

ALARMNI SISTEMI

Predavanje 10

Detektori pokreta

Registruju kretanje u objektu - **detektori pokreta** (eng. *motion detector, volumetric*, rus. *детектор движения, объемный*).

Osnovni tipovi detektora pokreta:

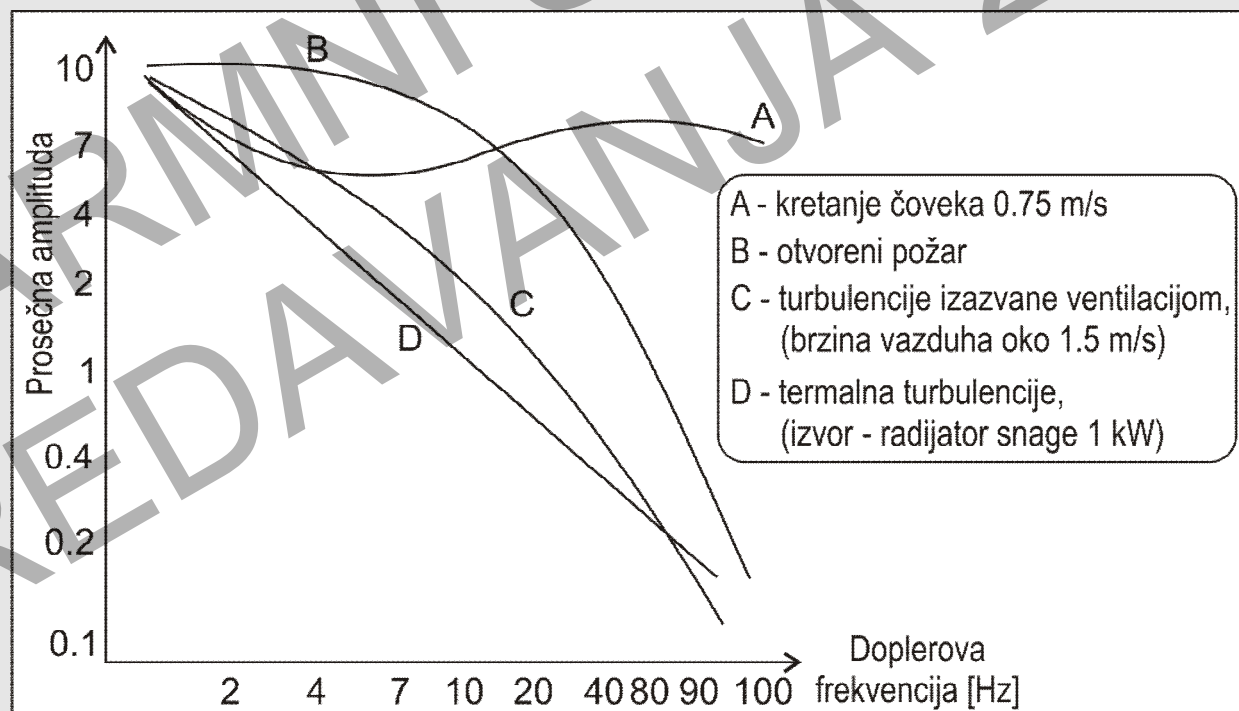
- **ultrazvučni detektori** (eng. *ultrasound/ultrasonic detectors*, rus. *ультра-звуковой детектор*),
- **mikrotalasni detektori** (eng. *microwave detectors*, rus. *микроволновой детектор*) i
- **infracrveni detektori** (eng. *infrared detectors*, rus. *инфракрасный детектор*).

Mogu da budu aktivni i pasivni. Vrlo često se kombinuju u okviru jednog kućišta - **detektori u dvostrukoј (dualnoj) tehnologiji** (eng. *dual technology detectors*).

Ultrazvučni detektori pokreta

Emituju ultrazvučne talase (zvuk iznad granice čujnosti od 20 kHz) u prostor koji se nadgleda i mere promenu koja nastaje kod odbijenih talasa korišćenjem Doplerovog efekta.

Rade u opsegu od 23 kHz ÷ 40 Hz, 30 kHz ÷ 50 kHz, a neki tipovi i do 75 kHz, i **detektuju promenu frekvencije zvučnih talasa kao posledicu kretanja** u prostoriji.



Ultrazvučni detektori pokreta

Količina reflektovanih talasa, za konstantan ulaz, zavisi od:

- **konstruktivnih karakteristika i materijala** koji se u njoj nalaze. Najslabija refleksija je u prostorijama složene geometrije u kojoj se nalazi dosta mekog materijala koji apsorbuje ultrazvučne talase.
- **apsorpcije u vazduhu** koja zavisi od doba dana, relativne vlažnosti, temperature, prisustvo različitih čestica u vazduhu, itd.

Lažna alarmiranja može da izazove pisak iz vodovodnih cevi i ventila, škripa vrata, vazdušne turbulencije kod upotrebe klime, grejalica i sl., zvonjava telefona ili rad nekih električnih uređaja, itd.

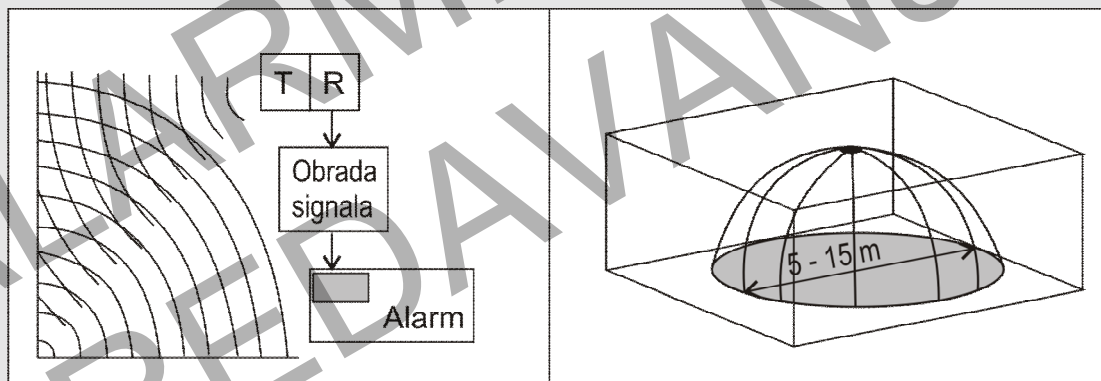
Veoma sporo kretanje u pravoj liniji je veoma teško detektovati, tako da je potrebno veoma dobro podešavanje detektora.

Ultrazvučni detektori pokreta - aktivni

Aktivni ultrazvučni detektori se obično postavljaju na zid ili tavanicu prostorije koja se štiti.

U velikoj meri su imuni na termičke turbulencije.

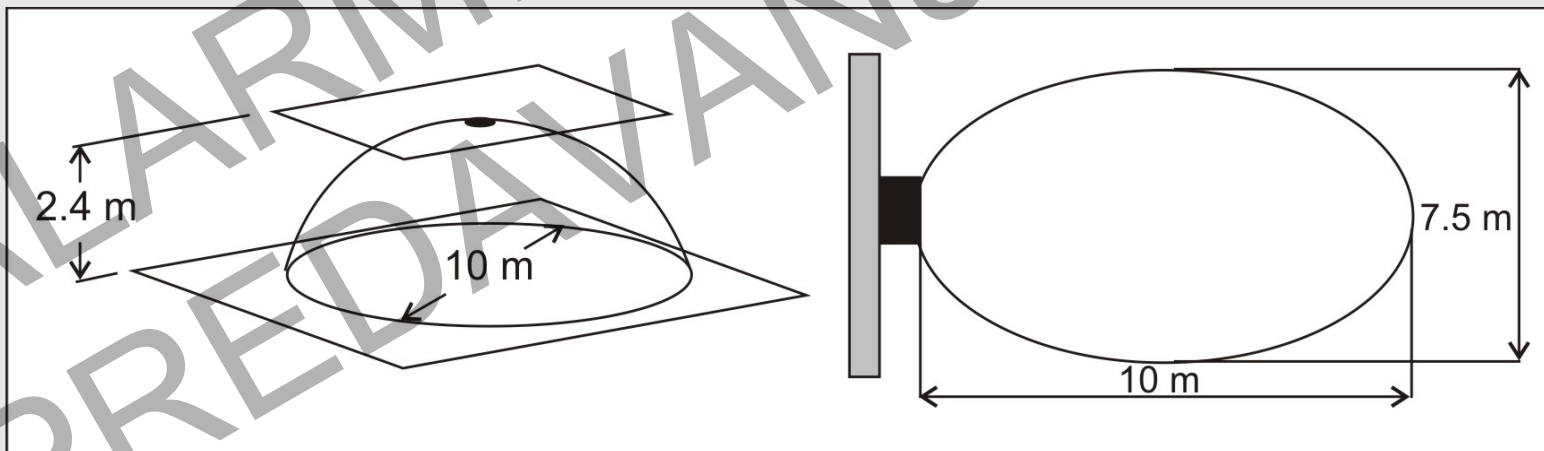
Zona detekcije se lako se podešava čime se prevazilazi problem prolaska kroz zidove i detekcije kretanja van prostorije koja se štiti.



