

doc. dr hab. ZBIGNIEW MAKLES  
Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

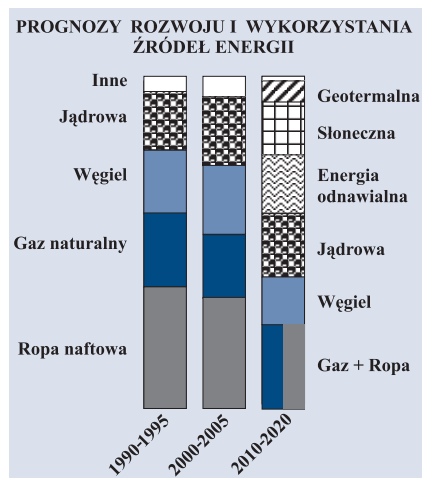
Hydrobanking - Zakład Produkcji w Płocku, PKN Orlen S.A.



## Bezpieczeństwo pracy przy magazynowaniu i transporcie ropy naftowej oraz produktów ropopochodnych

### Wprowadzenie

Życie organiczne na naszym globie, w tym egzystencja człowieka i jego działalność nie byłyby możliwe bez źródła energii, jakim jest nasze słońce. Jest ono przyczyną powstania na ziemi większości surowców energetycznych dzisiaj eksploatowanych, a także perspektywicznych, których ludzkość ze względu na niedostateczny jeszcze poziom rozwoju techniki nie może wykorzystać. Wykorzystanie źródeł energii od 1990 r. oraz prognozę do 2020 r. przedstawia rysunek 1.



Rys. 1. Rozwój i wykorzystanie źródeł energii

Jednakże w odniesieniu do ropy i gazu przedstawiona prognoza na rok 2010 nie jest precyzyjna. Już w drugiej połowie XX wieku mówiono, że złoża ropy naftowej na naszym globie zostaną wyczerpane w ciągu najbliższych kilkudziesięciu lat. I oto na starcie XXI wieku zasoby ropy oraz gazu nie tylko nie zostały wyczerpane, lecz uległy powiększeniu o odkryte nowe pola roponośne na Alasce, Morzu Północnym, w Afryce, na Dalekim Wschodzie, u wybrzeży Wietnamu, Ameryce Południowej i w innych miejscach Ziemi. Z drugiej strony prze-

W artykule przedstawiono ogólne informacje związane z ropą naftową i jej produktami, dokonano krótkiego przeglądu jej właściwości fizykochemicznych, przedstawiono sposoby magazynowania i transportu. Podano w skrócie negatywne skutki oddziaływania produktów petrochemicznych oraz formy i sposoby ochrony dróg oddechowych i skóry człowieka.

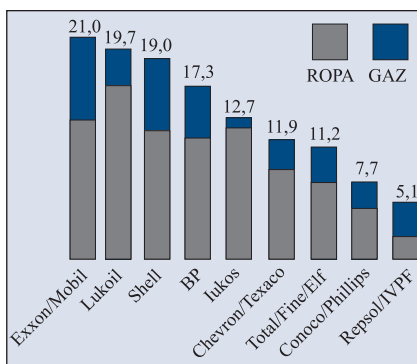
### Work safety at the storage and transportation of petroleum and petroleum products

The paper presents general information on a source of energy – petroleum and its products. A brief survey of the physical and chemical properties of petroleum is made. Storing methods of petroleum and petroleum derivatives are presented. Negative effects of petrochemical products, forms and methods of the protection of the respiratory tract and human skin are discussed briefly.

mysł wydobywczy, rafineryjny i petrochemiczny jest rozbudowywany w dalszym ciągu, powstają nowe międzynarodowe korporacje naftowe planujące swoją działalność na kolejne dziesiątki lat. Tego wymaga stale rozwijająca się chemia ciężkiej syntezy, tworzyw sztucznych i nawozów, przemysł farmaceutyczny oraz motoryzacja, dla której brak jest alternatywnych i tańszych paliw silnikowych.

Odkryte złoża ropy naftowej i gazu według danych kompanii naftowej LUKOIL przedstawia rysunek 2.

Ropa naftowa jako jedno ze źródeł energii jest ciekłą, naturalną mieszaniną węglowodorów alkanowych, cykloalkanowych i arenowych. Domieszkami ropy są również związki siarko-, azoto- i tlenoorganiczne, a także substancje mineralne i woda (rys. 3.).



