Sigurnosni sustavi na platformama

Malenica, Ines

Undergraduate thesis / Završni rad

2017

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Split, Faculty of Maritime Studies / Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:164:926618

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-03-29**

Repository / Repozitorij:

Repository - Faculty of Maritime Studies - Split - Repository - Faculty of Maritime Studies Split for permanent storage and preservation of digital resources of the institution

zir.nsk.hr

UNIVERSITY OF SPLIT

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE U SPLITU

POMORSKI FAKULTET

INES MALENICA

SIGURNOSNI SUSTAVI NA PLATFORMAMA

ZAVRŠNI RAD

SPLIT, 2017.

SVEUČILIŠTE U SPLITU

POMORSKI FAKULTET

STUDIJ: POMORSKE ELEKTROTEHNIČKE I INFORMATIČKE TEHNOLOGIJE

SIGURNOSNI SUSTAVI NA PLATFORMAMA

ZAVRŠNI RAD

MENTOR: **STUDENT:**

dr.sc.JOŠKO ŠODA **INES MALENICA**

SPLIT, 2017

SAŽETAK

Cilj ovog završnog rada je prikazati najčešće sigurnosne sustave koji se nalaze na platformama sa svim bitnim karakteristikama i elementima. Platforma je pokretno ili nepokretno postolje s nadgrađem namijenjeno za odobalno (engl. *offshore*) bušenje dna ispod vodenih površina radi istraživanja i/ili proizvodnje nafte ili prirodnoga plina. Opasnosti na platformama mogu biti sudar ili udar plovnih objekata, ribolovne aktivnosti, teroristički i piratski napadi. Sigurnosni sustavi za detekciju opasnosti obuhvaćaju proces upravljanja rizikom kojim se nastoji ukloniti opasnost. Prilikom gašenja požara platforma je prepuštena isključivo svojoj posadi.

Ključne riječi:*sigurnosni sustavi,platforma,opasnost,detekcija,požar*

ABSTRACT

The goal of this final work is to show the most common platform security systems with all the essential features and elements. The purpose of this final work is to show the most common platform security systems with all the essential features and elements.

The platform is a mobile or stationary platform with a projector for drilling under the water surface for exploration and / or production of oil or natural gas.

Platform threats can be collision or hit floating objects, fishing activities, terrorist and pirated attacks. Dangers on platforms can be a collision or a hit of floating objects, fishing activities, terrorist and pirated attacks.

Detection Systems include a risk management process that seeks to eliminate the risk. When they burn a fire, the platform remains alone for its crew.

Key words: security systems, platform, danger, detection, fire

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. SPECIFIČNOSTI PLATFORMI 3
2.1. Pojam i karakteristike platformi 3
2.2. Povijesni pregled 3
2.3. Vrste platformi 4
3. SIGURNOSNI SUSTAVI NA PLATFORMAMA 8
3.1. Uloga i važnost sigurnosti na platformama 8
3.2. Vrste opasnosti na platformama 9
3.3. Sigurnosni sustavi za detekciju opasnosti 13
3.3.1. RADAR 14
2.1.1. AIS 15
3.3.2. CCTV/IC kamere 16
3.3.3. SONAR 18
3.4. Sigurnosni sustavi za smanjenje i sprječavanje opasnosti 18
3.4.1. Sigurnosni sustav za isključivanje 18
3.4.2. Protupožarni sustav 19
3. ZAKLJUČAK 24
LITERATURA 25

1. UVOD

Platforme kao odobalni izolirani objekti izloženi su različitim opasnostima. Njihova izloženost stvara rizik za sigurnost što ih čini visokorizičnim objektima. zahtijevaju sustavan pristup sigurnosnim elementima kako bi se umanjili rizični utjecaji na njihovu sigurnost. Veliki broj nesreća koje se odnose na platforme imale su razorne i nepovratne posljedice na morski i obalni okoliš.

Sva pitanja u vezi s iskorištavanjem mora i podmorja, pomorstva ili pomorske plovidbe u nadležnosti su međunarodnih pomorskih organizacija. Takve organizacije mogu biti službene, koje su međudržavne ili međuvladine, i neslužbene, koje su vezane uz iskorištavanje i istraživanje mora, pomorstva i morske plovidbe [16]. Već dugi niz godina Već dugi niz godina naftna i pomorska industrija kombiniraju znanja i iskustva kako bi sistematizirali postupke za pružanje osnovne sigurnosti na platformama. Pravilna primjena tih postupaka, uz održavanje i rad cjelokupnog proizvodnog pogona, treba osigurati operativno sigurnu platformu.

Metodologija izrade ovog završnog rada obuhvaća definiranje predmeta istraživanja, definiranje ciljeva, te metoda koje se koriste za prikupljanje, analizu i interpretaciju podataka.

Glavni cilj ovog završnog rada je prikazati najčešće sigurnosne sustave koji se nalaze na suvremenim platformama sa svim bitnim karakteristikama i elementima. Radi cjelovitijeg uvida u temu u radu su prikazane vrste platformi i njihove osnovne karakteristike te osnove temeljne sigurnosti na moru.

U okviru izrade dijela rada korištena je metoda analize i sinteze, deskripcije i metoda kompilacije. Metoda analize odnosi se na raščlanjivanje složenijih pojmova, sudova ili zaključaka na manje i jednostavnije sastavne dijelove kako bi se mogli pojedinačno izučavati. Metoda sinteze predstavlja postupak znanstvenog istraživanja putem spajanja dijelova ili pojedinačnih elemenata u jednu cjelinu. Metoda deskripcije temelji se na opisivanju činjenica i empirijskom potvrđivanju veza i odnosa među činjenicama. Metoda kompilacije podrazumijeva preuzimanje tuđih rezultata, opažanja, stavova, zaključaka i spoznaja [17].

Koncipiranje i izrada rada temeljeni su na sustavnom proučavanju dostupne stručne literature, knjiga, stručnih i znanstvenih radova, izvornih članaka, međunarodnih konvencija, zakona, propisa, i korištenjem interneta.

2. SPECIFIČNOSTI PLATFORMI

U tekstu koji slijedi obrađene su platforme, njihove karakteristike, povijesni pregled i osnovne vrste.

2.1. Pojam i karakteristike platformi

Platforma je pokretno ili nepokretno postolje s nadgrađem namijenjeno za odobalno (engl. *offshore*) bušenje dna ispod vodenih površina radi istraživanja i/ili proizvodnje nafte ili prirodnoga plina. Nadgrađe platforme prostor je za smještaj postrojenja, procesnih sustava i opreme, za slijetanje helikoptera, za rad i boravak osoblja [2].

Konstruiranje i gradnja platformi vrlo je složen proces jer su plovila te vrste vrlo zahtjevna i sofisticirana i potrebno je učiniti mnoge preinake i otklone od uobičajene prakse brodogradilišta. Taj proces iziskuje multidisciplinarna znanja, uvjete, sposobnost, inovativnost i naravno timski rad [4].

Regulatorne agencije uspostavili su određene zahtjeve za projektiranje, gradnju i rad postrojenja na moru. Osim saveznim propisima, određeni državni i lokalni propisi se mogu također primjenjivati. Također, razne organizacije razvile su brojne standarde, pravila, specifikacije i preporučene prakse koje su korisne reference za projektiranje i instaliranje sigurnosnih sustava pomorskih objekata.

2.2. Povijesni pregled

Nafta se iz podmorja prvi put proizvela krajem 18. st u Rusiji u području Bakua. Prva bušotina u SAD izvedena je 1886. godine u Kaliforniji, gdje je do 1906. godine bilo već 200 plitkih bušotina izvedenih s gatova. Zbog neodgovarajuće izvedbe gatovi su se rušili već za srednjeg nevremena. Visoka cijena izvedbe i niska proizvodnost spriječila je daljnji razvoj.