Ultrazvučni detektori pokreta - pasivni

Pasivni ultrazvučni detektori „slušaju“ ultrazvuk, tj. primaju ultrazvučne talase iz okolnog prostora (najčešće u opsegu od 20 kHz do 30 kHz) koji ukazuju na nasilan ulazak.

- **Prednosti:** apsolutno imuni na termičke promene u sredini, lako podešavanje zone detekcije.
- **Mana:** postojanje „mrtvih“ zona nadgledanja (pregrade, udubljenja u zidu, nameštaj, ...)



Danas se smatraju zastarelim i sve manje se samostalno instaliraju.

Ultrazvučni detektori pokreta

Najvažnije činjenice vezane za korišćenje:

- Ultrazvučni detektori su najosetljiviji na kretanje direktno u pravcu senzora, pa se preporučuje montaža na sredinu zida, što bliže plafonu,
- **Ultrazvučna detekcija je najbolja u prostorijama sa površinama od „tvrdih“ materijala jer oni omogućavaju bolju refleksiju,**
- Ultrazvučni detektori mogu da se koriste u prostorijama sa velikim staklenim površinama, jer staklo slabi visoke frekvencije i smanjuje mogućnost gubitaka ili interferencije sa spoljašnjim izvorima ultrazvuka,
- **Ultrazvučni detektor ne treba da se postavlja u prostorijama u kojima postoji promaja i uopšte vazдушna strujanja, jer vazдушna tubulencija može da utiče na prostiranje ultrazvučnih talasa. Sličan problem može da nastane prilikom brzog zagrevanja ili pomeranjem teških zavesa,**
- Na rad ultrazvučnih detektora mogu da utiču drugi uređaji u prostoriji čiji opseg delovanja se preklapa sa poljem pokrivanja detektora. Takođe, treba voditi računa da zaposleni ne budu izloženi radu detektora, zbog pojave glavobolje i drugih smetnji.

Mikrotalasni detektori pokreta

Rad zasnivaju na primeni Doplerovog efekta. Zračenje koje generiše predajnik je najčešće u opsegu radio frekvencija, obično oko 10 GHz ili 24 GHz. Rade kao aktivni uređaji koji detektuju:

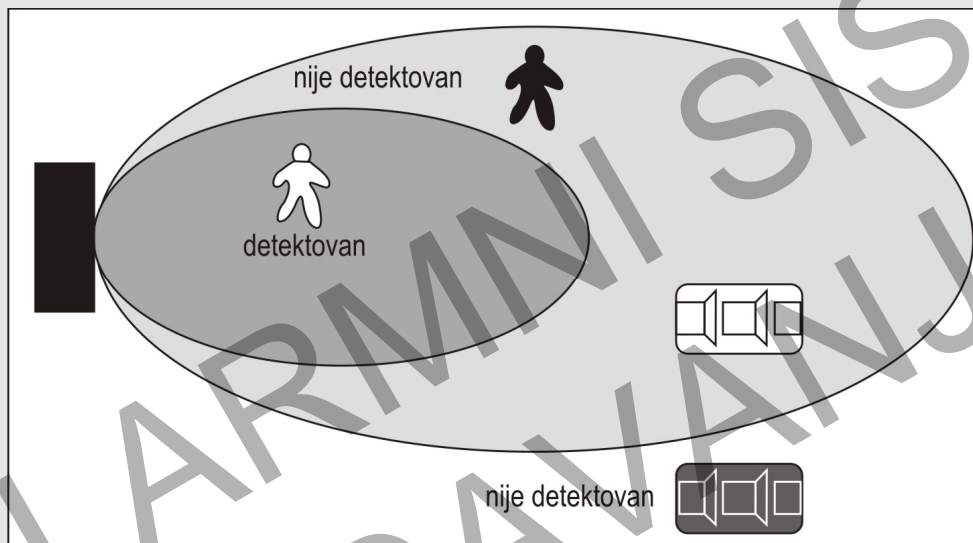
- promene frekvencije na osnovu Doplerovog efekta,
- pomeranje faze i
- smanjenje primljene energije kao posledice kretanja.

Dva osnovna tipa mikrotalasnih detektora:

- detektori koji sadrže predajnik i prijemnik u istom kućištu - **monostatički**
- detektori kod kojih su predajnik i prijemnik signala razdvojeni - **bistatički**
- **Monostatički** se koriste za zaštitu unutar velikih objekata kao što su hangari, veliki magacini i slično, dok se **bistatički** koriste za zaštitu okoline objekta - *perimetra*.
- Mikrotalasni detektori se koriste i u kombinaciji sa pasivnim infracrvenim detektorima, kao sastavni deo dual detektora kretanja.

Mikrotalasni detektori pokreta - monostatički

Monostatički mikrotalasni detektori sadrže u istoj jedinici predajnik i prijemnik, pomoću antene se oblikuje površina/zapremina koja se nadgleda (zona detekcije). Obično emituju signal na dve različite frekvencije koje se naizmenično uključuju i isključuju.



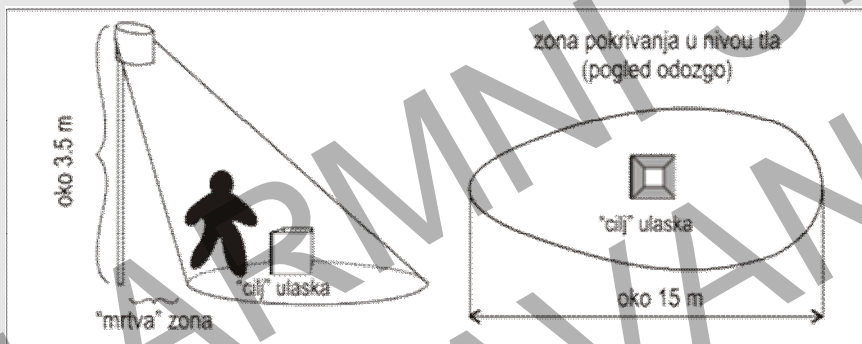
detektori dugog dometa sa dužinom oblasti pokrivanja od oko 100 m koja u preseku ima oblik kružnice sa visinom i širinom polja od 4 m,

detektori srednjeg dometa sa dužinom oblasti pokrivanja od 50 m, koja u preseku ima oblik elipse sa dimenzijama: visina 3 do 4 m i širina 7 m,

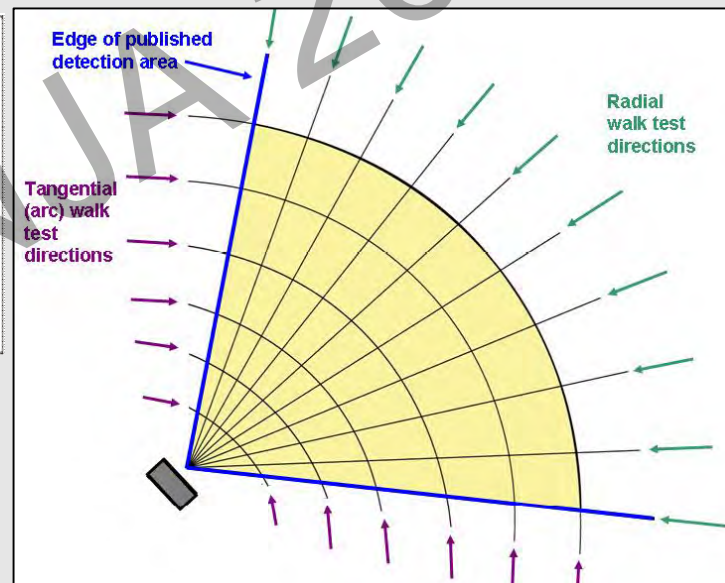
detektori kratkog dometa do 20 m sa presekom polja pokrivanja u obliku spljoštene elipse sa visinom od 3 do 4 m i širinom od 11 m.

