

## **Ex sistemi za vizualizacijo in komunikacije**

**Velimir Sršan, dipl. inž.**  
**BARTEC VARNOST d.o.o.**  
**Cesta 9. Avgusta 59, 1410 Zagorje ob Savi, Slovenija**  
**velimir.srsan@bartec-varnost.si**

### ***Systems for Visualising process operations and communication in the hazardous areas***

Some production areas usually presents the operator with significant explosive hazardous areas where protected equipment must be specified. Where flammable liquids and gases are used, or there is presence of dust, some parts of the plants are classified as hazardous area. As such, electrical equipment used in these plants have to be categorized and labeled accordingly. Equipment and components installed in these areas have to withstand a harsh environment and a vigorous cleaning regime.

For modern, user friendly and cost efficient on-site control and visualization of processes in hazardous areas we need explosion-protected panel PCs and Remote stations, mobile computers and scanners as well as adequate equipment for communication.

### ***Sistemi za vizualizacijo in komunikacije v eksplozijsko ogroženih prostorih***

V industriji se po navadi nahaja veliko eksplozijsko ogroženih prostorov, v katerih se mora nahajati ustrezno zaščitena oprema. Zaradi uporabe vnetljivih tekočin, plinov in prisotnosti praha, so deli industrijskih obratov opredeljeni kot eksplozijsko nevarna območja. Posledično, mora biti vsa električna oprema, ki se uporablja v teh obratih, ustrezno kategorizirana in označena. Oprema in komponente, nameščene v teh področjih, morajo vzdržati težke obratovalne razmere in aktiven režim čiščenja.

Za sodoben, uporabniško prijazen in stroškovno učinkovit način nadzora naprav in opreme ter vizualizacijo procesov v eksplozijsko ogroženih prostorih, potrebujemo panelne računalnike in daljinske postaje, mobilne računalnike in čitalnike črtnih kod, kot tudi ustrezno opremo za komunikacijo.

## 1 Uvod

V 19. stoletju se je v industriji in gospodinjstvih pričela široka uporaba električne opreme. Takoj zatem je prisotnost metana in premogovega prahu v rudnikih zahtevala razvoj osnov protieksplzijske zaščite električnih naprav. Prednosti uporabe elektrike so bile tako prepričljive, da se je pospešeno pričelo z iskanjem načina kako zanesljivo preprečiti stik eksplozivne atmosfere z viri vžiga, ki jih povzročajo električne naprave, ter s tem preprečiti eksplozije.

Po nekaj grenkih izkušnjah na začetku, se je s pomočjo ustrezno zaščitene električne opreme, ki je izpolnjevala visoke varnostne standarde, število tako povzročenih eksplozij opazno znižalo.

V današnjem času je število eksplozij, povzročenih z električnimi viri vžiga nizko. Trud in stroški, ki so bili vloženi v razvoj zakonodaje na tem področju, so se izkazali za izjemno učinkovite. Na nesrečo, se še vedno pojavljajo primeri eksplozij, ki pokažejo uničujoč učinek na ljudi in obrate.

Rešitve, ki zadevajo vire vžiga so danes opredeljene kot sekundarni ukrepi protieksplzijske zaščite. Prednost se daje t.i. primarnim ukrepom protieksplzijske zaščite kot so uporaba nevnetljivih snovi, ki niso zmožne tvoriti eksplozivne atmosfere.

Kljub temu, v praksi ni možno vedno doseči izključitve vnetljivih snovi. V teh primerih sta zaščita in varnost zagotovljeni z opremo, ki zagotavlja učinkovito protieksplzijsko zaščito.

Obstaja mnogo aplikacij, ki zahtevajo opremo v protieksplzijski izvedbi. Aplikacije v rudarstvu so predstavljale le začetek. Uporaba in procesiranje nafte in naravnega plina ponuja veliko možnosti za uporabo opreme v protieksplzijski zaščiti. Kemična in farmacevtska industrija ter tudi proizvodnja lakov in barv uporablja v svojih procesih mnogo vnetljivih plinov in tekočin. Zaradi proizvodnje in uporabe bioplina ter ekološke predelave

odpadkov se neprestano razvijajo nove aplikacije, ki zahtevajo tovrstno opremo.