Rys. 2. Odkryte złoża ropy naftowej i gazu należące do kompanii naftowych (w mld. baryłek). Stan na 31.12.2002 r. Kompania naftowa LUKOIL – Sprawozdanie roczne. ([http://www.lukoil.com.pl/raporty\\_roczne.php](http://www.lukoil.com.pl/raporty_roczne.php))



Rys. 3. Główne składniki ropy naftowej

Ropa naftowa w procesie technologicznym daje się rozdzielić na poszczególne frakcje o przedstawionych w tabeli 1. – charakterystyce i zastosowaniu.

Przemysł rafineryjny produkuje paliwa (benzyny, napędy, paliwa lotnicze, olej opałowy, gacze parafinowe), zaś przemysł petrochemiczny produkuje petrochemikalia i surowce dla ciężkiej syntezy organicznej (np. etylen, propylen, tlenek etylenu, tworzywa sztuczne – polipropylen, polietylen, fenol, aceton i inne).

Przykładowo podział frakcji otrzymanych z instalacji DRW (destylacyjnej rurowo-wieżowej), w układzie: produkt – wykorzystanie, jest następujący:

- destylaty z kolumny atmosferycznej:
  - gaz zrzutowy – produkcja komponentów gazu opałowego lub wsadu na pirolizę
  - gaz suchy – produkcja komponentów gazu opałowego lub wsadu na pirolizę

FRAKCJE ROPY NAFTOWEJ I ICH ZASTOSOWANIE

Tabela 1

Temperatura wrzenia, w °C	Skład	Frakcje	Zastosowanie
0 – 30	C1 – C6	gaz	gaz i gaz płynny
10 – 60	C5 – C7	eter naftowy	rozpuszczalniki
60 – 120	C7 – C8	benzyna lekka	paliwa silnikowe lekkie
70 – 150	C6 – C9	benzyna ciężka	paliwa silnikowe
175 – 300	C10 – C16	nafta	paliwo lotnicze, dieslowskie
> 300	C16 – C18	olej opałowy	paliwo dieslowskie, surowiec do krakingu
	C18 – C20	oleje woskowe	oleje smarne, oleje mineralne, surowiec do krakingu
	C21 – C40	woski parafinowe	świecarstwo, papiernictwo
	> C40	reszta	smoly, asfalty, uszczelniacze

- gaz płynny – produkcja surowców dla procesów petrochemicznych
- benzyna lekka – surowiec dla pirolizy i izomeryzacji
- benzyna średnia – surowiec dla reformingów
- benzyna lotnicza – surowiec do produkcji paliwa lotniczego;
- Frakcja napędowa – surowiec do produkcji ON – *destylaty z kolumny próżniowej*:
  - frakcja napędowa – surowiec do produkcji ON, surowiec do produkcji oleju opałowego
  - frakcja napędowa II – surowiec dla krakingu katalitycznego i hydrokrakingu
  - frakcja napędowa III – surowiec do produkcji baz olejów smarowych
  - ciężka frakcja olejowa – surowiec do produkcji oleju opałowego dla EC
  - pozostałość próżniowa – surowiec do produkcji szerokiej gamy asortymentów asfaltowych.

**Magazynowanie**

Na terenie naszego kraju znajduje się kilkadziesiąt baz paliwowych rozmieszczonych w wielu miejscach. W bazach tych w dziesiątkach zbiorników wielkogabarytowych o pojemności od kilku do kilkudziesięciu tysięcy metrów sześciennych każdy są zgromadzone paliwa silnikowe oraz inne produkty przerobu ropy naftowej. Usytuowanie tych baz i stacji paliw na terenie kraju jest zgodne z polityką paliwową i wymogami bezpieczeństwa energetycznego państwa, a oprzyrządowanie techniczne odpowiada stosownym przepisom krajowym i unijnym.