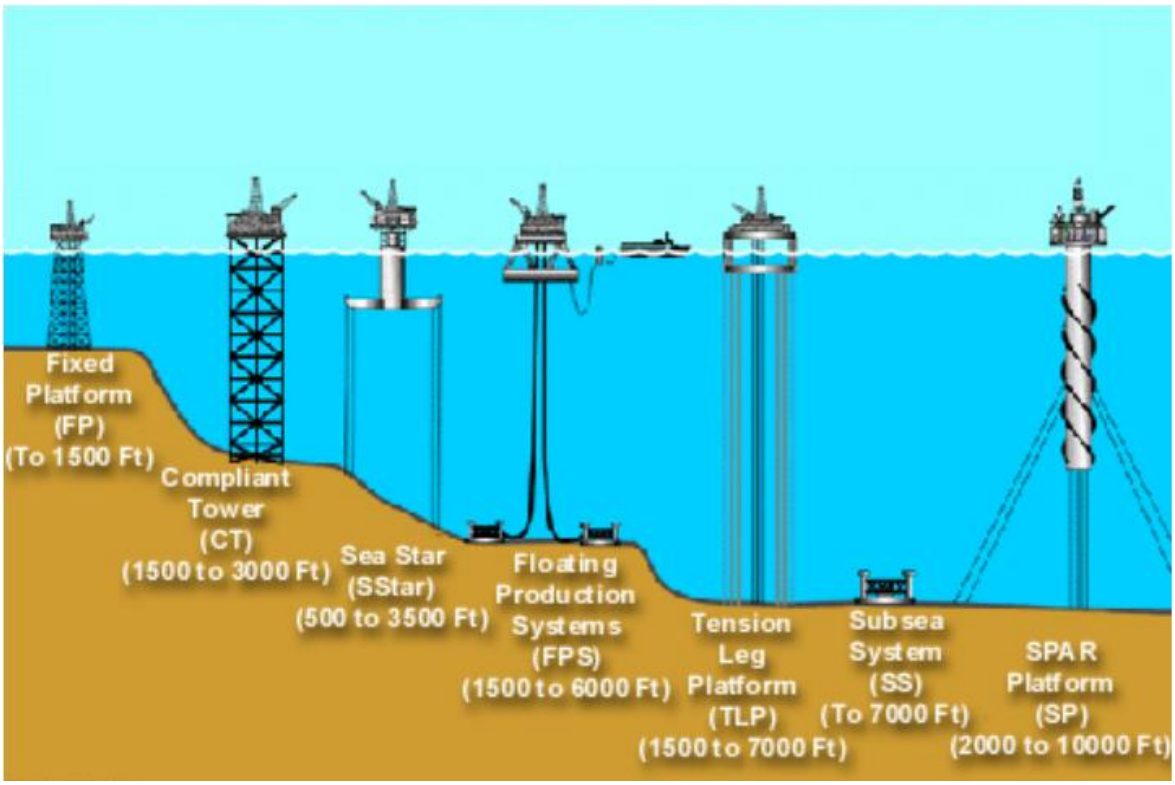
Odobalna bušenja sa struktura nepovezanih s obalom novijeg su vijeka. Prva proizvodna odobalna naftna bušotina osposobljena je 1938. godine u Meksičkom zaljevu [3].

Najveći svjetski graditelji platformi današnjice su Singapur, Kina, Malezija, Južna Koreja, Rusija, Norveška, Nizozemska te SAD. Kina obuhvaća oko 10 do 15% tržišta izgradnje poduprtih platformi. Prvotno su svjetski primat držale SAD sa svojih 6 brodogradilišta na obali Meksičkog zaljeva. Danas su SAD sa svojim mnogobrojnim kompanijama u samom svjetskom vrhu, ali uslijed globalnih ekonomskih, tehničkih i tehnoloških razloga izgubili su vodeće mjesto u svijetu u izgradnji platformi jer su postali preskupi, a samim time i nekonkurentni [4].

2.3. Vrste platformi

Na izbor tipa i veličinu platformi utječu mnogi elementi kao što su dubina mora, uvjeti dna, meteorološki faktori, indicirana proizvodnost, veličina ležišta, broj bušotina i sl. [3].

Naftne platforme su jedne od najvećih pokretnih građevina na svijetu. Služe za bušenje morskog dna na pučini, za smještaj radnika, za crpljenje nafte ili prirodnog plina, njihovu preradu i daljnju distribuciju bilo tankerima ili cjevovodima.



Slika 1. Vrste nepokretnih platformi [12]

Pokretne platforme su platforme na betonskim ili čeličnim nogarima koji su direktno usidreni u morsko dno. Zbog svoje nepokretljivosti postavljaju se na mjesta gdje je predviđena njihova dugotrajna upotreba i za dubine mora do 520 m.

Polu-potopljene plutajuće platforme - mogu se pokretati i fiksirati punjenjem i pražnjenjem balastnih rezervoara za vodu. Sidre se za vrijeme eksploatacije, a mogu se i držati na mjestu interaktivnim pokretačkim mehanizmima. Upotrebljavaju se za dubine mora do 3000 metara.

Platforme koje podupire popustljiv toranj koji je temeljen na pilotima projektirane su tako da podnesu značajne poprečne pomake i sile te se upotrebljavaju za dubine mora od 450 do 900 metara.

Platforme sa hidrauličkim podizačima i sidrenjem na nogarima su pokretne platforme se upotrebljavaju za dubinu mora do 170 m. Kada se platforma dopremi na ciljanu lokaciju hidraulički sustav produlji nogare koje se tada oslone na morsko dno.

Platforme koje se dovoze brodovima i pozicioniraju pomoću GPS sistema za vrijeme eksploatacije na mjestu drže brodovi sa svojim upravljačkim mehanizmima pod uvjetom da su uvjeti na moru dovoljno stabilni za operacije bušenja.

Platforme na vlačnim nogarima su plutajuće strukture koje su usidrene u morsko dno sa vertikalnom čeličnom užadi koje svojim vlačnim djelovanjem eliminiraju vertikalno pomicanje platforme. Upotrebljavaju se za dubine do 2000 metara.

Prema namjeni se razlikuju dva osnovna tipa platformi: bušaća platforma za izradbu istražnih ili razradnih bušotina te proizvodna platforma, a osim toga platforma može biti procesna, servisna, za smještaj osoblja i opreme te za posebne namjene [2].

Bušaća platforma u načelu je autonomna pokretna plovna jedinica s vlastitim sustavom propulzije ili bez njega. Prema načinu postavljanja i zadržavanja u radnom položaju razlikuju se plutajuća i poduprta platforma.

Poduprta platforma (samopodizna i uronjiva), koja je tijekom normalnoga rada poduprta o dno, a jedino ju tijekom premještanja s jedne lokacije na drugu na površini održava uzgon.

Kod plutajuće platforme potporu u svim fazama rada ostvaruje samo njezin vlastiti uzgon. Samopodizna poduprta platforma ograničena je na dubine

mora do najviše 150 m, iako su za većinu platformi operativne mogućnosti uglavnom do dubine od 100 m. Za veće dubine mora koriste se poluuronjiva platforma i brod za bušenje.

Poluuronjiva platforma tegli se na lokaciju predviđenu za bušenje i zatim se, ovisno o dubini mora, sidri ili se njezin položaj održava dinamičkim pozicioniranjem. Tijekom rada platforma pluta, djelomično uronjena na gaz predviđen za tegljenje, bušenje ili orkansko nevrijeme [15].

Danas već postoje konstrukcije koje uspješno rade na dubinama mora većima od 1000 m. Brod za bušenje namijenjen je ponajprije za bušenje na velikim dubinama. Zadržavanje na istoj lokaciji ostvaruje se dinamičkim pozicioniranjem, uz korištenje vlastitoga sustava propulzije. Osnovna mu je prednost velika mobilnost, ali nije toliko stabilan za većega nevremena [2].

Proizvodna platforma služi za crpenje nafte ili plina iz bušotine i u načelu je vezana za mjesto proizvodnje. Može biti samo proizvodna ili platforma s koje se obavljaju razradna bušenja i proizvodnja. Četiri su karakteristična tipa proizvodnih platformi: nepomična (fiksna) čelična, nepomična gravitacijska, plutajuća sa zategnutim kracima te platforma fleksibilno pričvršćena za morsko dno.