## 2 Protieksplzijska zaščita

### 2.1 Eksplozija

Eksplozija je definirana kot nenadna reakcija, ki vključuje hitro fizično in kemično oksidacijo, kar povzroči nenadno povišanje temperature in / ali pritiska.

### 2.2 Osnove eksplozije

Eksplozija nastane, če so hkrati prisotni kisik, vnetljive snovi v ustreznem razmerju in ustrezen vir vžiga.

V proizvodnih obratih nastane eksplozijsko nevarna atmosfera, če sta izpolnjena prva dva od teh pogojev. Tipično nevarna atmosfera pojavlja v kemičnih tovarnah, rafinerijah, lakirnicah, mlinih in skladiščih sipkega materiala, rezervoarjih in tovornih mestih vnetljivih tekočin, plinov in trdnih objektov.

### 2.3 Preprečitev eksplozije

Eksplozijo preprečimo, če odstranimo kateregakoli od treh pogojev, ki so potrebni za eksplozijo. V domačem okolju ponavadi s konstrukcijskimi ukrepi lahko zagotovimo, da se eksplozivna atmosfera ne pojavi. Drugače pa je v industriji, kjer le to vedno ni mogoče.

Oprema v protieksplzijski zaščiti je sposobna izključiti enega izmed pogojev za nastanek eksplozije – vir vžiga, kar pomeni pomemben prispevek k preprečitvi eksplozije.

### 2.4 Ukrepi protieksplzijske zaščite

Ukrepi protieksplzijske zaščite so definirani kot tisti ukrepi, ki izločijo sisteme, naprave in komponente kot možne vire vžiga eksplozivne atmosfere.

Kjer so vnetljivi plini, vnetljive tekočine ali gorljiv prah, je nevarnost eksplozije. Nevarnost eksplozije najlažje ocenimo in zmanjšamo na dopustni nivo z upoštevanjem predpisov,

standardov in priporočil o protieksplzijski zaščiti.

Med ukrepe protieksplzijske zaščite štejemo:

- a.) Preventivna protieksplzijska zaščita preprečuje nastanek eksplozije (preprečevanje nastanka ali zmanjšanje količine eksplozivne atmosfere, izločanje virov vžiga eksplozivne atmosfere).
- b.) Konstrukcijska protieksplzijska zaščita preprečuje nevarne učinke eksplozije.

Praviloma imajo prednost ukrepi pod a.). Če se ni mogoče izogniti nastanku eksplozivne atmosfere niti virom vžiga, je potrebno uporabiti ukrepe protieksplzijske zaščite pod b.)

Viri vžiga, ki jih povzročajo iskre kot posledica trenja, udarca ali elektrostatične razelektritve morajo biti onemogočeni z izbiro ustreznih materialov in z upoštevanjem določenih konstrukcijskih rešitev. Le ti morajo biti overjeni in potrjeni z ustreznimi testiranj.

Dodatni pomemben pogoj vseh zaščitnih ukrepov je, da vsi deli naprav, ki so v neoviranem stiku z eksplozivno atmosfero, ne smejo doseči nedovoljenih temperatur, ki so odvisne od vžigne temperature. To pomeni, da je vžigna temperatura pomemben podatek pri vseh ukrepih protieksplzijske zaščite.

### 3 Eksplozijsko ogroženi prostori

Vnetljive in gorljive snovi lahko z oksidanti tvorijo eksplozivne zmesi. Če eksplozivna zmes nastane kot zmes vnetljive snovi z zrakom pri atmosferskih pogojih, nastane eksplozijska atmosfera. Pravilnik o protieksplzijski zaščiti določa zahteve za prostore, v katerih se lahko pojavijo eksplozivne atmosfere.

Obseg ukrepov protieksplzijske zaščite je odvisen od stopnje ogroženosti. Na stopnjo ogroženosti najbolj vplivata pogostost, s katero se v ogroženem prostoru lahko pojavljajo eksplozivne atmosfere, in trajanje eksplozivnih atmosfer, v manjši meri pa tudi način nastanka. Tehnične zahteve za določitev eksplozijske ogroženosti prostorov določata standarda:

SIST EN 60079-10-1 (za plinsko atmosfero)

SIST EN 60079-10-2 (za prašno atmosfero)

Standarda zahtevata, da eksplozijsko ogrožene prostore razvrstimo v cone eksplozijske nevarnosti. Le te na opisni način povedo, kakšna je stopnja ogroženosti prostorov.

