izgaranjem drveta, bili mogli izsisati i time zapriječiti njihovo nagomilavanje u jami. Prerana upotreba vode za gašenje požara sa obilnim razvijanjem ugljičnog monoxyda doprinjela je također svoj udio ovako velikom broju mrtvih. Rudarski tehničari ne snose krivnju za ovu nesreću, jer su onda bile još nejasne predodžbe o ugušivanju požara u oknima.

Prema tomu, ponavljamo, treba da svaki jamski pogon, bez obzira na veličinu jame mora raspolagati sa strojem za zračenje odnosno provjetravanje. Posve male jame moraju raspolagati barem sa većim ručnim ventilatorom.

Jame nešto većeg opsega moraju imati ventilator na mehanički pogon. To nije u današnje vrijeme teško provedivo, kad stoje na raspolaganje prenos električne snage i razni motori na benzin, ulje itd.

Radi veće sigurnosti morala bi svaka jama biti providena sa najmanje 2 velika stabilna ugrađena ventilatora. Jedan imade služiti kao rezerva u slučaju da se drugi pokvari.

Na pojedinim radilištima u samoj jami, koja su izvan dohvata glavne zračne struje, upotrebljavju se manji, pomični ventilatori na mehanički pogon (električna struja, komprimirani zrak), ili na ručni.

§ 385. općih rudarsko-polijskih propisa glasi: »Sve jame, koje su opasne radi požara, metana ili ugljene prašine, moraju se vjetriti umjetno, u koliko rudarske vlasti kod jama sa potkopima ne dozvole prirodno provjetravanje. Ako se i dozvoli prirodno provjetravanje takve jame moraju biti snabdjevene postrojenjima za umjetno vjetrenje«.

Ing. Ryba u svojoj knjizi traži da svaki i najmanji rudnik — i početni istražni radovi — mora biti bezuvjetno umjetno provjetravan. Za veće rudnike traži 2 velika stabilna ventilatora, jedan kao rezerva.

U udžbeniku Heise-Herbst-Fritsche I., u odlomku o metanu, stoji: »U nijednom se slučaju ne smije pojava metana omalovažavati. I male količine metana uvijek upozoruju da postoji vrelo plina, koje se može, iz nepredvidivih slučajnosti, u svako doba pojačati i kod malih smetnja u provjetravanju dovesti naglo do opasnih mješavina«.

Literatura:

Ing. Gustáv Ryba: Handbuch des Grubenrettungswesens.
Heise-Herbst-Fritsche: Bergbaukunde.
Opći rudarsko-policijski propisi god. 1938.

A. JEAN:

DDT, NOVO SREDSTVO PROTIV INSEKATA I NJEGOVA UPOTREBA

Naziv DDT je zapravo kratica stručnog naziva *p-diklor-difenil-triklor-metil-metan*. Primjena tog produkta za borbu protiv gotovo svih insekata koji nam na bilo koji način smetaju i čine štetu, pretstavlja jedan od najvećih uspjeha moderne organske sintetske kemije našeg vremena.

Taj produkt posjeduje naime u upoređenju sa do sada poznatim sredstvima upravo nevjerovatnu veliku otrovnost za buhe, muhe, uši svih vrsta, stjenice, žohare, komarce, gusjenice te razne poljoprivredni štetne kukce. Za ljude je, koliko je do sada poznato, praktički potpuno bez djelovanja. Amerikanci doduše upućuju na oprez ali izgleda da se tu radi samo o slučajevima gdje su ljudi izvrgnuti naročito velikim količinama toga otrova kao na pr. osoblje koje izvodi desinfekcije velikog stila i slično.

DDT je kontaktni otrov, t. j. on djeluje dodirom. Muha ili uš ne treba da ga jede, dovoljno je da sjedne na neki predmet na kojem ima nešto toga sredstva i već je izgubljena. Radi se očito o razaranju živčanog sistema dotičnih životinja. Na neke životinje djeluje DDT brzo, muha na pr. već 8 minuta nakon što je došla u dodir s tim otrovom pada na leđa i nemoćno se trza dok drugi zareznici trebaju katkad i po više dana da uginu, djelovanje tog otrova nije u svakom slučaju