Mikrotalasni detektori pokreta - monostatički

Teorijski, ako se „uljez“ kreće dovoljno sporo u pravcu koji je upravan na osu emitovanja signala, neće biti detektovan. U praksi to nije moguće, jer je potrebno da se „uljez“ kreće u idealnom luku upravno na osu detektora, pri čemu ne sme da ide brže od 1.5 cm/s i da nema skretanja od idealne putanje više od 1.5 cm/s. **Provalnik kome je poznata zona detekcije, koji se sporo kreće prekriven materijalom sa dobrom apsorpcijom, ima dobre šanse da prođe „neopažen“ od strane detektora.**

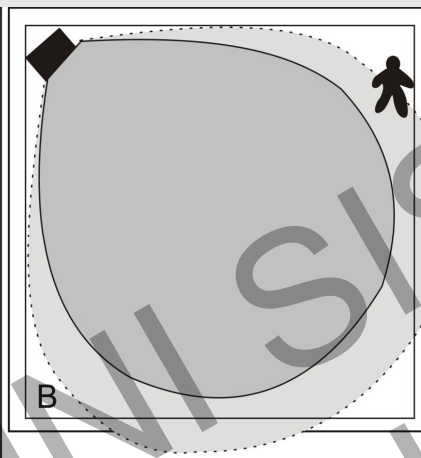
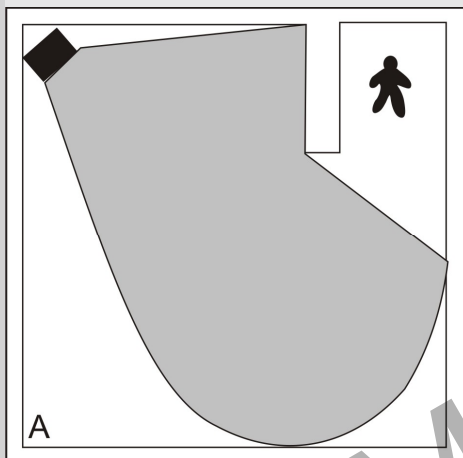


Testiranje se obavlja prolaskom kroz zonu detektora brzinom manjom od 15 cm/s (*slow walk test*).

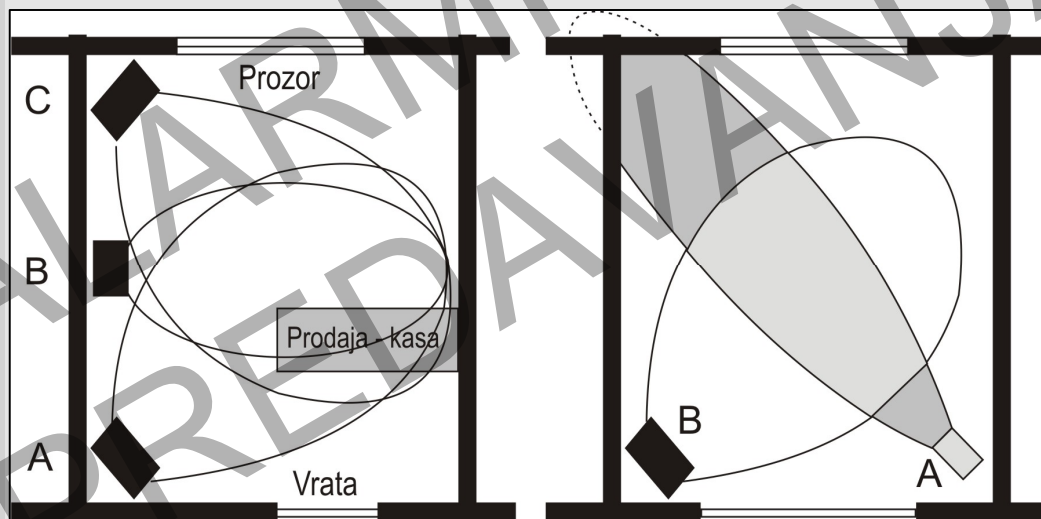


- **Normalno odeven čovek nema dobru refleksiju mikrotalasa, tako da uređaj uvek treba podesiti na maksimalnu osetljivost.**

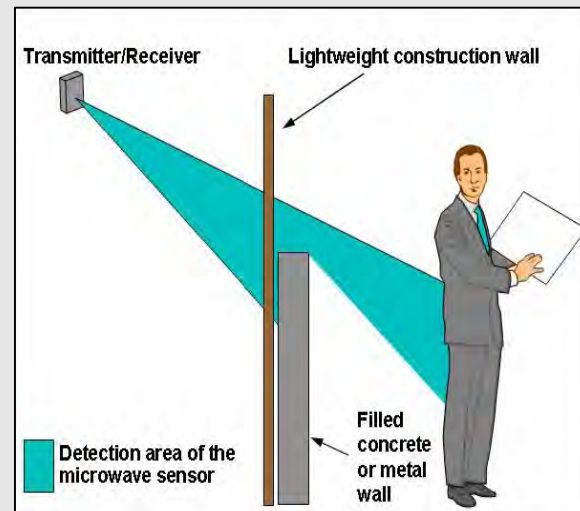
Mikrotalasni detektori pokreta - monostatički



- ako postoje prepreka u objektu (A), moguć je neprimijećeni ulazak.
- nije moguće postići pokrivanje 100% prostora (B - tamnija površina), jer ako se podesi veća osetljivost, postoji mogućnost prodiranja ili reflektovanja signala od materijala u i na zidovima (svetlija površina)



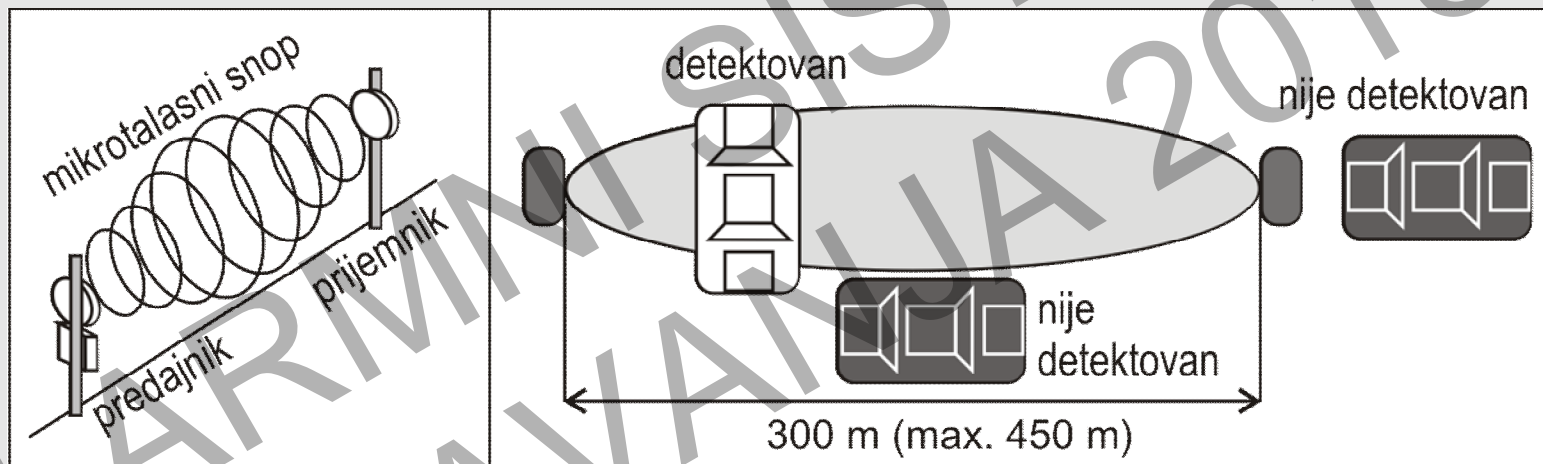
• **NAJBOLJA POZICIJA?**



• **PROBLEM?**

Mikrotalasni detektori pokreta - bistatički

Bistatički mikrotalasni detektori imaju primenu na granicama prostora koji se štiti u formi mikrotalasne „barijere“ koja se formira između predajnika i prijemnika. Za razliku od monostatičkih, zona detekcije je striktno definisana granicama koje definišu izduženu „cigaru“ i van tog područja nema detekcije.