CONA 0: Prostor, v katerem je eksplozivna atmosfera, sestavljena iz zmesi zraka in vnetljivih snovi v obliki plina, hlapov ali megle prisotna stalno, za daljša obdobja ali pogosto.

CONA 1: Prostor, v katerem pri normalnem delovanju občasno nastane eksplozivna atmosfera, sestavljena iz zmesi zraka in vnetljivih snovi v obliki plina, hlapov ali megle

CONA 2: Prostor, v katerem se pri normalnem delovanju eksplozivna atmosfera, sestavljena iz zmesi zraka in vnetljivih snovi v obliki plina, hlapov ali megle ne pojavi, če pa se že pojavi, se pojavi le za kratek čas.

CONA 20: Prostor, v katerem je eksplozivna atmosfera v obliki oblaka gorljivega prahu v zraku prisotna stalno, za daljša obdobja ali pogosto.

CONA 21: Prostor, v katerem pri normalnem delovanju občasno nastane eksplozivna atmosfera v obliki oblaka gorljivega prahu v zraku.

CONA 22: Prostor, v katerem se pri normalnem delovanju eksplozivna atmosfera v obliki oblaka gorljivega prahu v zraku ne pojavi, če pa se že pojavi, se pojavi le za kratek čas.

### 4 Vizualizacija procesov v Ex prostorih

Do sedaj smo videli, da mora oprema, vgrajena v eksplozijsko nevarne prostore, izpolnjevati zelo zahtevne pogoje.

Vgrajena oprema se ponavadi izbere na osnovi izdelane ocene tveganj in elaborata eksplozijske ogroženosti.

V industriji se ponavadi nahaja veliko eksplozijsko ogroženih prostorov, v katerih se

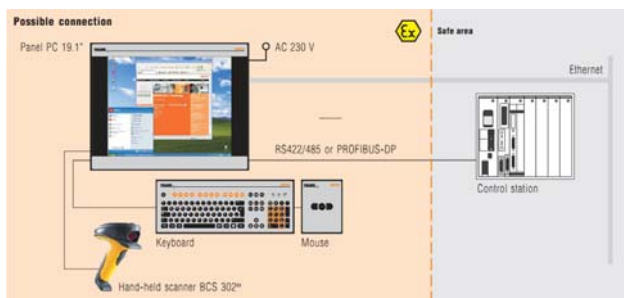
mora nahajati ustrezna zaščitena oprema. Zaradi uporabe vnetljivih tekočin, plinov in prisotnosti praha, so deli industrijskih obratov opredeljeni kot eksplozijsko nevarna območja. Posledično, mora biti vsa električna oprema, ki se uporablja v teh obratih, ustrezno kategorizirana in označena. Oprema in komponente, nameščene v teh področjih, morajo vzdržati težke obratovalne razmere in aktiven režim čiščenja.

## 5 POLARIS panelni računalniki in daljinske postaje

Panelni računalniki in daljinske postaje za procesno vizualizacijo služijo za indikacijo in prikaz procesnih podatkov ter za upravljanje strojev in ostale procesne opreme.

V praksi se ponavadi za vizualizacijo in nadzor procesov v eksplozijsko nevarnem področju uporabljata predvsem dva pristopa:

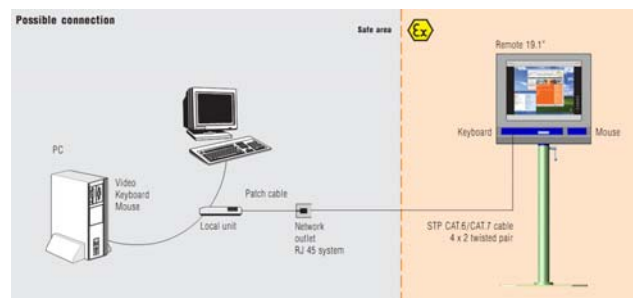
a.) Panelni računalniki v protiekspluzijski zaščiti, ki se v celoti nahajajo v eksplozijsko nevarnem področju. Namenjeni so za nadzor in vizualizacijo procesov na samem kraju, ter s tem omogočajo uporabniško prijazen in stroškovno učinkovit način nadzora strojev in opreme. Uporabniški vmesnik se lahko preko interneta ali etherneteta prenaša do oddaljene pisarne ali nadzorne sobe, proizvajalca naprave ali zunanega servisnega oddelka (glej sliko 1).