Slika 2. Platforma Statfjord B [8]

Nepomična čelična platforma prevladavajući je tip proizvodne platforme. Čeličnim cijevnim rešetkastim postoljem čvrsto je vezana za morsko dno s pomoću pilota. Uz proizvodna postrojenja opremljena je i uređajima za bušenje na veće dubine. Fiksna gravitacijska platforma armiranobetonska je konstrukcija s

dugim nogama i s donjim dijelom postolja u obliku ćelija, kesona ili spremnika koji služe kao spremnički prostor. Kada se dotegli na proizvodnu lokaciju, noge i spremnici pune se balastom, tako da vlastitom težinom uranja u morsko dno. Plutajuća platforma pričvršćena je za morsko dno sidrenim lancima, cijevima ili užadi. Primjenjuje se za veće dubine mora i može se premještati. Fleksibilno pričvršćena platforma učvršćena je za morsko dno zglobno ili s pomoću temeljnih ploča i pripona [2].

Za polja na većim dubinama mora zbog ekonomskih razloga nastoji se što više sadržaja koncentrirati na jednoj platformi. To su tzv. autonomne platforme, s kojih se izvodi razradno bušenje i proizvodnja, a na sebi imaju sve potrebne sadržaje za kontinuirani rad.

Takve platforme izvođenjem bušotina pod kutom mogu se obuhvatiti ležišta površine i do 10 km^2, a s jedne platforme može se izvesti do 60 i više bušotina bez premještanja. S iste se platforme mogu izvesti i dodatne bušotine za reinjekciju plina ili vode radi održavanja pritiska u ležištu [3].

Nepokretne se platforme primjenjuju na dubinama do oko 300 m. Za manje dubine mora fiksne proizvodne platforme mogu biti sa ili bez uređaja za bušenje. *Jacket* je dominantan tip platformi za gotovo sva mora izuzev leda. Sastoje od dva osnovna dijela: nadgrađa i postolja. Donji dio nadgrađa mora se nalaziti iznad vrha najvećeg mogućeg vala za period kroz 100 godina. Na nadgrađu se nalazi uređaj za bušenje, uređaj za crpljenje i obradu nafte/plina i ostali uređaji za život na platformi (do 300 osoba).

Postrojenje za bušenje i većina ostalih uređaja smještena je na palubi platforme. S obzirom da cijena platforme raste s povećanjem njene površine, česte su platforme s više paluba.

. Pokretne platforme (*BT Tower*) pričvršćene su za dno zglobno ili preko temeljne ploče i pripona pri vrhu tornja. Za loših vremenskih prilika ova platforma može mijenjati nagib. Primjenjuju se također za veće dubine.

Poduprta ili samopodižuća platforma (*Jack Up*) pluta na moru poduprta nogama koje dopiru do morskog dna, a mogu se mehanički ili hidraulički dizati i spuštati. Kad se platforma prevozi preko mora noge se polegnu iznad morske površine. Prednost im je u tome da povećanje dubine mora ne utječe bitno na cijenu. U tom slučaju produžuju se samo zatezni kraci [3].

3. SIGURNOSNI SUSTAVI NA PLATFORMAMA

Platforme i njihove popratne instalacije predstavljaju kritičnu infrastrukturu koja je izložena različitim okolnim opasnostima. Opasnosti na platformama mogu biti sudar ili udar plovnih objekata, ribolovne aktivnosti, teroristički i piratski napadi, što za posljedicu može imati oštećenje infrastrukture te ugrožavanje zdravlja i života osoblja na platformi.

Sustav nadzora mora imati mogućnost ranog upozorenja i upravljanja rizikom kako bi se eksploatacijska platforma osigurala i pripremilo osoblje za potencijalno napuštanje platforme. Integriranjem površinske i podvodne situacije omogućuje se nadzor okružja platforme čime se postiže maksimalni učinak zaštite.

Površinska i podvodna situacija u okružju platformi može se nadzirati sustavom ranog upozorenja koji je moguće izvesti integriranjem sustava kao što su RADAR, AIS, CCTV/IC kamera i SONAR. Utvrđivanjem postojanja opasnosti sustavom ranog upozorenja pokreće se proces upravljanja rizikom kojim se nastoji ukloniti opasnost.

Cilj procesa upravljanja rizikom je ukloniti potencijalnu opasnost na što većoj udaljenosti od sigurnosne zone oko platforme [6].

3.1. Uloga i važnost sigurnosti na platformama

Priroda namjene platformi, vađenje hlapivih tvari ponekad pod ekstremnim pritiskom u opasnom okruženju, znači rizik. Nesreće i tragedije događaju se često. Također, s obzirom na njihovu namjenu i specifičnost uvjeta morskog okoliša u kojem se nalaze okarakterizirani su kao objekti od nacionalnog interesa čije oštećenje može prouzrokovati ozbiljne i nesagledive posljedice za gospodarstvo i samo okružje u kojem se nalaze. Njihov smještaj u morskom okružju karakterizira ih kao izolirane i uočljive objekte bez prirodnih prepreka što ih čini izloženima i lako dostupnima [6].

Način izvedbe i karakteristika platforme kao nepomičnog objekta, bez obzira na kvalitetu i konstrukcijsku izvedbu, čini ih osjetljivima na različite oblike oštećenja.

. U razdoblju od 1955. do 1965. godine dogodile su se 23 velike havarije pokretnih platformi. Više od polovice njih dogodilo se za vrijeme premještanja platforme. Najveća katastrofa dogodila se u norveškom dijelu Sjevernog mora 1980. Godine kada je jako nevrijeme prevrnulo veliku platformu *Alexander Keeland*. Tada je poginulo 127 ljudi.

Britansko društvo za klasifikaciju brodova *Lloyd´s Register of Shipping* u Londonu prvo je počelo preuzimati klasifikaciju platformi (od 1958), uz izdavanje svjedodžbi da je ta platforma solidno građena i da ima sve potrebne uvjete za siguran rad. Lloyd je izdao «Pravila za izgradnju i klasifikaciju pokretnih *offshore* jedinica». Od 1970 platforme građene pod nadzorom Lloyd-a na temelju spomenutih pravila dobivaju određenu klasu [3].

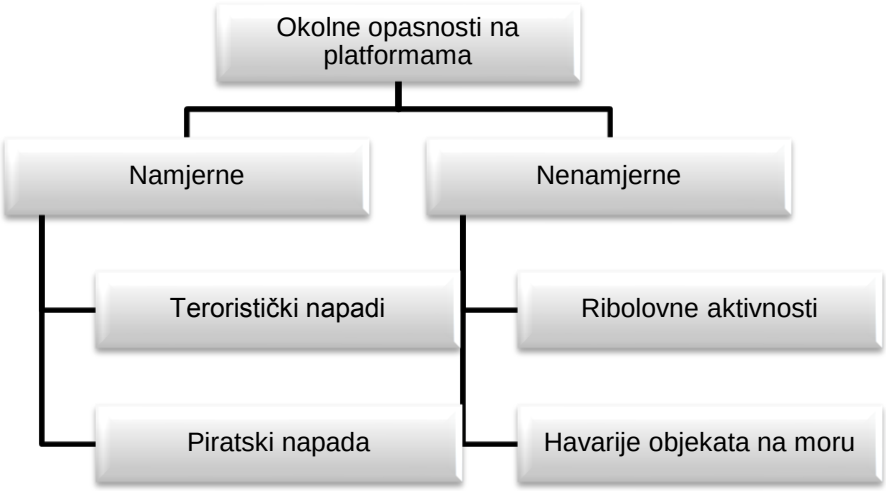
Svrha sustava sigurnosti na platforma je zaštititi osoblje, okoliš i objekt od prijetnji koje mogu nastati namjerno ili nenamjerno. Svrha analize sigurnosti je identificirati neželjene događaje koji bi mogli predstavljati opasnost za sigurnost i definiranje pouzdanih zaštitnih mjera koje će spriječiti takve događaje ili smanjiti njihovih učinaka ako se pojave.

