

# **Vsestranska avtomatizacija zgradb s senzorskimi rešitvami po meri**

**Božidar Zajc**  
**Sick d.o.o.**  
**Cesta dveh cesarjev 403, Ljubljana**  
**zajcb@sick.si**

## ***Comprehensive building automation with tailor-made sensor solutions.***

The business field Building Automation has the task to fulfill the customer needs of security, protection and control for buildings and facilities. In the contribution sample applications are presented on the case of example premises, first outdoors than indoors. Possible protection measures are listed but also ways in which building management and other processes can be automated. Applications are presented based on location from perimeters via open spaces to facades, roofs and entrances of the building to indoor areas. For each area examples of applications with Sick sensors are presented and the most important features of these sensors. Special attention was done to different applications with Sick laser scanners. One chapter is dedicated to people counting, different people counting applications and devices for this purpose. In the last chapter a few special applications with laser scanners and ultrasonic sensors are explained.

## ***Kratek pregled prispevka***

Področje avtomatizacije zgradb ima nalogo zadovoljiti potrebe strank po varnosti, zaščiti in nadzoru stavb in objektov. V prispevku so prikazani primeri aplikacij na primeru vzorčnega poslovnega kompleksa tako zunaj kot znotraj objekta. Navedene so možne mere zaščite kot tudi načini za avtomatizacijo upravljanja zgradb in drugih procesov. Aplikacije so predstavljene glede na lokacijo od zunanjih meja kompleksa, preko odprtih površin, do fasade, strehe in vhodov same zgradbe in nazadnje tudi notranjosti. Za vsako od teh področij so predstavljeni primeri aplikacij s Sickovimi senzoji in njihove najpomembnejše značilnosti. Poseben poudarek je namenjen različnim aplikacijam s Sickovimi laserskimi skenerji. Posebno poglavje je namenjeno štetju ljudi, različnim primerom aplikacij in senzorjem, ki so temu namenjeni. V zadnjem poglavju pa je omenjeno še nekaj posebnih primerov uporabe laserskih skenerjev in ultrazvočnih senzorjev.

## 1 Uvod

Področje avtomatizacije zgradb ima nalogo zadovoljiti potrebe strank po varnosti, zaščiti in nadzoru stavb in objektov. Iz Sickove široke palete učinkovitih rešitev za upravljanje in zaščito premoženja bodo v prispevku prikazani primeri aplikacij na primeru vzorčnega poslovnega kompleksa tako zunaj kot znotraj objekta. Navedene bodo možne mere zaščite kot tudi načini za avtomatizacijo upravljanja zgradb in drugih procesov.

Pri avtomatizaciji zgradb ločimo aktivne in pasivne senzorske sisteme. Pasivni sistemi izkoriščajo energijo iz okolice na primer videonadzorni sistemi (CCTV) ali pasivni infrardeči detektorji (PIR), aktivni senzorji pa imajo lasten izvor, oddajajo energijo v okolico in merijo odziv. V nadaljevanju bodo prikazane predvsem rešitve z aktivnimi senzorskimi sistemi.

Pri varovanju objektov gre za celovito rešitev od zaščite zunanje meje, do varovanja notranjih prostorov. Eden od najpomembnejših cjev je zanesljivo delovanje v kombinaciji z nizko stopnjo lažnih alarmov tudi v najzahtevnejših pogojih delovanja.

Glede na lokacijo lahko razdelimo kompleks na:

1. zunanje meje/ograje/zidove: zunanji rob kompleksa običajno predstavljajo različne mejne oznake, poti, ograje ali zidovi. Zaščita premoženja na tem območju je zelo dobrodošla.

2. odprte prostore: nadzor odprtih prostorov je splošna praksa in to ne brez razloga. Z relativno malo opreme lahko namreč pokrijemo široko področje.

3. fasade: v primeru fasad je potrebno nadzorovati večji del velikih vertikalnih površin. Preprečiti je potrebno na primer dostop v stavbo s pomočjo lestve.