Slika 1: priklop panelnega računalnika

b.) Daljinske postaje, pri katerih se računalnik nahaja v varnem prostoru, v eksplozijsko nevarnem območju pa se nahaja samo zaslon in po potrebi tudi pripadajoče vhodne enote v protiekspluzijski zaščiti (tipkovnica, miška). Daljinska postaja je

povezana z računalnikom preko KVM (keyboard, video, mouse) enote (glej sliko 2). Ta pristop nam omogoča večjo fleksibilnost in odpravlja nekatere omejitve, ki jih v določenih aplikacijah lahko predstavlja uporaba panelnega računalnika. Bistvena prednost tega sistema je, da omogoča uporabo zmogljivejšega nadzornega računalnika, ki je potreben pri večjih sistemih, npr. SCADA. Prav tako lahko sistem enostavno posodobimo z nadgradnjo računalnika, ostala oprema v eksplozijsko nevarnem območju pa lahko ostane enaka.



Slika 2: priklop daljinske postaje

Bartec panelni računalniki in daljinske postaje serije Polaris ter Polaris II, omogočajo vizualizacijo sistemov v eksplozijsko nevarnem področju. Glede na določeno stopnjo ogroženosti (cona, kjer se oprema nahaja) je potrebno izbrati ustrezno opremo za vizualizacijo. Bartec ponuja dva sistema, ki se lahko uporabljata glede na stopnjo ogroženosti.

### 5.1 Polaris - oprema za Cono 1 / 21

Za uporabo v Coni 1 / 21 se uporablja serija Polaris. Vse enote imajo certifikat v skladu z

ATEX II 2G Ex e q [ib] IIC T4

za uporabo v okolju, kjer potencialno nevarnost eksplozije predstavljajo plini (cona 1), ter

ATEX II 2D Ex tD A21 IP6X T80°C

za uporabo v okolju, kjer potencialno nevarnost eksplozije predstavlja prah (cona 21).

Enote so izvedene v protiekspluzijski zaščiti tipa »q« - polnjenje s peskom (glej sliko 3). S polnjenjem ohišja električne naprave z drobnnozrnatim materialom je pri določeni uporabi zagotovljeno, da v ohišju nastali električni lok ne vžge eksplozivne atmosfere

okoli ohišja. Poleg tega mora biti zagotovljeno tudi, da ne pride do vžiga zaradi povišane temperature ohišja.



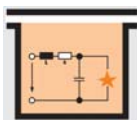
Slika 3: polnjenje s peskom "q"

Električne povezave so izvedene preko priključnih mest, ki so izvedena v protieksplzijski zaščiti tipa »e« - povečana varnost (glej sliko 4). To vrsto protieksplzijske zaščite je možno uporabiti le za naprave, pri katerih med normalnim obratovanjem ne nastajajo električne iskre ali električni lok. Protieksplzijsko zaščito zagotavljajo ukrepi, ki z dovolj veliko zanesljivostjo preprečujejo prekomerno segrevanje in nastanek isker in električnega loka na notranjih in zunanjih delih naprave. Pri tovrstnih napravah je potrebno zagotoviti predvsem: povečano izolacijo, dobro varno-tehnično konstrukcijo, varovanje proti odvitju, varovanje proti preobremenitvam, zanesljiv priključek vodnikov in dovolj visoko stopnjo mehanske zaščite.