3.2. Vrste opasnosti na platformama

Opasnost na moru može dovesti do pomorskih nezgoda pri čemu se mogu ugroziti ljudski životi, brod, teret, i/ili okoliš. Međunarodna pomorska organizacija posebnu pozornost posvećuje pomorskim nezgodama kao što su potonuće, požar ili eksplozija tereta, požar ili eksplozija u stroju, požar i dr.

Uzroci nezgoda ili opasnosti često je ljudski čimbenik. Neznanje, nepridržavanje propisa, uputa i zapovijedi, te umor, strah i panika često mogu dovesti do raznih opasnosti na pomorskim postrojenjima. U ovu skupinu također spadaju neobavljanje redovitih pregleda, nepravilno održavanje u cjelini što se odnosi na kvarove strojeva, električnog postrojenja, dojavnog, navigacijskog, ventilacijskog, rashladnog i protupožarnog sustava, sustava kormilarenja, uređaja za rukovanje teretom i sidrenje i sl.

Okolne opasnosti na platformama mogu biti namjerne i nenamjerne kako je prikazano na sljedećoj slici 3.



Slika 3. Okolne opasnosti na platformama [6]

Namjernim opasnostima smatraju se aktivnosti kojima je cilj izazivanje gospodarske i sociološke nestabilnosti. U posljednjih dvadeset godina međunarodni terorizam i piratstvo postali su dominantan problem koji utječe na pomorsku sigurnost. Eksploatacijske platforme i prateće instalacije predstavljaju kritičnu infrastrukturu od nacionalne važnosti te ih njihova izoliranost u morskom okružju čini izrazito ranjivima na terorističke i piratske napade, što može dovesti do negativnih posljedica za gospodarstvo i okružje u kojem se nalaze.

U posljednjih desetak godina u svijetu se dogodilo nekoliko terorističkih napada na eksploatacijske platforme i prateću infrastrukturu. Takvi napadi su pokazali sve slabosti u provedbi zaštite eksploatacijskih platformi s obzirom da svojom izloženošću predstavljaju lako dostupni cilj s mogućnošću oštećenja u različitim konstrukcijskim i instalacijskim točkama.

Provođenje terorističkih napada na eksploatacijske platforme i prateću infrastrukturu imaju snažan negativni učinak na energetsku sigurnost svake države. Teroristički napadi se mogu provesti površinskim i podvodnim sredstvima kao što su brza plovila napunjena eksplozivom, naoružana brza plovila, ronilice i ronioci. Od spomenutih sredstava za provedbu terorističkih napada zabilježena je uporaba plovila napunjenih eksplozivom s ciljem uništenja eksploatacijske platforme pri čemu su upotrijebljeni gumeni čamci koji se odlikuju brzinom, niskom zamjetljivošću, dobrim manevarskim svojstvima i jednostavnošću uporabe.

Ovisno o udaljenosti eksploatacijske platforme od kopna spomenuta sredstva za izvršenje terorističkih napada mogu biti sastavni dio većeg plovnog objekta koji bi poslužio kao matični brod za izvođenje terorističkog napada. Prema

načinu provedbe, teroristički napad može biti izveden trenutno i s vremenskom odgodom. Trenutni način provedbe terorističkog napada podrazumijeva uništavanje sredstava u izravnom kontaktu s ciljem, dok napad s vremenskom odgodom podrazumijeva naknadno aktiviranje postavljenog minsko-eksplozivnog sredstva.

Piratstvo predstavlja ozbiljnu prijetnju za sigurnost eksploatacijskih platformi čime je realno za očekivati da budu metom njihovog interesa. Iako je najveći broj piratskih napada bio usmjeren protiv plovnih objekata različitih namjena i veličina, u proteklih desetak godina diljem svijeta zabilježen je i niz piratskih napada na eksploatacijske platforme.

Piratski napadi su osim otuđenja ili oštećenja imovine redovito dovodili do određenog zastoja u proizvodnom procesu, što ima snažan negativni učinak na energetsku sigurnost svake države. Slično kao i kod terorističkih napada, piratski napadi su pokazali sve slabosti u provedbi zaštite eksploatacijskih platformi s obzirom da svojom izloženošću predstavljaju lako dostupni cilj. Piratski napadi su najčešće usmjereni protiv naseljenih eksploatacijskih platformi, zbog toga što je njihova glavna svrha otuđenja novca i vrijednih predmeta te otmica članova posade radi otkupnina.

Jednako tako, najveći broj piratskih napada zabilježen je na eksploatacijske platforme smještene bliže kopnu. Primarno sredstvo u izvođenju ovih napada su brza plovila koja pružaju prednost u vidu brzine, niske zamjetljivosti i efekta iznenađenja. Upotrebom većeg plovnog objekta koji bi poslužio kao matični brod povećavao bi se djelokrug djelovanja pirata zbog čega bi bile ugrožene i eksploatacijske platforme smještene na većim udaljenostima od kopna.

Za razliku od malih plovila koja se upotrebljavaju u svrhu terorističkih napada, piratski napadi zahtijevaju veća plovila što je uvjetovano potrebom većeg broja ljudi za provedbu takvog napada.

Nenamjerne opasnosti proizlaze iz pomorskog prometa, ribolovnih aktivnosti i drugih gospodarskih aktivnosti na moru i u podmorju, dok namjerne proizlaze iz kriminalnih i terorističkih aktivnosti, a usmjerene su na narušavanje sigurnosti platforme.

Nenamjernim opasnostima smatraju se aktivnosti koje nisu prouzrokovane određenim ciljem nego propustom, nepažnjom ili tehničkim poteškoćama.

Najčešće su uzrokovane povećanom gustoćom pomorskog prometa u blizini eksploatacijskih platformi s obzirom na njihovu lokaciju u odnosu prema plovidbenim putovima te obavljanje ribolovnih aktivnosti u njihovoj neposrednoj blizini zbog povećane koncentracije ribljeg fonda i odgovarajućih dubina.

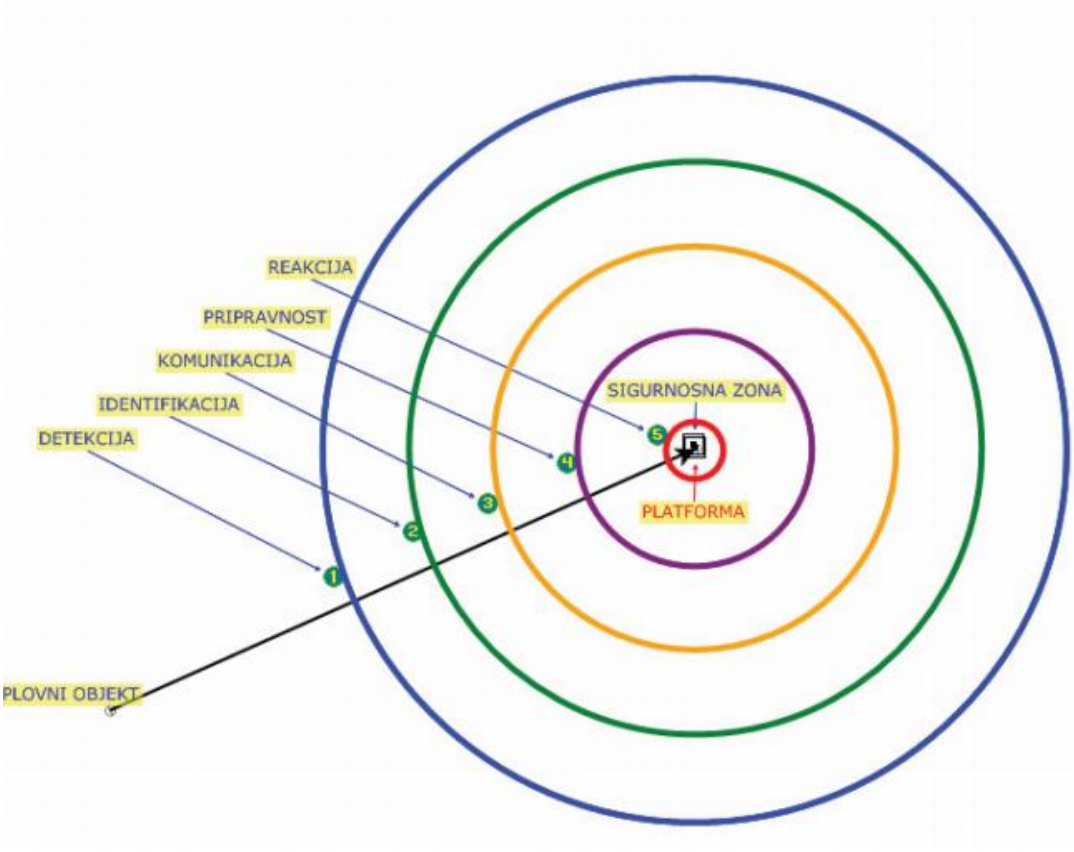
Diljem svijeta zabilježeno je provođenje ribolovnih aktivnosti korištenjem različitih ribolovnih alata, čime se ugrožava podvodna infrastruktura eksploatacijskih platformi, a time i sigurnost, što kao posljedicu može imati velike materijalne štete i onečišćenje morskog okoliša.