Wymagania jakim powinny odpowiadać składy produktów naftowych są zawarte w rozporządzeniu ministra

gospodarki z dnia 20 września 2000 roku [1]. Rozporządzenie to w przepisach ogólnych, w sposób jednoznaczny ustala definicje produktów naftowych, baz i stacji paliw, klasyfikuje ropę i produkty naftowe, ustala warunki zabudowy i zagospodarowania baz i stacji paliw, okresy kontroli technicznych rurociągów i zbiorników oraz wiele innych wymagań i warunków. W rozporządzeniu tym szczegółowo omówiono:

- bazy paliw, w tym warunki ogólne, zagospodarowanie terenu bazy, zasilanie bazy, zabezpieczenie bazy, rurociągi technologiczne, urządzenia gaśnicze i zraszacze oraz urządzenia sygnalizacji alarmowej
  - bazy gazu płynnego, w tym warunki ogólne, magazynowanie gazu płynnego, magazynowanie gazu płynnego w butlach, załadunek i wyładunek gazu płynnego
  - stacje paliw, w tym warunki ogólne, usytuowanie stacji paliw, zabudowę stacji, zbiorniki magazynowe, urządzenia i rurociągi, magazynowanie i dystrybucję gazu płynnego, zasilanie stacji paliw
  - rurociągi dalekosiężne, w tym warunki zabudowy i zagospodarowania terenu, podziemne układanie rurociągów, naziemne układanie rurociągu, przejścia rurociągów przez drogi i tory kolejowe, wymagania konstrukcyjne rurociągów, ochronę rurociągów przed korozją, urządzenia elektroenergetyczne, automatykę, telemechanikę i łączność
  - przepisy przejściowe i końcowe.
- Większość produktów naftowych magazynuje się w zbiornikach naziemnych/nadziemnych stalowych o grubości od kilku do kilkudziesięciu milimetrów lub w zbiornikach metalowych i żelbetonowych podziemnych, a także w podziemnych, uszczelnionych wyrobiskach

kopalnianych. Pojemność takich zbiorników może być różna i wahać się w granicach od tysiąca do kilkudziesięciu (kilkuset) tysięcy metrów sześciennych. Każda z baz paliwowych oprócz zbiorników magazynowych posiada zabezpieczenia przed przenikaniem produktów naftowych do gruntu i wód gruntowych, cieków, rzek, jezior i akwenów portowych oraz przed emisją par tych produktów do atmosfery w trakcie ich przeładunku i magazynowania. W bazach znajdują się instalacje do odzysku par, przepompownie, systemy hermetyzacji, zespoły nalewaków autocysternowych, zespoły dozowania dodatków, stacje przyjęć paliw z rurociągu, front kolejowy, system monitorowania oraz sterowania bazą paliw i inne.

W dużych zbiornikach naziemnych wskutek parowania mogą powstawać znaczne straty magazynowe. Ich wielkość zależy od szeregu czynników, z których najważniejsze to:

- wysoka prężność par magazynowanych produktów
  - sposób magazynowania
  - fluktuacje temperatury otoczenia.
- Zmniejszenie wspomnianych strat można osiągnąć przez:
- odpowiednie malowanie powierzchni zewnętrznej zbiorników
  - stosowanie izolacji termicznej lub chłodzenie zbiorników
  - magazynowanie produktów lotnych pod zwiększonym ciśnieniem
  - zapobieganie tworzeniu się poduszek gazowych nad powierzchnią magazynowanych produktów.

Malowanie, izolowanie termiczne i chłodzenie mają na celu utrzymanie zawartości zbiornika w jak najniższej temperaturze. Przykładem, jak wielkie znaczenie dla prawidłowego magazynowania produktów naftowych ma zabezpieczenie zbiorników przed promieniowaniem słonecznym, może być fakt nagrzewania się zbiorników w dni upalne do kilkudziesięciu stopni Celsjusza. W tabeli 2. podano wielkość strat benzyny ciężkiej pod wpływem działania promieni słonecznych w zależności od barwy zbiornika.

Zbiorniki pomalowane na biało wykazują dwukrotnie niższe straty niż zbiorniki pomalowane na czarno. Stwierdzono również, że zbiorniki pomalowane

Tabela 2  
STRATY BENZYNY CIĘŻKIEJ W ZBIORNIKU  
NAGRZEWANYM PROMIENIOWANIEM  
SŁONECZNYM W FUNKCJI TEMPERATURY  
I BARWY POWIERZCHNI ZEWNĘTRZNEJ  
ZBIORNIKA

Barwa powierzchni zbiornika	Temperatura po 2 godz. naświetlania, w °C	Straty ciężkiej benzyny, w %
Czarna	43,6	9
Jasnoczerwona	42,7	8
Ciemnoczerwona	42,5	8
Ciemnozielona	42,3	8
Szara	41,0	6
Biała na czerwonej	38,8	5
Kremowa	38,8	5
Jasnoniebieska	38,8	5
Biała	38,0	4



Fot. 1. Zbiorniki do magazynowania LPG (<http://zasta.com.pl/lpg.htm>)

farbami odbłaskowymi nagrzewają się w znacznie mniejszym stopniu. Stąd wniosek, że zbiorniki na produkty naftowe gazowe i ciekłe najlepiej malować farbami białymi lub metalizowanymi, np. aluminiowymi.