Princip rada ovog tipa detektora je sličan kao i kod svih detektora kod kojih prijemnik emituje usmereni „snop“ ka prijemniku pri čemu se meri razlika emitovanog i primljenog signala. Predajnik emituje konstantnu mikrotalasnu energiju koja je koncentrisana u snop koji dolazi u prijemnik. Prijemnik detektuje eventualnu fluktuaciju u jačini primljenog signala koja nastaje kretanjem u okviru zone detekcije i generiše signal alarma. **Visina i širina snopa se definiše pomoću antene u predajniku.**



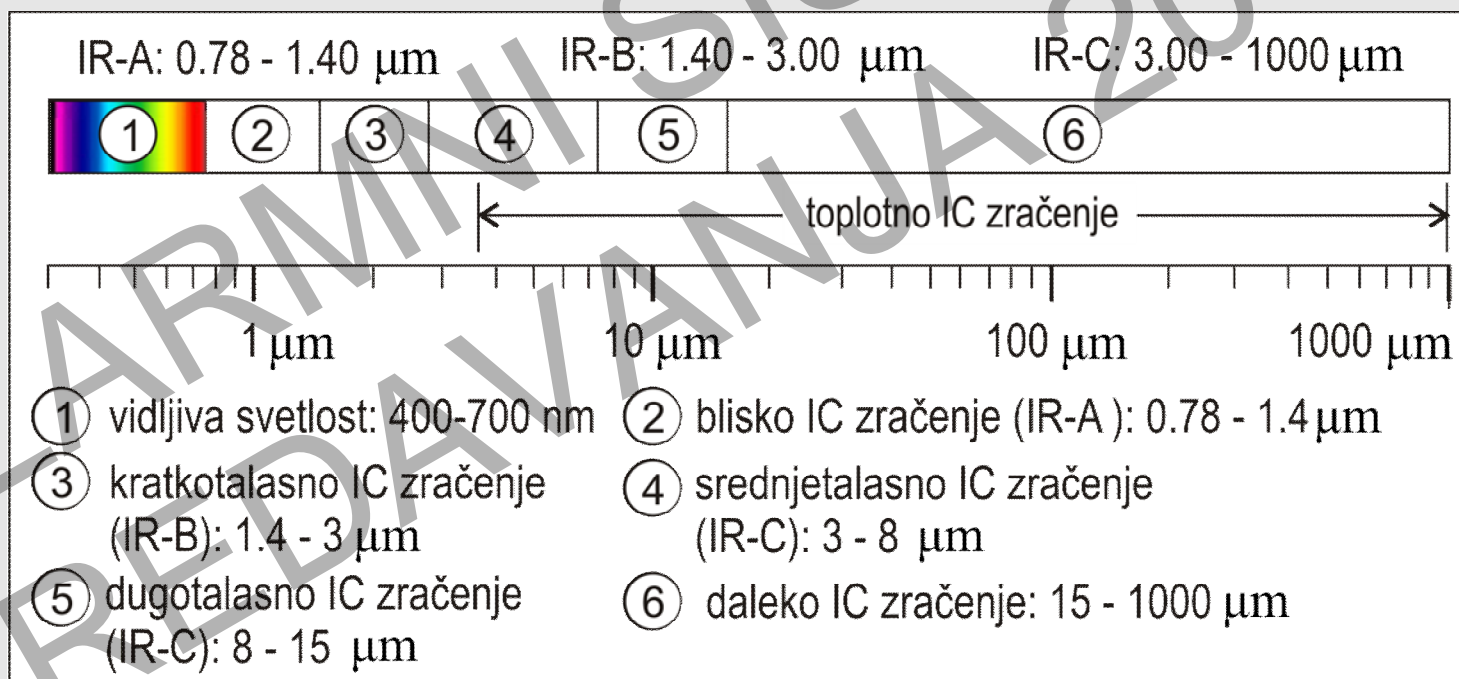
Mikrotalasni detektori pokreta

Najvažnije činjenice vezane za korišćenje:

- Ovaj tip detektora bi trebalo koristiti za zaštitu otvorenih prostora ili prostora velikih dimenzija, kao što su skladišta, magacini, hangari, itd.;
- Treba izbegavati postavljanje detektore u blizini transformatora, detektor ne sme da bude usmeren u pravcu ventilatora, žaluzina ili bilo kakvih izvora elektromagnetnog zračenja;
- “Mrtve” zone pokrivanja mogu da nastanu kao posledica apsorpcije mikrotalasa od strane mekih materijala ili iza prepreka, kao što su metalne pregrade, metalni ormani i slično;
- Mikrotalasni detektori nemaju precizno definisane granice oblasti pokrivanja, tako da treba voditi računa da se oblast koja se štiti ne prostire do samih granica oblasti pokrivanja;
- **Najbrže se detektuje kretanje u pravcu koji se poklapa sa osom detektora - ka i od detektora.**

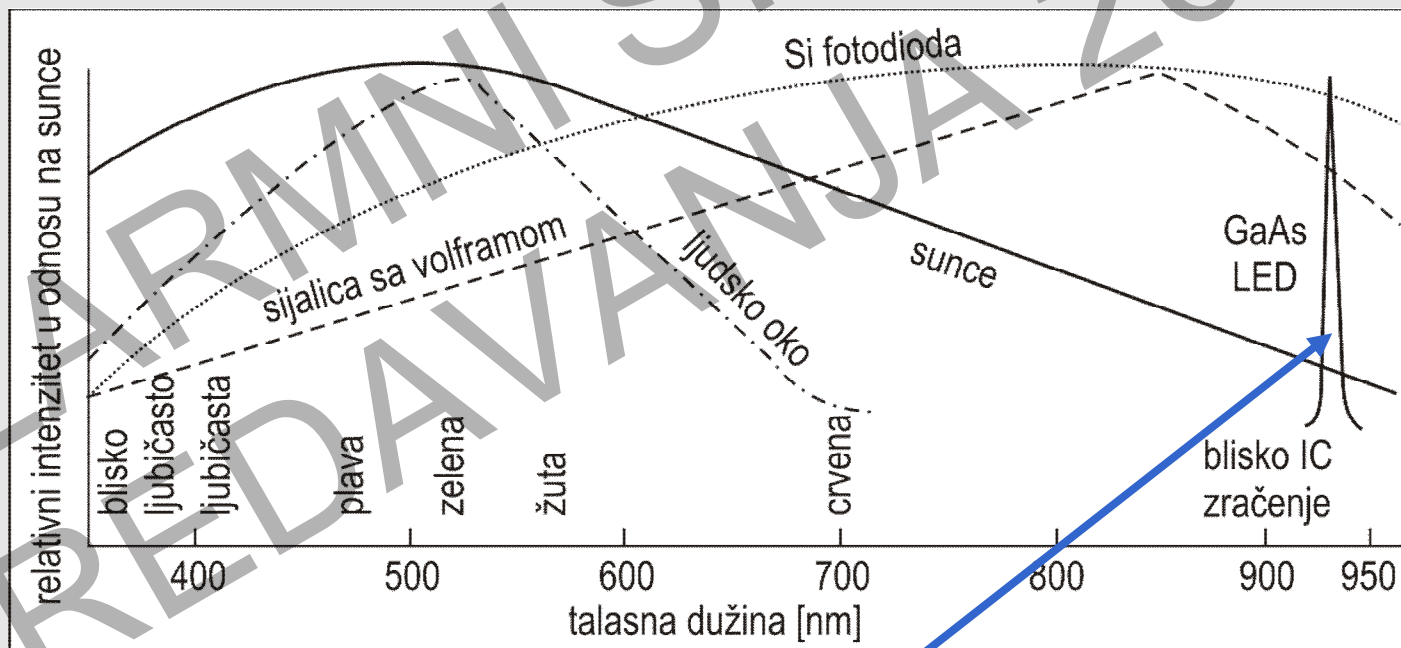
Infracrveni detektori pokreta

Mogu da budu aktivni ili pasivni. Za detekciju koriste elektromagnetno zračenje u infracrvenom delu spektra.