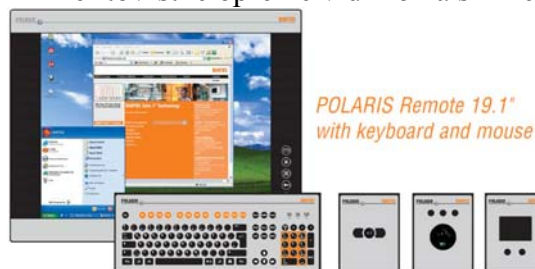
Slika 4: povečana varnost "e"

Hkrati so določene električne povezave (priklop tipkovnice, miške, čitalnika črtne kode) izvedene v protieksplz. zaščiti tipa »i« - lastna varnost (glej sliko 5). Lastnovarni tokokrog je tokokrog, pri katerem (pri normalnem obratovanju ali pri pojavu določenih napak) ni niti termičnih efektov niti isker, ki bi lahko povzročile vžig eksplozivne atmosfere. Osnovni princip je omejitev energije na takšno raven, da sprostitvev le te ne more povzročiti eksplozije.



Slika 5: lastna varnost "i"

Primer tovrstne opreme vidimo na sliki 6.



Slika 6: Polaris enota

## 5.2 Polaris II - oprema za Cono 2 / 22

Za uporabo v Coni 2 /21 ter Coni 22 se iz ekonomskega vidika uporablja serija Polaris II, ki je certificirana v skladu z

ATEX II 3G Ex nA IIC T5

za uporabo v okolju, kjer potencialno nevarnost eksplozije predstavljajo plini (cona 2), ter

ATEX II 2D Ex tD A21 IP65 T100°C

za uporabo v okolju, kjer potencialno nevarnost eksplozije predstavlja prah (cona 21 ali 22).

Enote so izvedene v protieksplzijski zaščiti tipa »nA« - neiskreča oprema. Pri tej opremi je, pri normalnem delovanju, z ustrezno konstrukcijsko rešitvijo preprečen nastanek nesprejemljivih visokih temperatur, električnih isker ali električnih lokov, tako na zunanjih kot notranjih delih opreme.

Primer tovrstne opreme vidimo na sliki 7.



Slika 7: Polaris II enota s stojalom

## 6 Čitalniki črtnih kod

Poleg daljinskih postaj se pogosto pojavljajo potrebe po branju črtnih kod in prenosu le teh v aplikacije. Bartec tudi na tem področju ponuja ustrezne čitalnike črtnih kod v protieksplzijski izvedbi.

### 6.1 Žični čitalnik črtne kode BCS 3800Ex

Čitalnik črtne kode BCS 3800Ex (glej sliko 8) odlikujejo visoka stopnja odpornosti na udarce, neobčutljivost na direktno svetlobo, široka območje ter visoka hitrost branja črtnih kod. Čitalnik že ima vgrajen dekoder in je namenjen na priklop na Power Pack (vsebuje eksplozijsko varni modul ki zajema lastnovarno napajalno enoto oz. bariero ter signalno bariero za podatkovno linijo). Standardna dolžina kabla znaša 2m in se lahko podaljša do dolžine 6m.

Čitalnik črtne kode BCS 3800Ex je certificiran v skladu z

ATEX II 2G Ex ib IIC T4

za uporabo v okolju, kjer potencialno nevarnost eksplozije predstavljajo plini (cona 1), ter

ATEX II 2D ibD 21 T135<sup>0</sup>C

za uporabo v okolju, kjer potencialno nevarnost eksplozije predstavlja prah (cona 21).



Slika 8: žični čitalnik črtne kode ter Power Pack

Power Pack se je izveden tako, da se ga lahko namesti direktno v eksplozijsko nevarnem območju in je certificiran v skladu z

ATEX II 2G Ex eq [ib] IIC T4

za uporabo v okolju, kjer potencialno nevarnost eksplozije predstavljajo plini (cona 1), ter

ATEX II 2D tD 21 IP64 T135<sup>0</sup>C

za uporabo v okolju, kjer potencialno nevarnost eksplozije predstavlja prah (cona 21).

Power Pack hkrati ponuja dva vmesnika za prenos podatkov do gostitelja (PC, PLC ali mikroprocesorja) in sicer vmesnik RS232 za razdalje do 15m ter vmesnik RS422 za prenos podatkov do razdalje 1000m.

### 6.2 Brezžični čitalnik črtne kode BCS 370Ex

V primeru, da potrebujemo večjo mobilnost, se odločimo za uporabo brezžičnega čitalnika. Odlikujejo ga enake lastnosti kot žičnega, s tem da ima tudi možnost vgrajene tipkovnice, ki omogoča ročni vnos kode. Čitalnik že ima vgrajen dekoder. Prenos kode se opravi preko radijske povezave do enote Cradle (hkrati služi kot sprejemna antena ter polnilna enota). Prenos podatkov je možen do razdalje 30m, če med čitalcem in sprejemno anteno ni ovir.