Provođenjem ribolovnih aktivnosti najčešće je ugrožena podvodna infrastruktura eksploatacijskih platformi (cjevovodi, kabeli), što ukazuje na potrebu za određivanjem sigurnosnih zona i većim od propisanih 500 metara ili određivanje cjelovitih eksplotacijskih polja kao sigurnosnom zonom.

Eksploatacijske platforme koje se nalaze u blizini područja povećane gustoće pomorskog prometa ili plovidbenih putova ugrožene su mogućim oštećenjima nekontroliranog izbijanja požara i potonuća na eksploatacijskim platformama ili plovnim objektima uslijed njihovog udara ili sudara.

Izbijanje požara na plovnom objektu može dovesti do nekontroliranog kretanja, što izravno ugrožava eksploatacijsku platformu kao nepomični objekt na moru.

Sudar plovnih objekata u blizini platformi ili sudar plovnih objekata s platformama kao posljedicu mogu prouzročiti nekontrolirano kretanje plovnog objekta, požar ili potonuće, što može dovesti do oštećenja platforma ili podvodne infrastrukture. Rizik povećane mogućnosti sudara ili udara proizlazi iz gustoće pomorskog prometa u neposrednoj blizini eksploatacijskih platformi. Gustoća pomorskog prometa u blizini eksploatacijskih platformi može biti uvjetovana blizinom plovnih putova, zonama odvojene plovidbe i frekventnim područjima važnim za plovidbu nautičkog turizma.



Slika 4. Dijametralni prikaz faza uklanjanja opasnosti [6]

U nastojanjima da se u određenoj mjeri poboljša sigurnost eksploatacijskih platformi te pripadajuće infrastrukture međunarodnom konvencijom o pravu mora i rezolucijom Međunarodne pomorske organizacije (IMO) određena je sigurnosna zona od 500 metara oko odobalnih instalacija i struktura u kojoj se reguliraju plovidbene aktivnosti [6].

3.3. Sigurnosni sustavi za detekciju opasnosti

Osnovna namjena sigurnosnih sustava za detekciju opasnosti je sprječavanje opasnosti prije nego nastane šteta. Ovi sustavi obuhvaćaju proces upravljanja rizikom kojim se nastoji ukloniti opasnost.

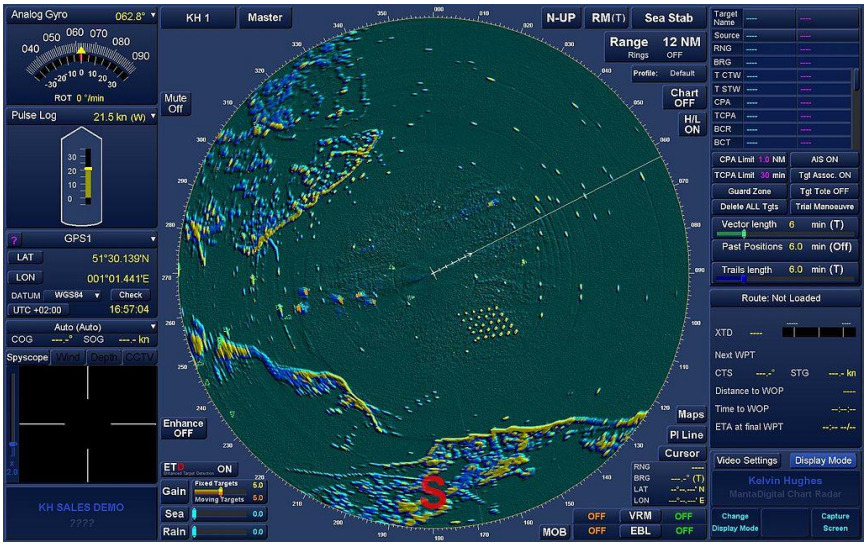
3.3.1. RADAR

Radar je (eng. *Radio Detection And Ranging*) je uređaj za otkrivanje objekata na zemlji, moru i u zraku, pomoću radio valova.

Radar radi na načelu radio valova, kako je već prije i spomenuto. Antena odašilje kratki impuls, koji se odbija od cilja. Na temelju vremena koje je proteklo do povratka zrake izračuna se udaljenost od objekta.

Odašiljač brodskog radara je oscilator koji generira impulse SHF (*Super Hight Frequency*) valnih dužina od dva do deset centimetara (frekvencija od 3 GHz do 15 GHz) vrlo velike snage (do 100 kW).

Prijemnik brodskog radara je sklop koji jeke vrlo slabe snage (do 5 mW) pojačava i na ekranu prikazuje kao videosignale od kojih se formira panoramska slika područja određenog na određenom dometu.



Slika 5. Prikaz panoramske slike na ekranu radara [19]

Antenski sklop brodskog radara je uređaj koji omogućava ravnomjerno emitiranje u prostor impulsa super visoke frekvencije i velike snage, te prijem jeke male snage. Domet radara ovisi o dva faktora: radarskog horizonta i konstrukcijske izvedbe uređaja. Domet radarskog horizonta funkcija je udaljenosti, s obzirom na zakrivljenost površine Zemlje, ali i na atmosferske uvjete koji utječu na propagaciju.

Većina navigacijskih radara radi na trocentimetarskim valovima, s frekvencijama magnetrona od oko 9,4 GHz dok manji dio koristi desetcentimetarske valove i frekvencije od 3,05 GHz. Impulsna snaga radarskih

odašiljača kreće se između 5 i 50 kW. Trajanje impulsa manje je u manjim mjernim područjima a veće na duljim, a u prosjeku traje između 0,06 do 1,2 mikrosekundi. Antena se ujednačeno vrti s 22 do 28 okretaja u minuti (mehanički ili elektronski). Horizontalna širina snopa iznosi od 0,5° do 2°, a vertikalna između 15° i 30°

2.1.1. AIS

Automatski identifikacijski sustav (AIS) je sustav za obalno kratkodometno praćenje pomorskog prometa. AIS koristi VHF frekvencije za izmjenu podataka između pomorskih brodova i drugih morskih postrojenja, te za identifikaciju brodova koji se nalaze u njihovoj blizini.



Slika 6. Prikaz ekrana AIS sustava [20]

AIS ima za cilj poboljšati sigurnost ljudskog života na moru, sigurnost u vođenju navigacije kao i pridonijeti zaštiti pomorskog okoliša. Primjene i odaslane informacije sadržavaju osnovne navigacijske podatke o brodovima i prikazuju se na odgovarajućim pokazivačima.

AIS može biti integriran sa sustavom RADAR-a i drugim navigacijskim uređajima i/ili računalnom opremom.