Infracrveni detektori pokreta - aktivni

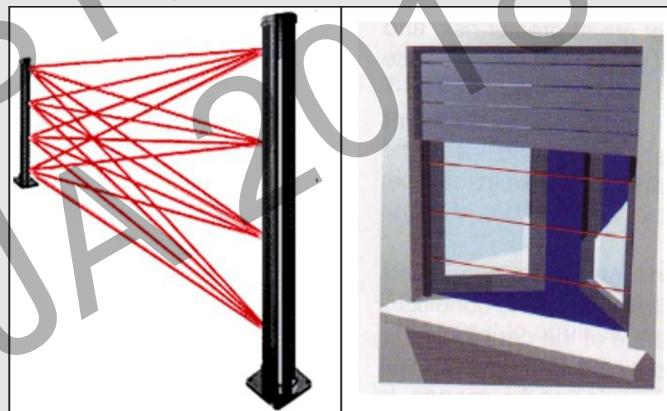
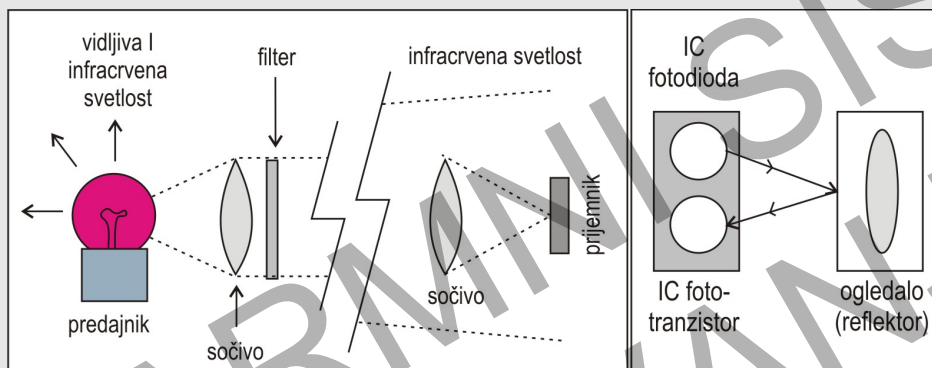
Aktivni infracrveni detektori pokreta (eng. *active infrared*, rus. *активные инфракрасные извещатели, ИК лучевые барьеры*) rade na principu emitovanja usmerenog IC snopa iz fotodiode u pravcu prijemnika koji sadrži fotoelektričnu ćeliju, formirajući na taj način formu „elektronske ograde“.



Oblast emitovanog IC snopa 930 – 950 nm

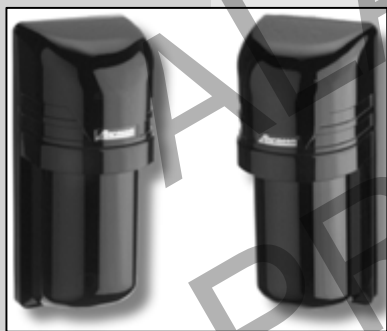
Infracrveni detektori pokreta - aktivni

Infracrveni snop je modululisan tako da se prijemnik i predajnik podešavaju na oko 1000 snopa u sekundi, sa međusobnim rastojanjem do 300 m. Većina savremenih detektora emituje infracrvenu svetlost talasne dužine 900 nm, **sa optimalnim rastojanjem između prijemnika i predajnika od 100 m do 120 m.**



Presecanje zraka koje utiče da do prijemnika ne stigne 90% emitovanih IC zraka za oko 75 ms (vreme za koje „uljez“ treba da prođe) izaziva generisanje signala alarma.

Putanja IC zraka može da se menja pomoću ogledala da bi se napravila manje predvidiva svetlosna barijera, ali upotreba ogledala redukuje snagu signala.



Infracrveni detektori pokreta - pasivni

- *Pasivni infracrveni* – PIR detektori kretanja (eng. *Passive InfraRed*, rus. *пассивные инфракрасные извещатели движения*) **predstavljaju najbolje rešenje** su danas vodeći tip detektora kretanja.
- Princip rada zasnivaju na činjenici da sva tela na temperaturi iznad apsolutne nule ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$) emituju elektromagnetno zračenje.

Objekat	T ($^{\circ}\text{C}$)	Energija (W/m^2)
Led	0	320
Predmeti na sobnoj temperaturi	22	430
Lice čoveka	34	505
Šolja čaja	60	700

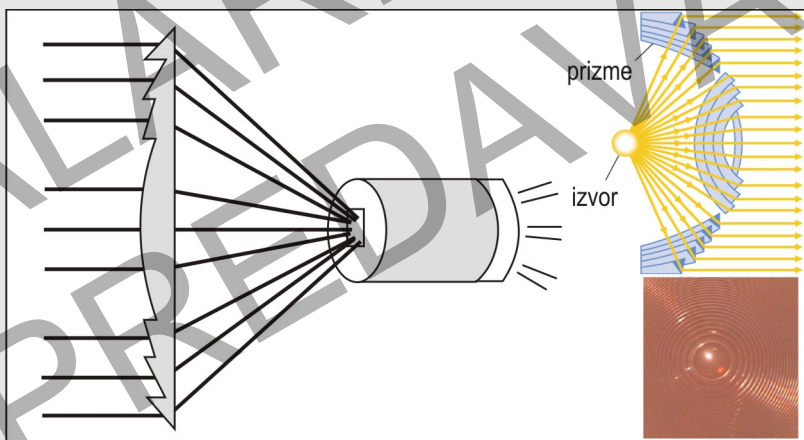


Infracrveni detektori pokreta - pasivni

Tri glavne komponente PIR detektora:

- Optika za nadgledanje (Frenelovo sočivo)
- Senzorski element (piroelektrični senzor)
- Prateća elektronika (obrada i generisanje alarma)

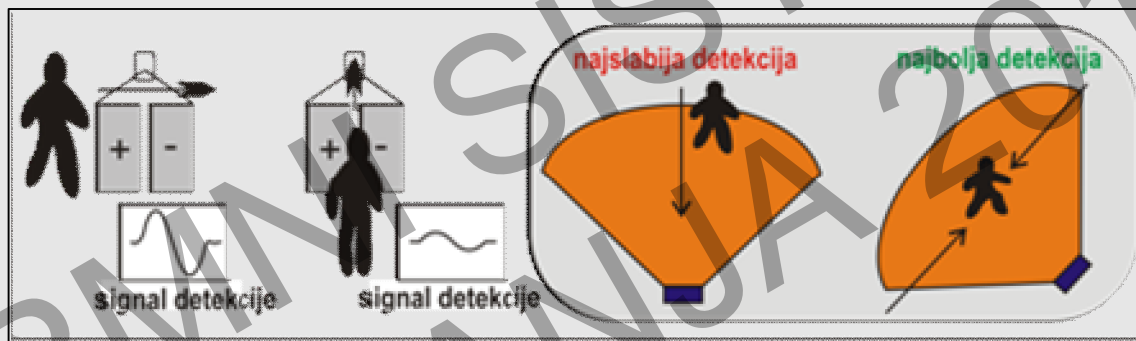
Piroelektrični materijali daju električni potencijal hlađenjem ili zagrevanjem (**obavljaju termoelektričnu konverziju**). Najčešće korišćeni materijal u detektorima su *galijum nitrit* (GaN), *cezijum nitrat* (CsNO_3) i *litijum - tantalat* (LiTaO_3) koji ima i piezoelektrične osobine.



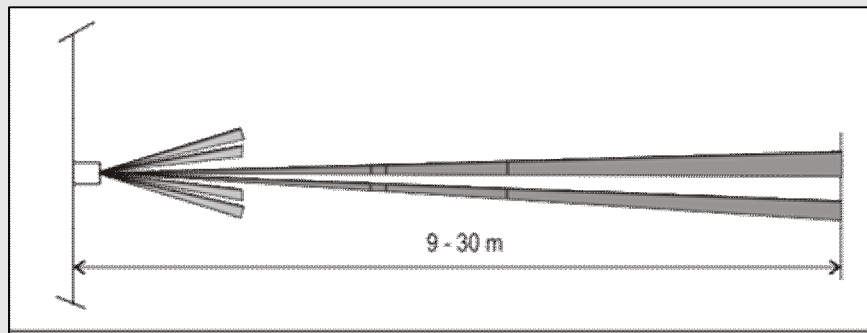
Za usmeravanje udaljene IC energije na piroelektrični senzor koristi se *Frenelovo sočivo*. Na bazi Frenelovog principa ulazna svetlost se deli kroz sistem sočiva, gde svako sočivo koncentriše IC energiju iz odgovarajuće zone koja se nadgleda u snop koji se usmerava na senzor. Time se formiraju optički „prozori“ kojima se definiše zona detekcije i osetljivost PIR detektora.

Infracrveni detektori pokreta - pasivni

- Većina proizvođača deli senzor od piroelektričnog materijala u dva dela, tako da jedna polovina senzora daje negativan, a druga polovina pozitivan napon pri detekciji zbog smanjenja broj lažnih alarma koji mogu da nastanu zbog ambijentalnih uslova. Kretanje izaziva prvo signal u jednoj, a zatim u drugoj sekciji čime se dobija jasan signal alarma.