Chłodzenie zbiorników może odbywać się bezpośrednio lub przeponowo, przez:

- pompowanie wody na dachy zbiorników i swobodne jej spływanie po ścianach zbiorników

- wykonanie płaskich dachów z podwyższonymi brzegami, utworzenie „jeziorek wodnych” i chłodzenie w wyniku odparowywania wody

- cyrkulację medium chłodzącego w przeponie lub węzownicy zbiornika.

Innym sposobem zmniejszania strat jest całkowite wypełnianie zbiorników, przepompowywanie i napełnianie ich tylko w miarę potrzeby i przy niskich temperaturach otoczenia oraz szczelne zamykanie zbiornika.

Straty magazynowania można także znacząco zmniejszyć nie dopuszczając do tworzenia się poduszek gazowych w zbiornikach. Osiąga się to przez:

- uzupełnianie wypompowanych produktów medium nie mieszającym się z produktem, np. wodą

- stosowanie tzw. pływających dachów, dachów teleskopowych, lub membranowych, które stykając się stale z powierzchnią cieczy, podnoszą się przy napełnianiu zbiorników i opuszczają przy ich opróżnianiu.

Na fotografiach 1. i 2. przedstawiono zbiorniki do przechowywania płynnego gazu oraz ciekłych węglowodorów.

W bazach ropy naftowej, produktów ropopochodnych i petrochemicznych szczególnej uwagi wymaga bezpieczeństwo przeciwpożarowe. Na terenie składowiska muszą znajdować się stałe punkty gaśnicze ze sprzętem i środkami gaśniczymi w ilościach podanych w przepisach [1]. Ze względu na szkodliwe i toksyczne działanie tych produktów na człowieka na miejscu powinien znajdować się punkt sanitarny oraz skład środków ochrony indywidualnej w postaci sprzętu ochrony dróg oddechowych, ubrań ochronnych i obuwia.

Pomieszczenia zamknięte, w których są magazynowane mniejsze ilości produktów, powinny być dobrze przewie-

trane. Dopuszczalne masy produktów magazynowane w zbiornikach naziemnych i podziemnych oraz odległości zbiorników od siebie i zabudowań mieszkalnych są określone przepisami [1].

## Transport

Transport większych ilości ropy i produktów odbywa się cysternami kolejowymi, zbiornikowcami lub rurociągami. Cysterny kolejowe mają zazwyczaj pojemność 30 ÷ 75 m<sup>3</sup>. Powinny być wykonane ze stali o odpowiedniej grubości, z zamontowanymi wewnątrz przegrodami zapobiegającymi falowaniu cieczy w trakcie transportu, a jednocześnie



Fot. 2. Zbiorniki do magazynowania ciekłych węglowodorów ([http://www.geoland.pl/dodatki/energia\\_XVIII/artkuł\\_52.html](http://www.geoland.pl/dodatki/energia_XVIII/artkuł_52.html))

umożliwiający czyszczenie cystern. Cysterny do transportu materiałów naftowych powinny być pomalowane na biało lub farbą odbłaskową, mogą również być zaopatrzone w daszki metalowe chroniące przed promieniowaniem słonecznym. Cysterny do przewożenia produktów o znacznej lepkości powinny być zaopatrzone w węzownice grzewcze umożliwiające ich opróżnianie.

Transport morski produktów odbywa się zbiornikowcami, niejednokrotnie o ogromnym tonażu, zawierającymi po kilka oddzielnych zbiorników w kadłubie, zabezpieczających statek przed utratą stateczności w następstwie przemieszczania się ładunku podczas kołysania się jednostki na falach.

Najlepszym i najtańszym transportem ropy naftowej i produktów naftowych są rurociągi, najczęściej dalekosiężne, tłoczących je na odległości setek, a nawet tysięcy kilometrów. Wymagania związane z budową, usytuowaniem, wyposażeniem i bezpieczeństwem rurociągów opisane są w rozporządzeniu ministra gospodarki z dnia 20 września 2000 r. [1].