Čitalnik črtne kode BCS 370Ex je certificiran v skladu z

ATEX II 2G Ex ib IIC T4

za uporabo v okolju, kjer potencialno nevarnost eksplozije predstavljajo plini (cona 1), ter

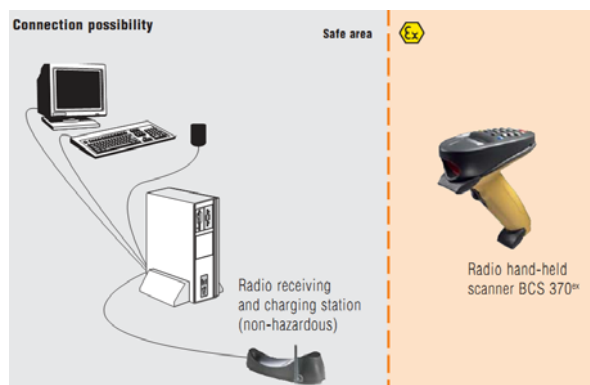
ATEX II 3D tD A22 IP5X T55<sup>0</sup>C

za uporabo v okolju, kjer potencialno nevarnost eksplozije predstavlja prah (cona 22).



Slika 9: brezžični čitalnik črtne kode ter Cradle

Cradle je namenjen vgradnji v varno okolje, zato ga je potrebno postaviti zunaj eksplozijsko ogroženega prostora (glej sliko 10).



Slika 10: povezava čitalca črtne kode



V primerih, kjer tega ni možno izvesti ali pa bi bila razdalja med čitalcem in sprejemno anteno večja od 30m, se lahko sprejemna antena vgradi v ohišje tipa »d« – neprodorni okrov (glej sliko 11). Ta tip zaščite je izveden tako, da so deli, ki lahko povzročijo vžig eksplozivne atmosfere zaprti v ohišje. To je načrtovano in izdelano tako, da zdrži tlak eksplozije, nastale v ohišju, eksplozija pa se ne more razširiti v eksplozivno atmosfero, ki ohišje obdaja. Ohišje ni plinotesno, ampak ima zaščitne reže, ki služijo kot tlačna razbremenitev, v njih pa se izstopni plini toliko ohladijo, da ne morejo vžgati eksplozivne atmosfere v okolici.



Slika 11: neprodorni okrov »d«

## 7 Mobilni računalniki

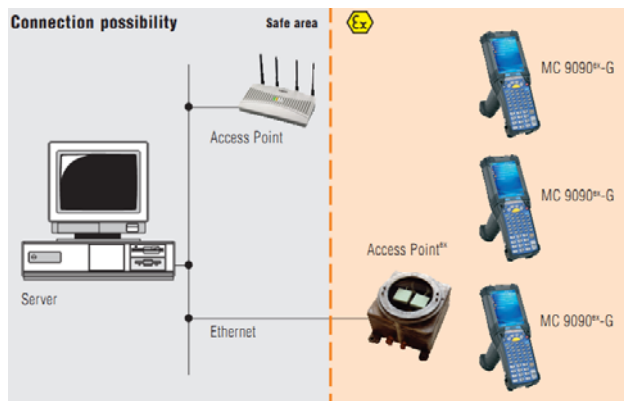
V primerih, kjer sta zahtevani zelo visoka mobilnost in se hkrati potrebuje računalnik in čitalec črtne kode ali RFID čitalec, se ponavadi uporabljajo mobilni računalniki v protieksplozijski zaščiti serije MC909x (glej sliko 12).

Ti mobilni računalniki temeljijo na platformi Microsoft Pocket PC. Odvisno od tipa, le ti ponujajo komunikacijo preko protokolov WLAN, WWAN, WPAN, IR povezave, ter tudi EDGE / GPRS / GSM protokola. Namenjeni so za uporabo v coni 1 ter 2 /22.



Slika 12: izvedbe mobilnih računalnikov MC909x

Podobno kot pri čitalnikih črtne kode se Access Point (sprejemna antena) namesti v varno okolje ali pa se vgradi v ohišje v zaščiti Ex d – neprodorni okrov. To prikazuje slika 13.