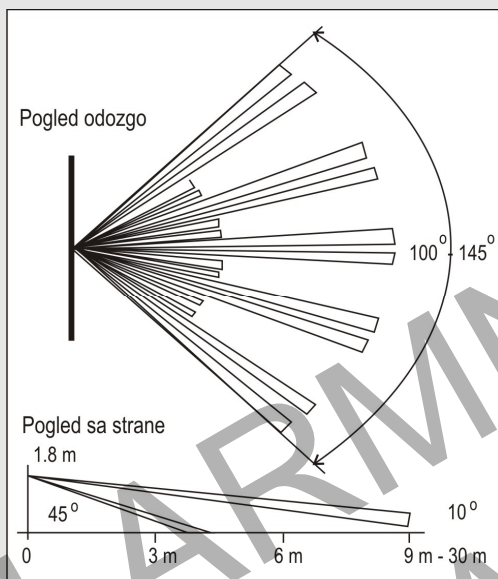


Najbolja detekcija je prilikom kretanja „uljeza“ upravno na osu zone pokrivanja, a najslabija u osi direktno prema senzoru - tada je najslabiji signal detekcije. Dobro projektovan pasivni IC detektor velikog dometa treba da ima i zone koje su veoma kratke da bi se obezbedila dovoljna osetljivost na promene u blizini detektora.

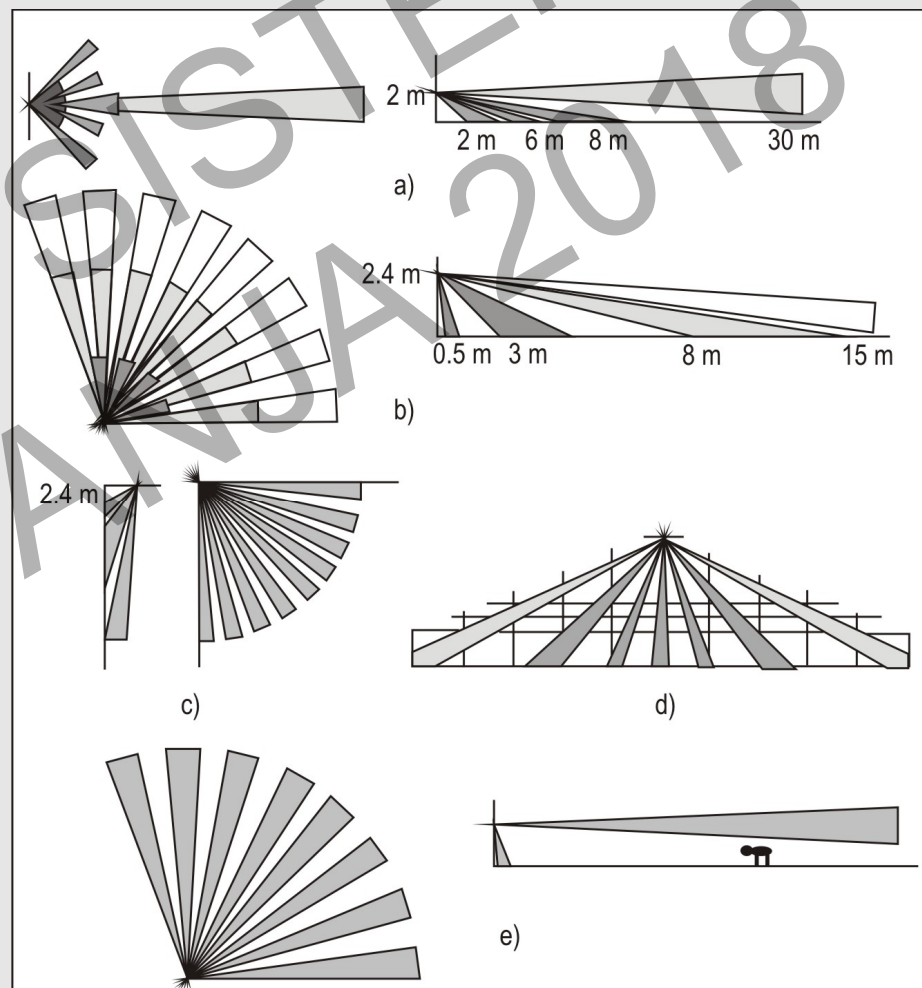


Infracrveni detektori pokreta - pasivni

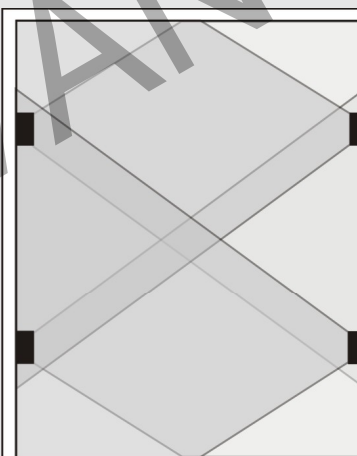
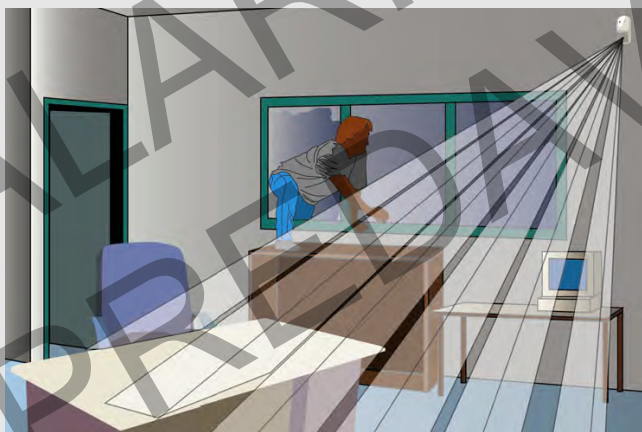
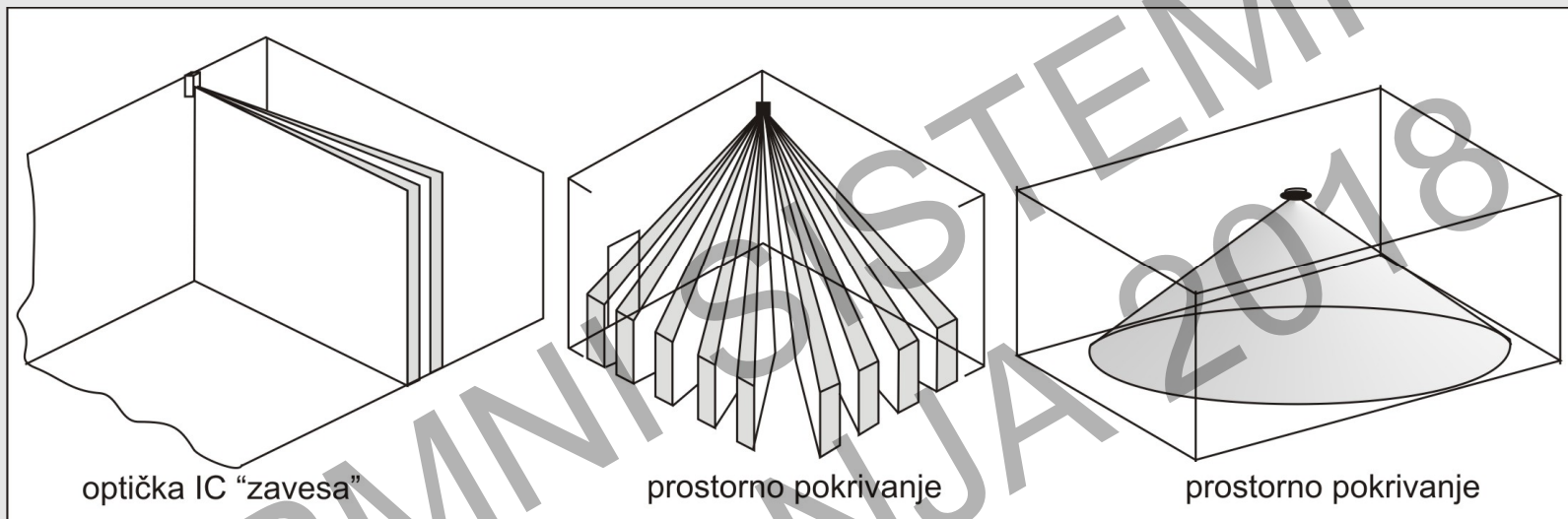
- Ugao, površina i forma zone detekcije se definišu brojem i rasporedom sočiva.
- Broj sočiva, opseg detekcije i uglovi projektovanja se razlikuju od namene.