3.3.2. CCTV/IC kamere

Video nadzor jednako kao i drugi segmenti tehničke zaštite doživljava znatan rast u zadnjih nekoliko godina. Napredak tehnologije omogućio je upotrebu video nadzora u različite svrhe i uvelike proširio njegovu primjenu te učinio ovaj segment dostupnim velikom broju korisnika.

Osim u svrhu prevencije od kaznenih dijela poput provale, razbojništva, krađe, vandalizma, terorizma i sl., te identifikacije počinitelja, sustavi video nadzora se koriste i za nadzor proizvodnih procesa, detekciju požara na otvorenom prostoru te razne druge svrhe.

Bilo da se govori o vanjskom otkrivanju uljeza, sigurnosti objekta ili zaštiti ključnih prostora unutar samog objekta potrebno je procijeniti pojedine rizike i izgraditi rješenje video nadzora kombinirajući dokazane tehnike uz vodeću vrhunsku tehnologiju.

CCTV (*Closed Circuit Television*) video nadzor predstavlja zatvoren sustav video kamera koji svoj video signal prenosi na ograničen broj nadzornih mjesta. Video signal se prenosi do centralnog mjesta na kojem se vrši snimanje na DVR (*Digital Video Recorder*) koji ujedno vrši prikaz video signala na monitor.

Ukoliko se navedeni sustav želi koristiti u svrhe prepoznavanja osoba i/ili naknadne identifikacije počinitelja kaznenog djela, potrebno je izabrati opremu s posebnim karakteristikama poput kamera visoke rezolucije za snimanje u dnevnim i noćnim uvjetima koje nisu osjetljive na promjenjivo osvjetljenje.

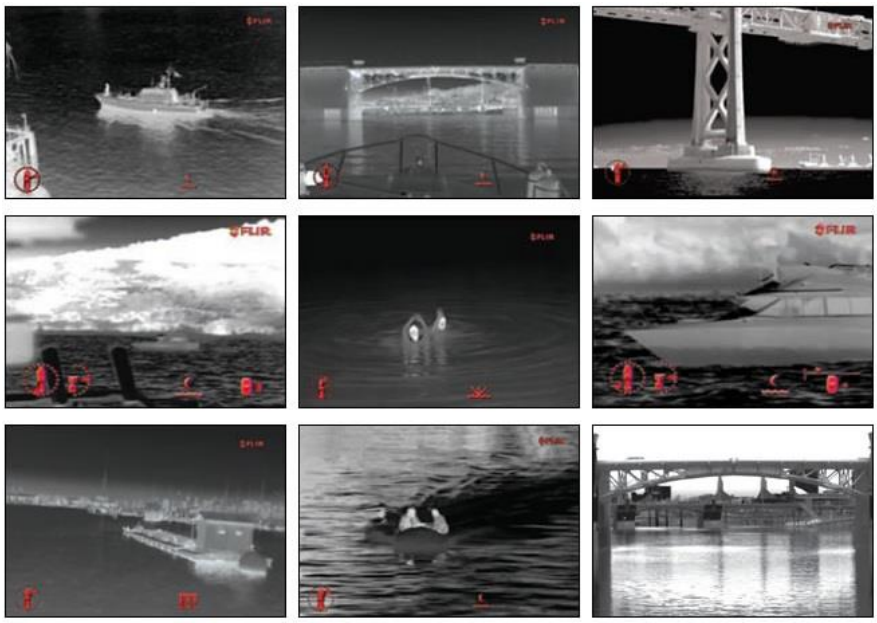
IP kamere predstavljaju najbrže rastući segment na tržištu video nadzora. Bazirajući se na internet protokolu kamere mogu slati i primate podatke putem kompjuterske mreže (WAN/LAN) i interneta što analogne (CCTV) kamere ne mogu.

Prednost IP kamera je bolja kvaliteta slike, budući da IP kamera nije ograničena PAL ili NTSC formatom, koji je limitiran maksimalnom rezolucijom od 704*576 piksela (PAL). Za snimanje videa sa IP kamera koriste se standardna računala. IP kamere omogućavaju njihovim vlasnicima pogled kroz kameru putem internet veze preko njihovih računala ili 3G mobilne mreže.

Tokom vremena razvijen je softver koji omogućava integraciju video nadzora sa ostalim tehničkim sustavima i zajedničkim bazama podataka,

primjerice sa sustavom za kontrolu pristupa i sustavom POS-a. Također je omogućena dodatna analiza video materijala što je dovelo do razvoja niza korisnih aplikacija poput praćenja objekata u pokretu kod pokretnih kamera, automatske izrade statističkih izvještaja, automatskog prepoznavanje registarskih tablica i sl.

Infracrvene kamere omogućuju termografsko snimanje objekata i ljudi koji su vidljivi u odnosu na okoliš, danju i noću. Izgled i djelovanje modernih termografskih kamera je često slično videokamerama. Sama mogućnost da korisnik vidi u infracrvenom spektru je tako korisna funkcija da je mogućnost zapisa snimka često opcionalna. Stoga modul za zapisivanje nije uvijek ugrađen.



Slika 7. Prikaz snimanja termografskom kamerom [21]

CCD i CMOS osjetnici korišteni za kamere koje djeluju u vidljivom spektru su osjetljive samo na netermalni dio infracrvenog spektra koji se naziva bliski infracrveni pojas, ali ne do dijela infracrvenog spektra koji se koristi za termalno snimanje (srednjevalno i dugovalno infracrveno zračenje), stoga većina termalnih kamera koristi specijalizirane redove fokusnih ravnina (FPA – *Focal Plane Array*) koje reagiraju na duže valne duljine. Najučestaliji su tipovi FPA senzora InSb, InGaAs, HgCdTe i QWIP.

Najnovije tehnologije koriste jeftine I nehlađene mikrobolometre. Njihova je rezolucija znatno niža nego kod optičkih kamera, uglavnom 160x120 ili 320x240 piksela, sve do 640x512 kod najskupljih modela. Termografske su kamere mnogo skuplje nego normalne, a najbolji modeli su često zabranjeni za izvoz. Stariji

bolometri ili osjetljiviji modeli, poput InSb, zahtijevaju kriogeničko hlađenje, uglavnom minijaturnim Stirlingovim hladnjakom ili tekućim dušikom.

3.3.3. SONAR

SONAR je skraćenica za podvodni električni lokator (eng. *Sound Navigation And Ranging*). To je elektroakustični uređaj za traženje i otkrivanjem određivanje daljine, dubine, smjera i za identifikaciju podvodnih pokretnih i nepokretnih objekata (podmornica, mina, potopljenih brodova, podvodnih hridi, jata riba).

SONAR je razvijen još 1912. godine, a u primjenu je ušao nakon pomorske havarije Titanika.

SONAR služi za navigaciju, oceanografska istraživanja i podvodnu vezu. Njegov princip rada se zasniva na osobinama prostiranja ultrazvučnih i zvučnih valova kroz vodu. On šalje zvučne impulse i odbijenu energiju prima kao jeku. Na osnovi izmjerenog vremenskog intervala određuje se istovremeno daljina, smjer, a kod nekih i dubina cilja. Sastoji se od izvora ultrazvuka (10 – 30 kHz) i prijemnika, tzv. hidrofona.

3.4. Sigurnosni sustavi za smanjenje i sprječavanje opasnosti

Postoje standardizirani sigurnosni sustavi na platforma koji služe da bi se ublažili opasnosti kao što su nadtlak, požar, eksplozija, ispuštanja zapaljivih ili otrovnih materijala, i sl. Takvi sustavi objedinjuju razne uređaje i senzore koji služe za detekciju raznih opasnosti oko i unutar platforme.

3.4.1. Sigurnosni sustav za isključivanje

Sigurnosni sustav za isključivanje na platformi (*Platform safety shutdown system* – PSSDS) služi kako bi se postrojenje ili dio postrojenja u slučaju opasnosti isključio ili preusmjerio. Isključivanje ili preusmjeravanje u slučaju opasnosti važno je za umanjenje eventualnih posljedica.