4. strehe: »Vlomilci so vdrli skozi streho« je mogoče slišati kot policijska izjava v časopisu, gre pa za dokaj standardno prakso pri vlomih.

5. vhode: vhodna področja še posebej omogočajo veliko možnosti zaščite in nadzora. Lahko gre za preprečevanje dostopa ali pa le nadzor omejenega dostopa.

6. notranja področja: v najslabšem primeru so nepridipravi že v stavbi. Tatovi namreč niso edini široko razširjen problem v današnjem času, zelo je v porastu tudi vandalizem.

## 2 Nadzor zunanjih meja, ograj in zidov

Pri avtomatizaciji nadzora zunanjih meja, ograj in zidov ločimo dve skupini aplikacij: nadzor področja in določanje položaja.

Pri nadzoru področja program v senzorju preverja celotno področje in ob prisotnosti vsiljivca sprosti stikalo na izhodu in s tem sproži alarm. Pri tem ni pomembno kakšno je vreme in ali se predmet premika ali stoji na mestu.

Za določanje položaja pa senzor uporablja predhodno nastavljene podatke za merjenje in v primeru vsiljivca pošilja podatke o položaju v nadzorni center.

Napravo je potrebno nastaviti tako, da majhne živali, različni vremenski pogoji ali večje število naključnih sprehajalcev okoli varovanega območja ne sproži lažnega alarma (Slika 1).



*Slika 1: Nadzor meja*

Dodatna prednost pri omenjenih napravah je, da je zagotovljena zasebnost. V nasprotju z video nadzornimi sistemi Sickovi senzorji shranjujejo le obris osebe in ne pravih slik. To pomeni, da sistem zazna prisotnost osebe na nadzorovanem območju, ne pa tudi kdo je ta oseba.

Laserski skenerji delujejo na principu merjenja časa preleta laserskega impulza od senzorja do predmeta in nazaj. Po formuli:

$$\text{razdalja} = \text{hitrost svetlobe} \times \text{čas preleta} / 2$$

dobimo razdaljo do posamezne točke v okolici. Ker skener pošilja v okolico infrardeče laserske impulze v obliki pahljače (od 100° pa vse do 360°), dobimo tako obris okolice v eni ravnini. Ko se v tej ravnini pojavi nek predmet ali oseba skener zazna prisotnost na osnovi spremenjene razdalje do posameznih točk v okolici in sproži alarm.

### 3 Nadzor odprtih prostorov

Sickovi laserski skenerji se običajno uporabljajo za horizontalni nadzor odprtih prostorov. Po potrebi je možno nastaviti več nivojev javljanja za vsak skener posebej (standardna funkcija). Dovožne ceste ali pešpoti je možno enostavno izločiti iz nadzora, da ne prihaja do motenj zaradi pešcev ali prometa (slika 2). Prav tako je možno generirati ločena alarmna opozorila za posamezna področja. Motnje zaradi različnih razmer v okolici se prestrežejo že v samem skenerju kar omogoča nizko stopnjo lažnih alarmov.



Slika 2: Nadzor odprtih prostorov

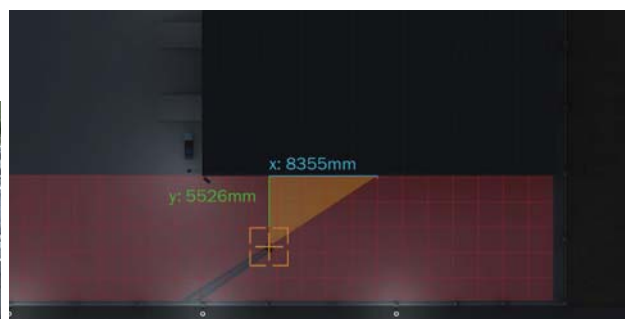
Z uporabo ločenih izhodnih signalov je možno nadzorovati posamezna področja in hkrati spremljati sliko ustrezne video nadzorne kamere na monitorju. Prednost takega sistema je, da je slika na monitorju prikazana glede na incident, kar občutno zmanjša breme varnostnikov.