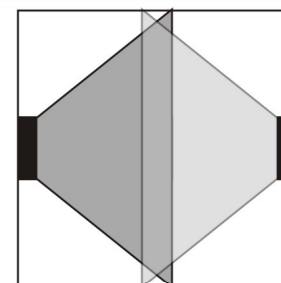
- a) - zaštita hodnika PIR detektorom velikog dometa,
 b) - prostorna zaštita u objektu,
 c) - zaštita formiranjem IC „zavese“,
 d) - postavljanje na tavanicu,
 e) - izbegavanje životinja



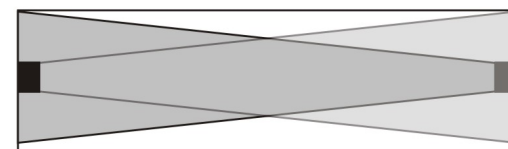
Infracrveni detektori pokreta - pasivni



Kombinovanje IC detektora
za nadzor velikih površina
(hale, hangari, magacini, ...)



Pokrivanje
manjih
prostorija



Postavljanje u hodnicima

Najvažnije činjenice vezane za korišćenje:

- PIR detektore treba montirati u ugao prostorije zbog činjenice da su osetljiviji na kretanje poprečno u odnosu na osu detektora nego na kretanje koje se poklapa sa osom detektora;
- U prostorijama koje imaju veliki procenat zastakljenih površina moguć je veliki broj lažnih alarma, zbog toga što sunčevu svetlost koja ulazi kroz prozore apsorbuju objekti u prostoriji i pretvaraju u toplotu;
- Ogledala i glatke površine u prostoriji mogu da reflektuju sunčevu svetlost i da time izazovu lažne alarme;
- Kućište detektora mora da bude zatvoreno tako da se onemogući ulazak insekata ili uticaj vazdušnih strujanja (promaje).

Kombinovani detektori pokreta – lažni alarmi

- Izvori lažnih alarmiranja detektora pokreta

Mogući izvor lažnih alarma	PIR	US	MW
Vazдушna strujanja, promaja, ...	+	X	O
Viskofrekventni zvuk	O	X	O
Grejna tela, peći, ...	X	+	O
Pomeranje zavesa	O	X	+
Visoka vlažnost	+	+	O
Visoka temperatura	X	+	O
Odbljesak svetla	O	O	X
Direktna sunčeva svetlost	+	O	O
Kretanje izvan prostora koji se štiti	O	O	X
Vibracije izazvane udarcem	O	X	X
Kretanje vode kroz cevi	O	O	X
Male životinje	X	X	X
Žamor, galama, ...	O	+	+
+ - neznatni problemi, X - veći problemi, O - nema problema			

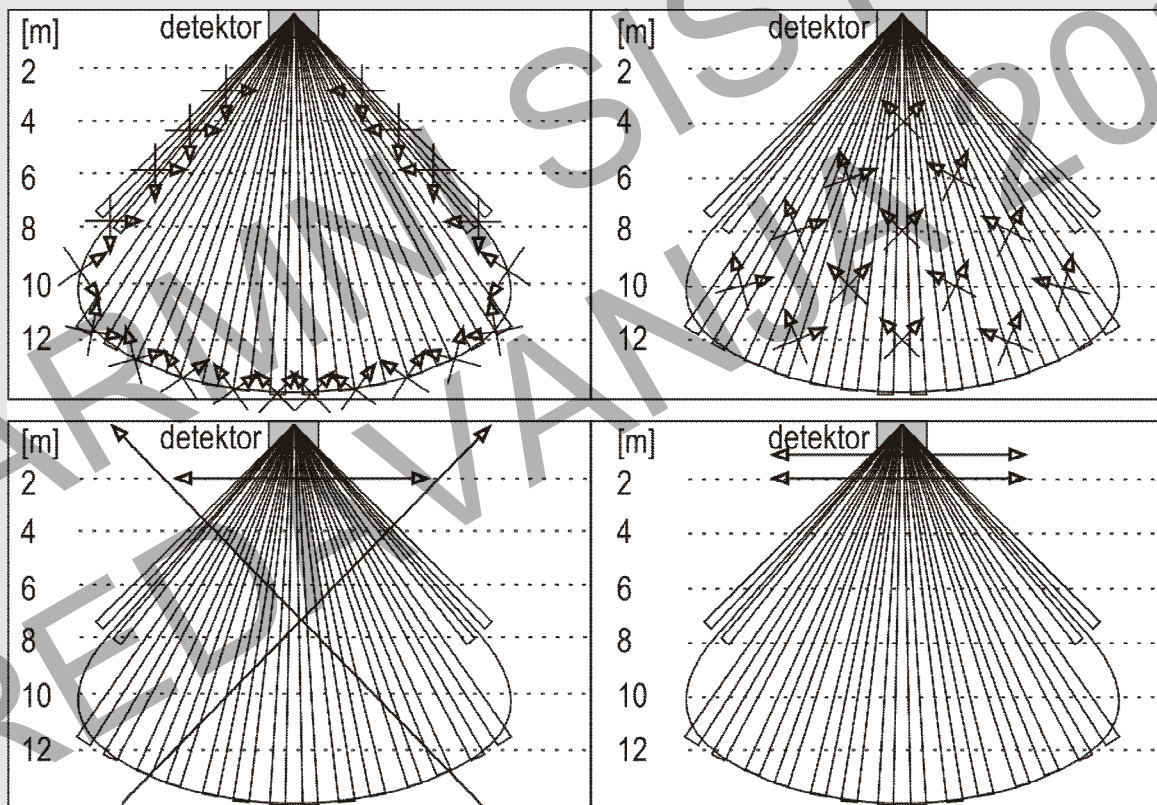
Kombinovani detektori pokreta - osetljivost

- Osetljivost detektora pokreta (1 - veliki problemi ... 5 - nema problema)

Izvor lažnog alarma	PIR	US	MW	PIR/US	PIR/MW
Vibracije	4	2	1	4	3
Nagle promene temperature	2	4	5	2	5
Izvori toplotnog zračenja	2	5	5	5	5
Direktna sunčeva svetlost	1	5	5	3	3
Visoka vlažnost	5	4	5	4	5
Apsorpcija (meke tkanina, nameštaj ...)	5	2	4	3	4
Osetljivost na male životinje	2	1	1	3	3
Detekcija kroz tanke zidove i prozore	5	5	1	5	4
Ventilacija i strujanje vazduha	4	1	5	3	5
Zvona, kočnica, sletanje aviona,	5	2	5	4	5
Mašine, ventilatori, ...	4	2	1	4	3
Strujanje vode u cevima, ventilima, ...	5	5	1	5	5
Fluorescentne svetiljke	5	5	2	5	3
Međusobni uticaj svih izvora lažnog alarma	5	5	3	5	5
Zvuk jake kiše ili grada na krovu	5	4	1	5	4

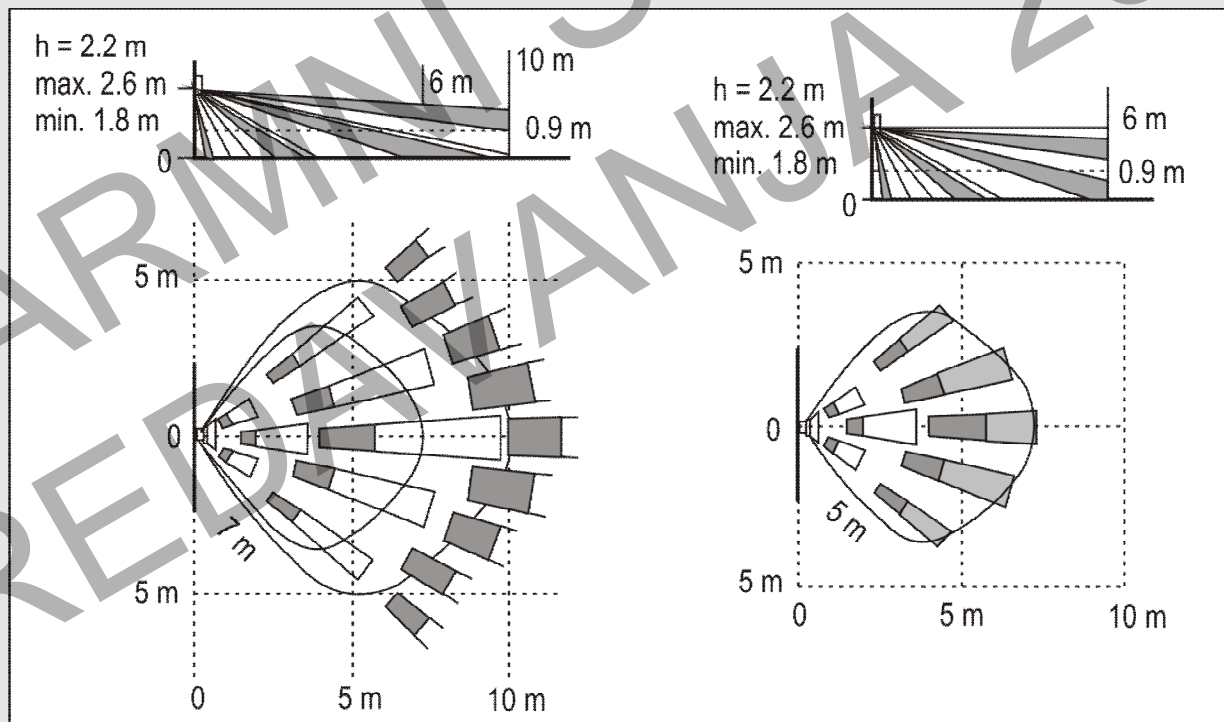
Kombinovani detektori pokreta - testiranje