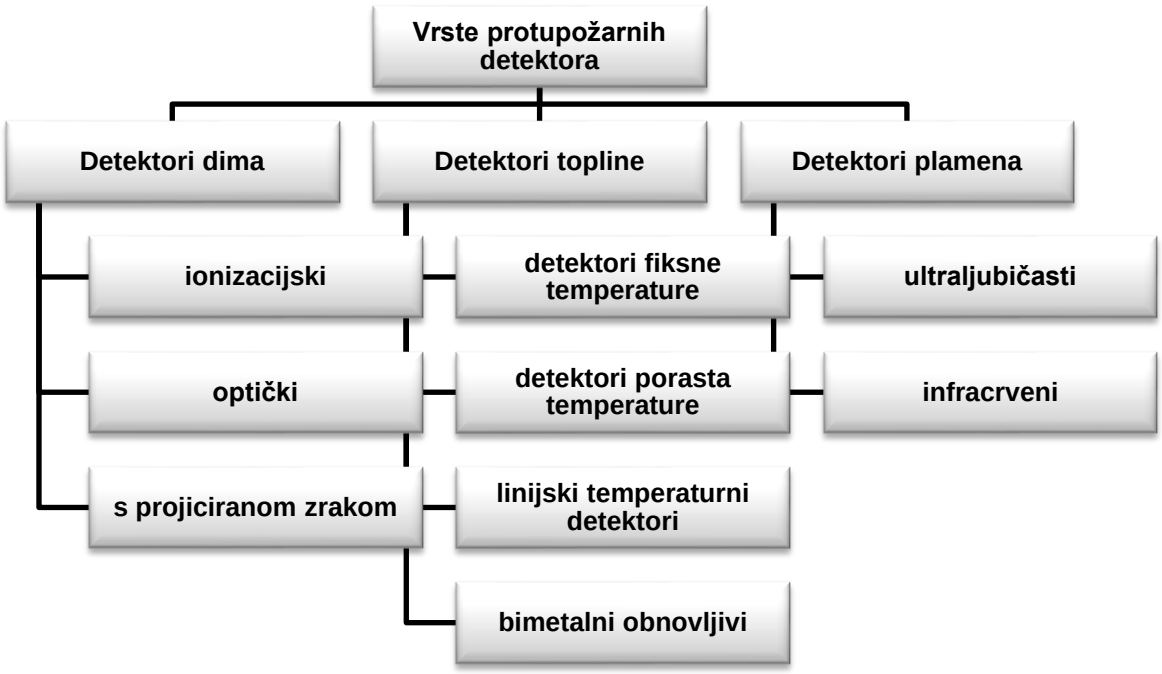
Kada je detektirano stanje u komponenti procesa od strane sigurnosnog uređaja ili osobe, sve izvore signala tehnoloških fluida, topline i goriva treba isključiti ili preusmjeriti na druge dijelove gdje se može sigurno rukovati.

3.4.2. Protupožarni sustav

Platforma je prilikom gašenja prepuštena isključivo svojoj posadi i sredstvima koja su ugrađena na platformi. Mogućnost gašenja zavisi isključivo o sposobnosti, znanju i umješnosti posade, te spremnosti protupožarnih aparata i uređaja. Posada mora biti u stanju brzo reagirati na pojavu požara odnosno alarma, što podrazumijeva dobru organizaciju i praktičnu osposobljenost.

3.4.2.1. Detekcija i dojava požara

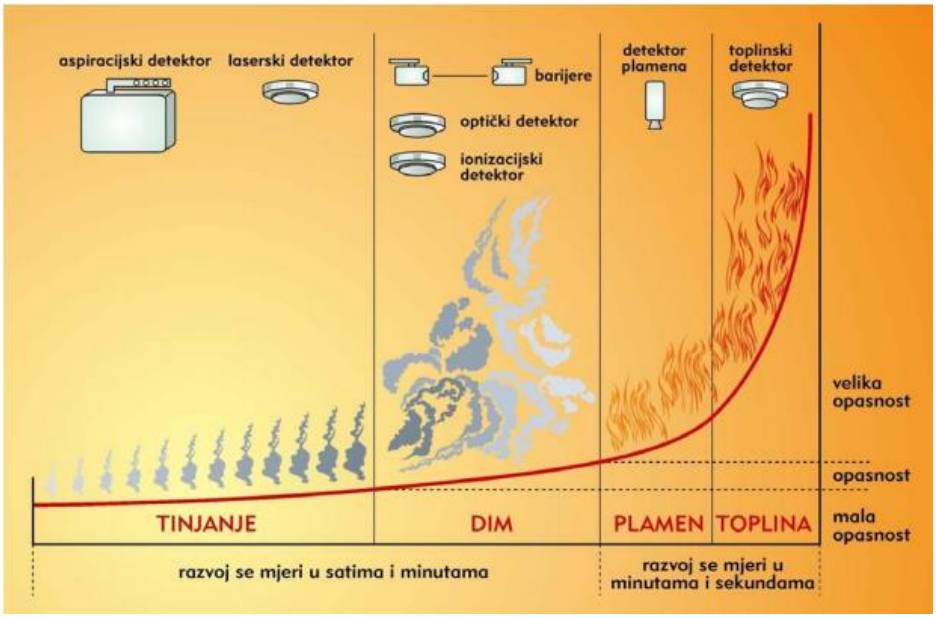
Otkrivanje i dojava požara u štićenim prostorijama u kojima ljudi borave povremeno ili rijetko, obavlja se postavljanjem vatrodojavnih sustava. Vatrodojavni sustavi čine ručni javljači, automatski javljači i vatrodojavne stanice.



Slika 8. Vrste protupožarnih detektora [23]

Ručni javljači namijenjeni su brzom prijenosu informacije o otkrivanju požara. Najčešće se izrađuju kao elektromehanički prekidači kojima se zatvara strujni krug. Uobičajeno se ugrađuju u plastična kućišta crvene boje. Na brodovima se na svakom ulazu odnosno u prolazima nastamba, pomoćnim prostorijama i nadzornim prostorima postavlja po jedan ručni javljač na udaljenosti ne većoj od 20 m.

Automatski javljači su uređaji koji mjerenjem stanovita fizikalnog svojstva okoline te pretvaranjem izmjerene veličine u električnu izazivaju pobudu u vatrodojavnoj stanici. Dijele se na toplinske, dimne i svjetlosne. Karakterizira ih velika osjetljivost pri maloj promjeni svojstva.



Slika 9. Primjena automatskih javljača [23]

Vatrodojavne stanice su sklopovi koji prikazuju trenutačna stanja svih ručnih i automatskih javljača priključenih na stanicu. Vatrodojavna stanica smješta se na zapovjednički most odnosno na mjesto gdje postoji stalna straža. Cijevna vatrodojavna mreža sastoji se od mreže cijevi koja je razgranata po cijeloj platformi. U cijevi se usisava zrak i dovodi do vatrodojavne stanice na zapovjedničkom mostu, ili do brodske protupožarne stanice. Ako u usisanom zraku ima više od 6,65% dimnog onečišćenja, aktivira se dimni javljač i zvučni uzbunjujući znak.

Protupožarni uređaji kao i drugi alarmni uređaji služe za obavještavanje svih osoba na nastalu opasnost. Signal opće uzbune (generalni alarm) postavlja

se u strojarnici, u zajedničkim prostorijama, u hodnicima nastambi, službenim i drugim zajedničkim prostorijama, na otvorenim palubama, u proizvodnim prostorijama.

Zvučne naprave za objavljivanje opće uzbune su tako raspoređene da se signal prodorno čuje pri buci koja vlada u određenoj prostoriji. Ako u prostoriji vlada velika buka, mora postojati i svjetlosna signalizacija. Ton alarma opće uzbune jasno se razlikuje od tona ostalih alarma.

Prijemni uređaj signalizacije otkrivanja požara daje upozorenje zvučnim i svjetlosnim alarmom. Ako signal otkrivanja požara ne bude potvrđen u roku od 2 minute automatski se uključuje signal u strojarnici, nastambama i u drugim prostorijama gdje se mogu nalaziti članovi posade, koje upozorava da je nastao požar.