Mniejsze ilości produktów naftowych transportuje się w cysternach samochodowych, w beczkach metalowych lub pojemnikach blaszanych.

Ropa i jej ciekłe produkty (ropa naftowa surowa, paliwo lotnicze, destylaty z ropy naftowej, produkty z ropy naftowej, węglowodory ciekłe) zaliczane są do materiałów niebezpiecznych klasy 3. – materiały ciekłe zapalne, grupy A – materiały o temperaturze zapłonu poniżej 23 °C, nietrujące, nieżrące, o numerach UN 1203, 1267, 1268, 1863, 1993, 3295 oraz klasy 2. – gazy, grupy 2F i numerach UN 1075 – gazy naftowe skroplone i 1965 – mieszanina węglowodorów gazowych, skroplona.

Regulacje prawne w dziedzinie przewozu materiałów niebezpiecznych, ich klasyfikację, środki i formy transportowania, oznakowania przesyłek, wymagania konstrukcyjne środków transportu, rodzaje dokumentów przewozowych, formy szkolenia przewoźników, postępowanie w sytuacjach awaryjnych i inne dane w tym zakresie opublikowane są w przepisach krajowych (ustawy, roz-

Tabela 3  
NAJWYŻSZE DOPUSZCZALNE STĘŻENIA I NAJWYŻSZE DOPUSZCZALNE STĘŻENIA  
CHWILOWE WYBRANYCH PRODUKTÓW ROPOPOCHODNYCH

Produkt [CAS]	NDS, mg/m <sup>3</sup>	NDSCh mg/m <sup>3</sup>
Benzen [71-43-2]	1,6	-
Benzyna a) ekstrakcyjna [8032-32-4] b) do lakierów [8030-30-6]	500 300	1500 900
n-Heksan [110-54-3]	100	400
Heksanu izomery acykliczne nasycone, z wyjątkiem heksanu [73513-42-5]	400	3200
Ksylen – mieszanina izomerów 1,2-; 1,3-; 1,4- [95-47-6; 108-38-3; 106-42-3; 1330-20-7]	100	350
Nafta [8008-20-6]	100	300
Oleje mineralne – faza ciekła aerozolu	5	10
Siarkowódór [7783-06-4]	10	20
Tlenek węgla [630-08-0]	30	180
Toluen [108-88-3]	100	350

porządzenia) oraz w umowach i regulaminach międzynarodowych (ADR, RID, CIM, COTIF, IMDG\*) [2-5].

\* **ADR** (European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road) – Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych, sporządzona w Genewie 30 września 1957 r. Umowa została ratyfikowana przez Polskę w 1975 r. (DzU z 1975 r. nr 35, poz. 189 i 190) i wprowadzona w życie rozporządzeniem Ministra Komunikacji i Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 2 grudnia 1983 r. w sprawie warunków i kontroli przewozu drogowego materiałów niebezpiecznych.

**RID** (Regulation to the International Transport of Dangerous Goods by Rail) – Regulamin międzynarodowego przewozu kolejami towarów niebezpiecznych. Regulamin ten stanowi aneks 1. do przepisów ujednoczonych o umowie międzynarodowego przewozu towarów kolejami

**CIM** (Uniform Rules concerning the Contract for International Carriage of Goods by Rail) będący załącznikiem B do Konwencji o międzynarodowym przewozie kolejami (COTIF) z dnia 9 maja 1980 r.

Konwencja **COTIF** (Convention concerning the International Carriage by Rail) była ratyfikowana przez Polskę ustawą z dnia 18 października 1984 r. (DzU nr 34, poz. 15), a rozporządzeniem Ministra Komunikacji z dnia 6 października 1987 r. wprowadzona w życie.

**IMDG** (International Maritime Dangerous Goods Code) – Międzynarodowe przepisy dotyczące transportu morskiego materiałów niebezpiecznych. Są to przepisy Międzynarodowej Organizacji Morskiej (IMO) obowiązujące we wszystkich krajach należących do tej organizacji.

Przepisy te są opracowywane przez międzynarodowych ekspertów z uwzględnieniem specyfiki danego rodzaju transportu w oparciu o zalecenie ONZ dotyczące transportu materiałów niebezpiecznych.