Slika 13: tipična vezava mobilnih računalnikov

## 8 Mobilni telefoni PEGASUS

Poleg vizualizacije in nadzora procesov je v eksplozivno nevarnem področju zelo pomembna tudi komunikacija med operaterji in ostalimi vključenimi v procese.

Serijski mobilni telefoni PEGASUS je posebej namenjena za uporabo v težjih industrijskih okoljih (glej sliko 14). Odlikujeta ga visoka raven zaščite pred vstopom prahu, vlage in vode ter uporabna temperatura delovanja od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+60^{\circ}\text{C}$ , kar omogoča uporabo aparata tudi v ekstremnih pogojih. Odvisno od tipa izvedbe jih lahko uporabljamo v coni 1, coni 2, obstaja pa tudi industrijska izvedba, ki je namenjena uporabi zunaj eksplozijsko ogroženega prostora.



Slika 14: izvedbe mobilnega telefona PEGASUS

Telefon je opremljen s štiripodročnim GSM modulom (850/900/1800/1900 MHz), kar omogoča uporabo na vseh celinah.

Dobavljiv je v različnih izvedbah in tako predstavlja optimalni mobilni telefon za vsako področje uporabe:

PEGASUS 7010Ex (za cono 1 / 2)

PEGASUS 7020Ex (za cono 2 / 22)

PEGASUS 7000 (industrijski model)

Poleg tega ima opcijsko vgrajen alarm v primeru neprekinjenega mirovanja t.i. »man down alarm«, ki se predvsem uporablja v področjih, kjer se zahteva povečana varnost zaposlenih. Vgrajen senzor gibanja se odziva na odsotnost gibanja in po vnaprej določenem času mirovanja se sproži alarm. Alarm se prenaša do strežnika preko GPRS ali TCP/IP protokola. Dodatno se položaj mobilnega telefona locira preko GPS-a. Alarm, vključno z GPS položajem se lahko prenese tudi kot SMS sporočilo ali glasovno sporočilo.

Zaradi vgrajenega GPS sprejemnika in visoko zmogljive profesionalne opreme, se lahko PEGASUS opcijsko uporablja za profesionalno on-line sledenje. S tem predstavlja PEGASUS idealno rešitev za cenovno ugodno realizacijo logističnih nalog pri prevozu vnetljivih oz. eksplozijsko nevarnih snovi.

## 9 Zaključek

Oprema, ki je namenjena vgradnji in uporabi v eksplozijsko ogroženem prostoru, je ključnega pomena pri zmanjšanju tveganja za nastanek eksplozije. Strošek investicije v takšno opremo predstavlja zanemarljivo vrednost v primerjavi s škodo (materialna škoda in / ali smrtne poškodbe), ki lahko nastane v primeru eksplozije. Ni potrebno posebej poudarjati, da

takšni dogodki lahko pomenijo tudi konec dejavnosti podjetja ali njegovo oslabitev na trgu.

V podjetju BARTEC, smo s stalnim razvojem opreme v ustrezni protieksplzijski zaščiti, omogočili uporabo enakih principov avtomatizacije procesov, kot smo je bili vajeni v varnem okolju. Poleg opreme za vizualizacijo in komunikacije, se v avtomatizaciji uporablja še veliko druge opreme za Ex okolje (motorski pogoni, signalizacija, detekcija plinov, razsvetljava in ostala elektro oprema). Vsa navedena oprema je skladna s sodobnimi zahtevami protieksplzijske zaščite.

Rešitve obstajajo, potrebno jih je le implementirati!

## 10 Literatura

- [1] *Basic concepts of Explosion protection*, BARTEC interni dokument
- [2] *Visualising process operations in the hazardous area*, BARTEC interni članek
- [3] *Operation and Monitoring of Chemical Processes*, BARTEC interni članek
- [4] *Process Visualization from Remote Office to Ex Area*, BARTEC interni članek
- [5] Aleš Arnšek, *Explozijsko ogroženi prostori*, SIQ, Ljubljana 2010
- [6] Zdravko Kramar, *Osnove protieksplzijske zaščite*, SIQ, Ljubljana 2010