Razmještaj sustava za gašenje požara mora omogućiti da se požar zadrži u prostoru u kojem je nastao i brzo ugasi. U tu svrhu moraju se predvidjeti ugrađeni sustavi za gašenje požara, uzimajući u obzir potencijal za širenje požara u štićenim prostorijama.

Platforme moraju imati glavni sustav za gašenje požara vodom. Dodatno glavnom sustavu za gašenje požara vodom, prostorije moraju se štititi jednim od ugrađenih sustava za gašenje požara. Svaki prostor ovisno o osnovnoj namjeni ima zaseban sustav za gašenje požara koji je prilagođen strojevima, uređajima i samom postrojenju kako bi šteta bila što manja.

Redovna inspekcija i održavanje opreme u protupožarnom sustavu od iznimne je važnosti. To uključuje inspekciju i održavanje opreme za detekciju požara, prijenosnih i mobilnih protupožarnih uređaja, ugrađenih uređaja za gašenje požara i cjelokupnih sustava protupožarne zaštite.

3.4.2.2. Tipični protupožarni detektori na platformama

Tvrtka Autronica je tvrtka koja se, između ostaloga, bavi proizvodnjom uređaja za potrebe sigurnosti na platformama. Bez obzira na korištenu tehnologiju, vatrodojavni detektori su najbitniji dio sustava ove tvrtke. Njihov pravilan odabir i smještaj preduvjet za rano otkrivanje požara. Grubom podjelom vatrodojavni detektori mogu se podijeliti na detektore dima, detektore topline i detektore

plamena. Detektori mogu biti izvedeni kao žičani i bežični. Bežični služe uglavnom kao nadopuna žičanim sustavima, a osnovni koncept sustava je isti (centrala, automatski detektori, ručni javljači…) samo što su svi elementi bežične izvedbe s baterijskim napajanjem (glavnim i pomoćnim). Koriste se kao trajno rješenje na objektima gdje je potrebna brza instalacija bez vidljivih kabela ili na objektima u izgradnji kao privremeni sustav vatrodojave.

Autroprime 2 tvrtke Autronica je samostalni interaktivni sustav za dojavu požara. Upravljačka platforma ovog vatrodojavnog sustava podržava 2 i 4 petlje detekcije). Sve petlje jedinice mogu se miješati slobodno i povezan na bilo kojem mjestu. Maksimalno 8 dodatnih ploča može se slobodno miješati i spojiti na uravljačku platformu preko ploče autobusu RS-485, uključujući i repetitor Paneli BS-211, informacijske ploče BV-210 i Vatrogasci Paneli BU-210 i oponašati Vozači BUR- 200. Autroprime 2 je u skladu s CEN EN54 propisima, FM propisi (Factory Mutual) i pomorskim zahtjevima SOLAS konvencije.



Slika 10. Autoprime 2 sustav za dojavu požara [22]

AutroXT sustav za gašenje požara ima dva ulazna priključak za upravljanje, opremu za detekciju kontrolne module EN 12094-1 , EN 54-2 i EN 54-4. Njegove brojne značajke i široki raspon od ulaza i izlaza čine BA-51/1. Pogodan je za sve primjene za gašenje gdje se traži potpuno opremljen upravljački uređaj.



Slika 11. AutroXT sustav za detekciju i dojavu požara [22]

3. ZAKLJUČAK

Platforme su postrojenja koja podliježu visokom riziku sigurnost. Razlog tome je njihov položaj na otvorenom moru i namjena. Sigurnosni sustavi na platformama služe da bi se ublažili opasnosti kao što su nadtlak, požar, eksplozija, ispuštanja zapaljivih ili otrovnih materijala, i sl.

Navedeni sustavi objedinjuju razne uređaje i senzore koji služe za detekciju raznih opasnosti oko i unutar platforme. Neki od njih su standardizirani, a većina podliježe pravilima Međunarodne omorske organizacije i SOLAS konvencije.

Sigurnosni sustavi mogu biti sustavi koji su namijeni za detekciju i spriječavanje opasnosti i sustavi koji su namijenjeni ublažavanju nastalih posljedica opasnosti. RADAR, SONAR, AIS i razne vrste kamera služe kako bi se na vrijeme uočile opasnosti koje se mogu pojaviti na otvorenom moru ili na samoj platformi. Na taj način posada može na vrijeme reagiati i spriječiti nastana štete za postrojenje, ljude i okoliš.

Posebna pozornost na platformama posvećuje se protupožarnom sustavu jer je posada platforme prepuštena uglavnom uređaima i vlastitim sposobnostima ukoliko dođe do požara. Da bi šteta od požara bila što manja potrebno je osigurati adekvatnu zaštitu u prvim koracima, a to je detekcija požara. Standardno se ugrađuju vrlo osjetljivi detektori koji su međusobno umreženi sa centralnom stanicom.

LITERATURA

[1] Benedicto, L: *Offshore Platform Safety Shut-Down System Effectiveness*, Risk Management and Operations Improvement, Pittsburgh, Pennsylvania

[2] Enciklopedija, Leksikografski zavod Miroslav Krleža, Platforma: http://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=48634 (25.5.2016.)

[3] Jelić Mrčelić, G. *Morske tehnologije, Iskorištavanje nafte i plina iz podmorja 2*, nastavni materijali, Sveučilište u Splitu, Pomorski fakultet, Split

[4] Mesnjak, M: *Transport poduprte platforme brodom*, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 2008.

[5] National Commission on the BP Deepwater Horizon Oil Spill and Offshore Drilling, *A Brief History of Offshore Oil Drilling*: http://web.cs.ucdavis.edu/~rogaway/classes/188/materials/bp.pdf (25.5.2016.)

[6] Nekić, D, Ostović, Lj: *Sustav ranog upozorenja i upravljanja rizikom okolnih opasnosti eksploatacijskih platformi*, stručni članak, Naše more 61(5-6)/2014. str. 111-117

[7] Novosel, M: *Platforme za bušenje u dubokom moru*, diplomski rad, Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 2015.

[8] Oilring Photos: www.oilrig-photos.com (30.5.2016.)

[9] Official Journal of the European Union: *Directive Of The European Parliament And Of The Council on safety of offshore oil and gas operations and amending,* Directive 2013/30/EU

[10] Patè-Cornell, E: *Organizational Aspects of Engineering System Safety: The Case of Offshore Platforms*, Science, vol. 250, str. 1210-1217

[11] *Recommended Practice for Analysis, Design, Installation, and Testing of Basic Surface Safety Systems for Offshore Production Platforms*, API Recommended Practice 14c Seventh Edition, 2001.

[12] Sadeghi, K: *An Overview of Design, Analysis, Construction and Installation of Offshore Petroleum Platforms Suitable for Cyprus Oil/Gas Fields*, GAU J. Soc. & Appl. Sci., 2(4), 2007, str. 1-16

[13] *Temeljna sigurnost na moru*, Split Ship Management, d.o.o., Split, 2014.

[14] Vulcanhammer: http://www.vulcanhammer.info/off/conventional.php (25.5.2016.)

[15] Web stranice Sveučilišta u Zagrebu: http://www.grad.hr/mostovi/files/uvod/08_UuG_Konstrukcije.pdf (30.5.2016.)

[16] Zec, D: *Sigurnost na moru*, Pomorski fakultet u Rijeci, Rijeka, 2001.

[17] Zelenika, R.: Metodologija i tehnologija izrade znanstvenog i stručnog djela, Sveučilište u Rijeci, Rijeka, 2000.

[18] http://product.autronicafire.com/ (12.6.2016.)

[19] https://en.wikipedia.org/wiki/Marine_radar (12.6.2016.)

[20] www.boat-angling.co.uk (12.6.2016.)

[21] http://www.pergam.ru/catalog/thermal_imagers/morskie-teplovizory/teplovizory-voyager-iii.htm (12.6.2016.)

[22] http://product.autronicafire.com/ (12.6.2016.)

[23] http://www.aurel.hr/download/documents/read/projektiranje-vatrodojave_13 (12.6.2016.)