Dodatne prednosti pa predstavljajo uporabniško prosto nastavljive oblike področij in enostavna montaža.

### 4 Upravljanje s kamerami in spremljanje

Inteligentni video nadzor v kombinaciji z laserskim senzorskim sistemom lahko premesti vsako varnostno vrzel. Sistem, ki kombinira lasersko merjenje z zaznavanjem in uporabniškim programom, zagotavlja, da kamera ni v napačni poziciji ko pride do ustreznega incidenta.

Laserski merilni sistem skenira okolico v radiju do 360° z uporabo očesu nevidnih laserskih žarkov (v infrardečem področju). Kakor hitro pride do nasilnega vstopa v nadzorovano območje se koordinate pošljejo na višji nivo nadzora in sistem za upravljanje z alarmom. Ta obdela podatke in nemudoma usmeri ustrezno video nadzorno kamero na mesto incidenta. Hkrati se sproži tudi alarmni izhod, ki posreduje sliko na ustrezen nadzorni monitor in po potrebi vključi snemanje (Slika 3).



Slika 3: Upravljanje nadzorne kamere z laserskim skenerjem

### 5 Zaščita zunanosti zgradbe (fasade)

Laserski skenerji se običajno uporabljajo vertikalno za nadzor fasade. Velikost nadzorovanih področij kakor tudi možnost nastavitve različnih scenarijev (n.pr dnevno/nočni režim – sliki 4 in 5) zelo zmanjša število potrebnih sistemov, kar naredi zaščito učinkovito in cenovno ugodno. Linija tal okoli objekta ali pa ograja služi pri tem za referenco, ki jo sistem vseskozi preverja (merjenje

razdalje). Vsaka sprememba tega obrisa na primer zaradi premikanja zemlje (izkopavanje), poizkusa zakrivanja ali demontaže skenerja pa sproži alarm. Skenerji so odporni na vremenske vplive kot so dež in sneg, kar omogoča, da se število lažnih alarmov zmanjša na minimum (Slika 4).



*Slika 4: Zaščita zunanosti zgradbe*



*Slika 5: Nočni režim delovanja*

Za majhna področja lahko namesto laserskih skenerjev uporabimo svetlobne mreže ali 2D vizualne sisteme.

Svetlobne mreže predstavljajo oddajno in sprejemno enoto v obliki letve z mrežo medsebojno poravnanih oddajnikov in sprejemnikov, ki lahko zaznajo celo prst v ravnini zaznavanja. S kombinacijo dveh parov svetlobnih mrež pa lahko določimo tudi smer premikanja osebe ali predmeta.

Pri 2D vizualnem sistemu gre za senzor na osnovi kamere, ki ima lastno infrardečo osvetlitev in zaznava prisotnost predhodno

nameščenega refleksnega traku na nasprotnih straneh nadzorovanega področja, s tem pa tudi vsak poseg v to področje. Vse komponente sistema razen refleksnega traku so vgrajene v majhno, kompaktno ohišje, ki omogoča enostavno montažo in nastavitvev.

## 6 Zaščita strehe

Pri zaščiti ravnih streh se Sickovi laserski skenerji običajno montirajo neposredno na stavbo. Drage instalacije in posebne nosilne konstrukcije na strehi tako niso potrebne. Nadzorovano področje sistema se nastavi približno 30cm nad nivojem strehe, da je še možno zaznati plazenje osebe pod ravnino skeniranja in aktiviranje alarma. Mejo področja je tudi možno nastaviti malo preko meje strehe in tako takoj zaznati na primer postavitev lestve. Nastavitev nadzornih področij, izbira velikosti objektov, ki jih želimo zaznati, in prilagodljiva nastavitev odzivnih časov omogoča, da premiki živali (mačk, ptic...) ali pa listja ne sprožijo alarma (slika 6). Podoben a vseeno poseben primer varovanja so zaporniška dvorišča, kjer je potrebno varovanje od zgoraj, saj je potrebno preprečiti tako poizkus vdora na dvorišče kot pobega iz njega.