## Bezpieczeństwo pracy

W trakcie wydobywania ropy naftowej, w procesach technologicznych jej przeróbki w rafineriach oraz w przemyśle petrochemicznym pracownicy są narażeni na wiele czynników chemicznych, fizycznych oraz wynikających z działania toksycznego ropy i jej produktów, ich właściwości fizykochemicznych, wybuchowości, łatwopalności, a także stosowania podczas procesów przetwórczych wysokiej temperatury i podwyższonego ciśnienia.

W zakładach przeróbki ropy naftowej pracownicy są narażeni również na inne substancje chemiczne stosowane w procesach technologicznych, m.in. na kwas siarkowy(VI) i chlor. Większość produktów tego przemysłu działa szkodliwie na drogi oddechowe i skórę, a przy dłuższych ekspozycjach wykazuje także działanie rakotwórcze lub prawdopodobnie rakotwórcze [6]. Możliwe są sytuacje, w których czynnikami zagrażającymi zdrowiu pracowników może być także hałas oraz mikroklimat wywołujący stresy z powodu gorąca i zimna.

Rozporządzenie ministra pracy i polityki społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. określa najwyższe dopuszczalne stężenia tych substancji w powietrzu na stanowiskach pracy. W tabeli 3. zebrano

wartości NDS i NDSCh wybranych produktów naftowych [7-9].

Narażenie zawodowe na produkty naftowe dotyczy pracowników zakładów petrochemicznych, transportu, czyszczących cysterny, zbiornikowce, magazyny, ludzi zatrudnionych przy flotowaniu rud, produkcji materiałów pyłochłonnych, w metalurgii, podczas czyszczenia i odfluszczenia wyrobów metalowych itd.

Oceny zagrożenia dla zdrowia dokonuje się na podstawie badań klinicznych i laboratoryjnych, w tym obrazu morfologii krwi – liczby białych i czerwonych ciałek, poziomu hemoglobiny, również zmian w szpiku kostnym. Badaniom poddaje się także próbki moczu na obecność krwinek oraz białka. Ocena narażenia na stanowiskach pracy prowadzi się przez pobranie próbek powietrza i oznaczenie w nim metodą chromatograficzną szkodliwych dla zdrowia składników produktów.

Produkty przerobu ropy naftowej w dużej mierze są cieczami łatwopalnymi, których pary tworzą z powietrzem mieszaniny wybuchowe. Dlatego też wyjątkowo dużo uwagi zwraca się na bezpieczeństwo przeciwpożarowe i przeciwwybuchowe. Załącznik do wspomnianego już rozporządzenia ministra gospodarki [1] określa minimalne wymiary stref zagrożenia wybuchem odnoszące się do urządzeń technologicznych baz paliw, stacji paliw i gazu płynnego oraz rurociągów dalekosiężnych do transportu ropy naftowej i produktów naftowych.

Rafinerie, zakłady przeróbki ropy naftowej oraz produktów z niej otrzymywanych, a także bazy paliw muszą być wyposażone w odpowiedni sprzęt przeciwpożarowy, a ich załogi przeszkolone. Ma to wielkie znaczenie w zakresie bezpieczeństwa zakładu, samych zatrudnionych i bezpieczeństwa środowiskowego.

Możliwe zagrożenia ludzi i środowiska naturalnego produktami ropopochodnymi, przedstawione w tabeli 4. mogą występować oddzielnie lub łącznie. W przypadku każdego z tych zagrożeń może dochodzić do strat wśród ludzi i pełnej degradacji środowiska określane jako katastrofa ekologiczna.