- Detekcija pri ulasku u zonu pokrivanja
- Detekcija brzog prolaska kroz zonu pokrivanja
- Detekcija u okviru zone pokrivanja
- Detekcija u blizini zone pokrivanja



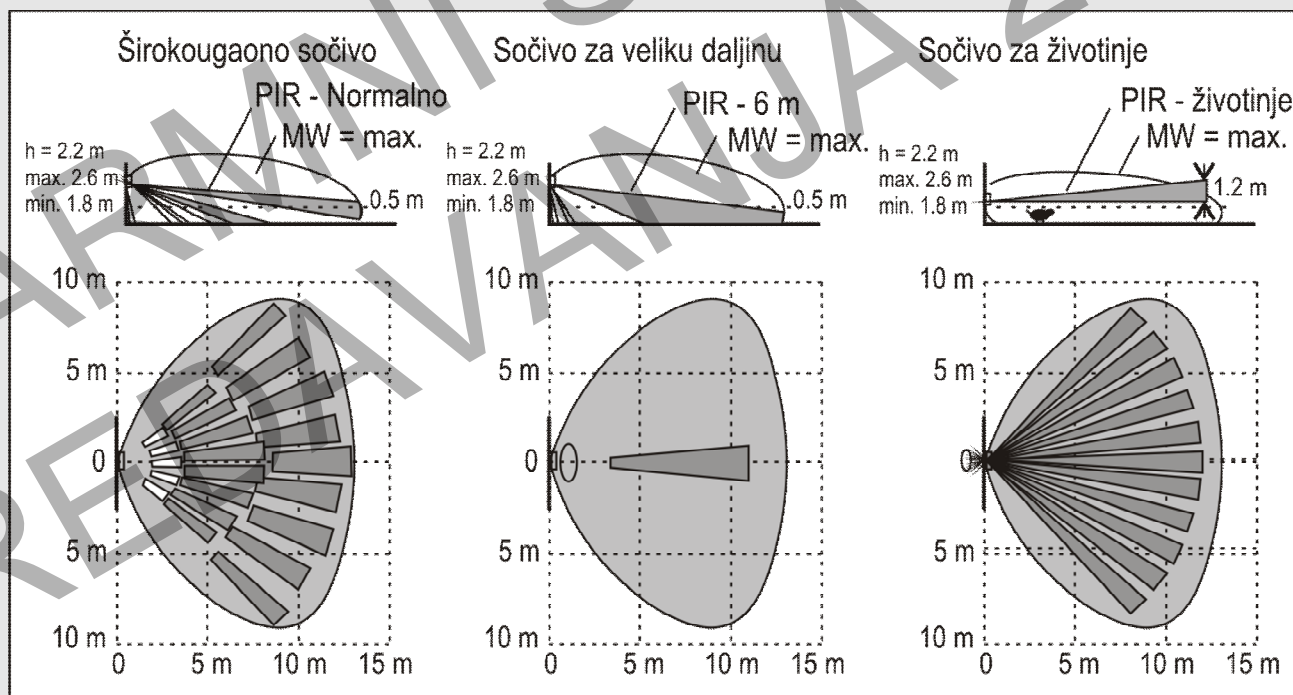
Kombinovani detektori pokreta – PIR + US

Kombinacija **pasivni IC detektor** - **ultrazvučni detektor** ima manju stopu lažnih alarma u slučajevima gde postoje mogući izvori ultrazvuka (od uređaja ili vazdušnih strujanja) koji ne utiču na rad IC detektora, dok na drugoj strani nagle promene temperature ambijenta i mogući izvori IC zračenja (grejalica, motori u radu, itd.) koji utiču na rad IC detektora, ne utiču na pouzdanost detekcije ultrazvučnog dela.



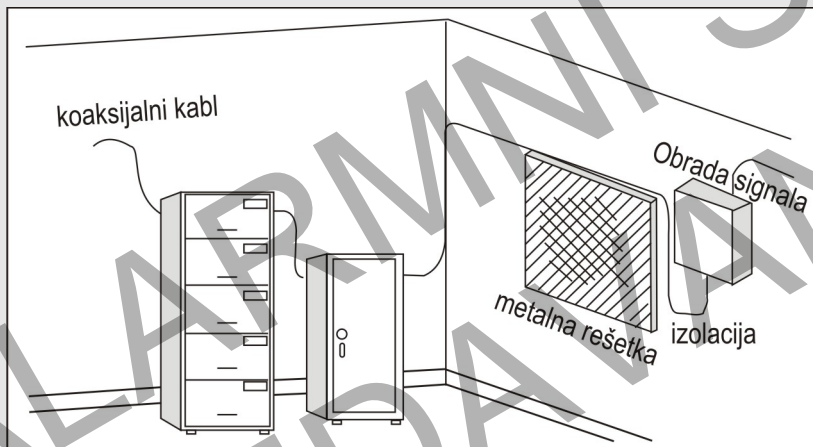
Kombinovani detektori pokreta – PIR + MW

Kombinacija **pasivni IC detektor** - **mikrotalasni detektor** ima kao ograničavajući faktor površinu pokrivanja, i taj faktor potiče od IC dela pošto mikrotalasni detektor ima veliku zonu detekcije. U kombinaciji sa IC detektorom mikrotalasni detektor je idealno rešenje za veće objekte gde se zahteva visoka pouzdanost detekcije.



Detekcija prisustva

Princip rada **kapacitivnih detektora** se zasniva na merenju promene električne kapacitivnosti između objekta (predmeta) koji se štiti i zemlje. Do promene kapacitivnosti dolazi kada se „uljez“ nalazi u neposrednoj blizini objekta koji se štiti. Ovaj tip detektora se koristi za zaštitu metalnih ormara, sefova, kasa, itd. Ukoliko postoji potreba za zaštitom predmeta koji nisu od metala, potrebno je da se oni „presvuku“ metalnom folijom. Iako je ovaj tip detektora projektovan da bude osetljiv na prisustvo lica u neposrednoj blizini predmeta koji se štiti, on se najčešće testira na dodir, iako se u dokumentaciji daje i blizina koja izaziva promenu - zona detekcije.



U zapadnoj literaturi se definišu dva tipa kapacitivnih detektora:

- kapacitivni detektori koji generišu signal alarma kada se lice nalazi u neposrednoj blizini predmeta koji se štiti (eng. *capacitive proximity detector*) i
- kapacitivni detektori koji generišu signal alarma kada lice uđe ili se kreće u prostoru koji se štiti (eng. *capacitive volumetric detector*).

Nezavisno od toga koji tip kapacitivnog detektora se koristi, obično se kao uslov alarmiranja u zoni detekcije navodi da **lice težine od 40 do 80 kg i koje se kreće brzinom od 0.3 do 0.6 m/s, treba da pređe put od 2 m**. Ovaj uslov zavisi od vrste opreme (od proizvođača), ali se u većini slučajeva kao najpouzdanija zona detekcije navodi udaljenost lica od predmeta koji se štiti od 1 m.

Pitanja za usmeni deo ispita

1. Ultrazvučni detektori pokreta – aktivni ultrazvučni detektori.
2. Ultrazvučni detektori pokreta – pasivni ultrazvučni detektori.
3. Mikrotalasni detektori pokreta – monostatički detektori.
4. Mikrotalasni detektori pokreta – bistatički detektori.
5. Infracrveni detektori pokreta – aktivni infracrveni detektori.
6. Infracrveni detektori pokreta – pasivni infracrveni detektori.
7. Kombinovani detektori pokreta – izvori lažnih alarmiranja, osetljivost i testiranje.
8. Kombinovani detektori pokreta – kombinacije detektora i oblast pokrivanja.
9. Detektori prisustva.



Adresa za kontakt:

Dr Milan Blagojević, red. prof.

Fakultet zaštite na radu u Nišu

18106 Niš, Čarnojevića 10a

milan.blagojevic@znrfak.ni.ac.rs

Hvala na pažnji!