*Slika 6: Zaščita ravne strehe*

## 7 Nadzor stropa in varovanje odprtín

Drugačne zahteve kot za zunanjo zaščito se nanašajo na zaščito v notranjosti. Zahteve so običajno manjše kot za zunanjo zaščito, a tudi tu lahko prihaja do velikih temperaturnih razlik v skladiščih. Optični senzorji so lahko kos spremenljivim pogojem okolice in tudi male



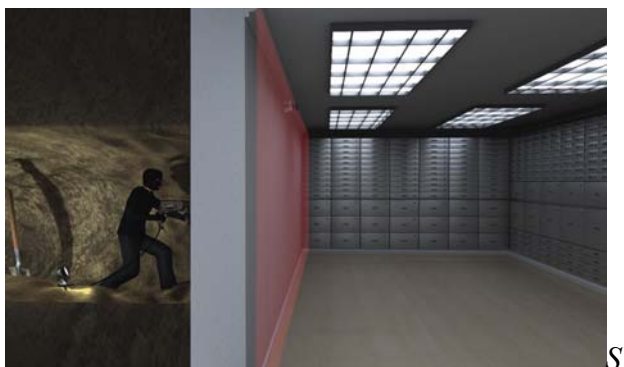
živali se lahko izloči iz zaznavanja s pomočjo različnih funkcij filtriranja.

Pogosto je dovolj le en laserski skener za nadzor večjega števila svetlobnih kupol (slika 7). Za posamezne svetlobne kupole, okna ali manjše odprtine pa lahko uporabimo tudi druge senzorje kot so svetlobne mreže ali enostavni sistemi na osnovi kamere.



*Slika 7: Nadzor svetlobnih kupol*

V določenih primerih (na primer trezor) pa je potrebno predvideti in zavarovati tudi možnost preboja skozi stene (slika 8). Še posebej, če zunanja zaščita ni možna, oziroma bi bili stroški zanjo nesorazmerno visoki. Ta metoda je uporabna tudi v primeru skladišča s tankimi pločevinastimi stenami.



*Slika 8: Zaznavanje preboja skozi steno*

## 8 Preverjanje dostopa in nadzor vhodov

Področja vhodov z zaporami ali vrtljivimi križi se lahko nadzoruje z aktivnimi vklopnimi senzorji ali s senzorskim sistemom, ki na osnovi posebne kode omogoča dostop. Za to lahko uporabimo preizkušeno tehnologijo branja črtne ali matrične kode ali pa novejšo tehnologije kot je na primer RFID po ISO14443 standardu (posebno kodiranje).

Bralniki 1D in 2D kode, standardni fotoelektrični senzorji, svetlobne mreže, laserski skenerji in sistemi na osnovi kamer zagotavljajo široko izbiro možnosti za zaznavanje dostopa (slika 9). Senzorski sistem lahko zazna poizkus nepooblaščenega dostopa ali pa tudi koliko oseb je vstolilo v prostor za nadzor ostalih sistemov kot so gretje, klimatizacija ali ventilacija.