Tabela 4

**RODZAJE ZAGROŻEŃ WYWOŁANYCH MATERIAŁAMI ROPOPOCHODNYMI**

Zagrożenie	Typ zagrożenia	Przyczyna	Objawy
Pożar	Powierzchniowy FP (Pool Fire)	swobodny wyciek substancji palnej lub palenie się powierzchni ciała stałego	plomień utrzymuje się na powierzchni cieczy lub ciała stałego
	Strumieniowy IF (Injection Fire)	wyciek substancji palnej gazowej lub ciekłej z instalacji pod ciśnieniem	plomień występuje u wylotu substancji palnej z otworu instalacji
	Kulisty FB (Fire Ball)	palenie się mieszaniny lotnej w powietrzu, po ustaleniu się odpowiedniego stosunku stężeń	„kula ognista”; spalanie się obłoku paliwowo-powietrznego z wytworzeniem wysokiej temperatury i wysokiego ciśnienia
	Błyskawiczny FF (Flash Fire)	szybkie palenie się substancji wybuchowej bez wybuchu	gwałtowny plomień z wytworzeniem wysokiej temperatury, lecz bez wytworzenia niszczącej fali wybuchowej
Wybuch	Gazu lub substancji w określonej objętości VCE (Vapour Cloud Explosion)	wyciek przegrzanej cieczy z instalacji pod ciśnieniem	gwałtowne spalanie się substancji połączone z detonacją lub bez detonacji
	Gazu lub par na otwartej przestrzeni UVCE (Unconfined Vapour Cloud Explosion)	wyciek substancji palnej połączony z jej atomizacją i zapłonem	eksplozja mieszanek palnej z wytworzeniem fali uderzeniowej
	Rozprężenie się par cieczy wrzących BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion)	przegrzanie miejscowe gazu lub pary w pojemniku ze skroploną substancją i rozerwanie go z wyrzuceniem cieczy i par do otoczenia	gwałtowne spalanie się chmury gazowej i odparowującej cieczy połączone z wysoką temperaturą oraz silną falą uderzeniową
	Pyłu w mieszaninie powietrznej DE (Dust Explosion)	wytworzenie mieszanek pyłowo-powietrznej w odpowiednim stosunku i jej zapalenie się	wybuchowe spalanie się mieszanek bez wywołania fali uderzeniowej
	Termiczny TE (Thermal Explosion)	miejscowe niekontrolowane przegrzanie substancji z jej wyciekaniem i wybuchem	gwałtowny wzrost temperatury i ciśnienia połączony z rozerwaniem lub wyciekaniem substancji, którym może towarzyszyć wybuch
	Fizyczny PE (Physical Explosion)	powstanie w instalacji nadciśnienia ponad wartość dopuszczalną	gwałtowne rozszczelnienie instalacji bez pożaru
Skażenie	Chwilowe TRI (Toxic Release Instantly)	wprowadzenie do otoczenia w krótkim czasie substancji toksycznych	utrzymanie się w otoczeniu stężeń toksycznych substancji w czasie do kilku minut
	Ciągłe TRC (Toxic Release Constantly)	wprowadzenie do otoczenia substancji toksycznych i podtrzymywanie ich stężeń przez dłuższy czas	utrzymanie się w otoczeniu toksycznych stężeń substancji przez dłuższy czas (godziny, dni, lata)

CHARAKTERYSTYKA POŻAROWA WYBRANYCH PRODUKTÓW NAFTOWYCH

Tabela 5

Produkt naftowy	Temperatura, °C		Granica wybuchowości, %	
	zapłonu	samozapłonu	dolna	górna
Propan	-95	500	2,1	9,5
Siarkowodór	-	290	4,3	45,5
Tlenek węgla	-	605	12,5	75
Benzen	-11	540	1,4	9,5
n-Heksan	-26	260	1,1	7,4
Toluen	4	570	1,3	7

W tabeli 5. zestawiono charakterystyki pożarowe i wybuchowe niektórych produktów ropy naftowej.

Ogólne przepisy bezpieczeństwa regulują sprawę właściwego przewietrzania miejsc pracy, nakazują noszenie odzieży ochronnej, rękawic, butów, sprzętu ochrony dróg oddechowych. Ważnym czynnikiem bezpieczeństwa jest dbałość o szczelność wszelkiego rodzaju rurociągów i zbiorników.

Przepisy określają także kwestię mikroklimatu (temperatury i wilgotności powietrza) miejsc pracy, oświetlenia stanowisk pracy oraz zabezpieczenia odpowiednimi barierami wszelkich prac na wysokościach, zaopatrzenie pracowników w pasy bezpieczeństwa itp. Innym rodzajem narażenia pracowników omawianego przemysłu są czynniki fizyczne, spośród których wymienia się hałas, czynniki mechaniczne, wysoką temperaturę i ciśnienie mediów roboczych.

Właściwości fizykochemiczne oraz toksyczne ropy naftowej i jej produktów, a więc wysoka lotność, niskie napięcie powierzchniowe ułatwiające rozlewanie się na powierzchniach, lipidofilność produktów ciekłych, wysoka zapalność i tworzenie mieszanin wybuchowych z powietrzem ukierunkowują ochronę człowieka na środki zabezpieczające drogi oddechowe, skórę oraz śluzówki oczu.

Takimi środkami są odpowiednio dobrane środki ochrony dróg oddechowych, aparaty oddechowe izolujące, odzież ochronna, rękawice i buty ochronne, a także żele ochronne zapobiegające wchłanianiu substancji organicznych

przez skórę. Zabezpieczenie słuchu przed hałasem jest realizowane przy pomocy nauszników i wkładek przeciwhałasowych.

Do zagadnień bezpieczeństwa i higieny pracy należą również sprawy związane z wyposażaniem zakładów i składnic w urządzenia sanitarne – natryski, szatnie, toalety, ujęcia wody itp. urządzenia.

### Podsumowanie

Ropa naftowa oraz jej produkty rafineryjne i petrochemiczne stanowią jedno z ważniejszych źródeł energii, paliw i surowców, bez których życie współczesnego człowieka i jego dalszy rozwój byłoby niewyobrażalnie trudne i skomplikowane.

Mimo dobrodziejstwa dla ludzkości, jakim jest ropa naftowa, niesie ona ze sobą wiele zagrożeń dla zdrowia, a nawet życia człowieka oraz przyrody, wynikających z jej właściwości fizykochemicznych i toksycznych. Przy nieracjonalnym jej pozyskiwaniu i przetwarzaniu oraz obchodzeniu się może stwarzać różnorakie zagrożenia prowadzące do poważnych awarii, katastrof i wypadków.

Współczesne technologie wydobycia i przeróbki ropy naftowej są na ogół na tyle opanowane, że tylko zbieg niesprzyjających okoliczności, w tym nieuwaga człowieka lub ingerencja osób niepowołanych może prowadzić do niepożądanych następstw.

Wszelkie negatywne zjawiska związane z ropą naftową i jej przetwórstwem eliminuje człowiek racjonalną gospodarką, właściwą technologią i procesami

przetwarzania oraz dystrybucji surowców i materiałów, a także stosowaniem odpowiednich zabezpieczeń technicznych, właściwym bezpieczeństwem pracy oraz przestrzeganiem odpowiednich warunków sanitarno-higienicznych.

Ochrona człowieka w środowisku pracy w tym przemyśle jest obwarowana krajowymi aktami prawnymi i normatywami higienicznymi, zgodnymi z dyrektywami unijnymi w zakresie kształtowania warunków pracy, w tym ochrony pracowników przed narażeniem na czynniki chemiczne i fizyczne.

### PIŚMIENNICTWO

- [1] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 20 września 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać bazy i stacje paliw płynnych, rurociągi dalekosiężne do transportu ropy naftowej i produktów naftowych i ich usytuowanie. DzU nr 98, poz. 1067 zm. DzU z 2003 r. nr 1, poz. 8
- [2] Ustawa z dnia 28 października 2002 r. o przewozie drogowym towarów niebezpiecznych. DzU nr 199, poz. 1671, zm. DzU z 2003 r. nr 149, poz. 1452
- [3] Umowa europejska dotycząca międzynarodowego przewozu drogowego towarów niebezpiecznych (ADR) sporządzona w Genewie dnia 30 września 1957 r. uwzględniająca zmiany do załączników A i B. DzU z 2002 r. nr 194, poz. 1629. Tom I i II. Obowiązuje od dnia 1 lipca 2001 r.
- [4] Konwencja o międzynarodowym przewozie kolejami (COTIF) sporządzona w Bernie dnia 9 maja 1980 r. DzU z 1999 r. nr 30, poz. 287
- [5] Regulamin o międzynarodowym przewozie towarów niebezpiecznych kolejami (RID) z aneksem 1 do Dodatku B (Przepisy ujednolicone do Umowy o międzynarodowym przewozie towarów kolejami – CIM do Konwencji o międzynarodowych przewozach kolejami – COTIF). DzU z 1985 r. nr 34, poz. 158 i 159
- [6] *Toksykologia*. W. Seńczuk (red.) Wyd. IV. Wydawnictwa Lekarskie PZWL, Warszawa 2002
- [7] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. DzU nr 217, poz. 1833
- [8] *Czynniki szkodliwe w środowisku pracy*. CIOP, Warszawa 2003
- [9] *Karty charakterystyk substancji niebezpiecznych (CD)*. CIOP, Warszawa 2003