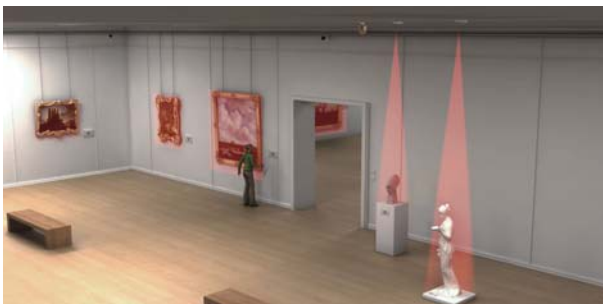


*Slika 9: Nadzor dostopa*

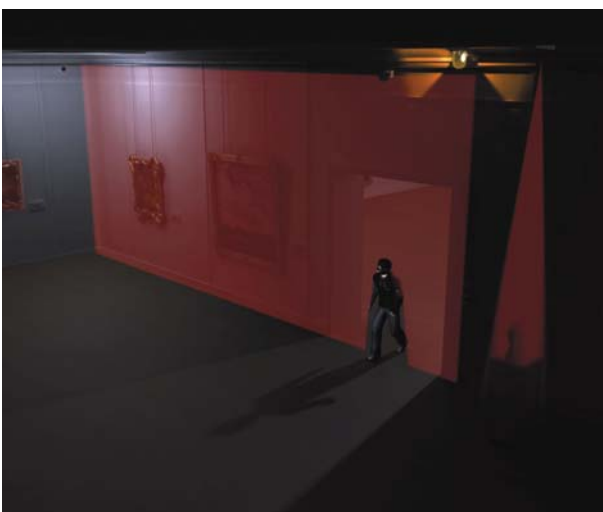
## 9 Zaščita umetnin

Umetnine je potrebno zaščititi pred namernim ali nenamernim vandalizmom in proti kraji. Nenameren dotik je še poseben izziv za senzorski sistem, ker naj bi bil vpliv na doživljanje umetnosti tako skrbnikov, kot tudi ljubiteljev umetnosti in drugih gostov zmanjšan na minimum. Bolj kot je zaščita neopazna, natančna in zanesljiva, bolj se je možno tej zahtevi približati, ne da bi pri tem zmanjšali stopnjo zaščite. Zaščita se uporablja le tam kjer je potrebno, kar omogoča obiskovalcem na primer neovirano branje informacij o umetnini (slika 10), osebju pa na primer neovirano čiščenje, ne da bi bilo potrebno za to deaktivirati zaščito. Enostavno je izvesti tudi dnevno/nočni režim delovanja ko so podnevi varovane le posamezne umetnine ponoči pa celotna stena vključno z vhodom (slika 11). Laserski skenerji se pogosto uporabljajo za zaščito slik/sten (vertikalno) ali za zaščito stropa/tal (horizontalno). Za objekte kot so skulpture, nakit in podobno v stenskih nišah so se za najprimernejše pokazale svetlobne mreže. Dvodimenzionalna zaščita je dovolj za slike za skulpture pa je potrebno pokriti širše področje. V

ta namen je možno uporabiti vizualni sistem z merjenjem razdalje.



*Slika 10: Neovirano branje informacij*



*Slika 11: Varovanje ponoči*

## 10 Štetje ljudi

Štetje ljudi in beleženje frekvence obiskovalcev se že uporablja na mnogih javnih mestih tako zaradi varnosti kot tudi zaradi poslovnega planiranja. Štetje brez ovir na osnovi 3D vizualnega sistema ali sistema na osnovi laserskega skenerja poveča zadovoljstvo strank in zagotavlja neoviran dostop. Zagotovljena je tudi anonimnost pri štetju, ker tudi v primeru 3D kamere ne gre za prave slike. Vseeno pa lahko sistem ugotovi ali gre za otroka ali odraslo osebo na osnovi višinskega profila. Možno je določiti tudi smer gibanja in vse to brez mehanskih ovir (slika 12).



*Slika 12: Štetje ljudi*

Cene najemnin za posamezna prodajna področja so lahko določene glede na frekvenco kupcev. Ogrevanje, klimatizacijo in ventilacijo pa je možno nastaviti glede na trenutno število obiskovalcev in s tem zmanjšati stroške.

Avtomatizirani sistemi, ki dopuščajo vstop le eni osebi naenkrat (na primer vrtljivi križi), pa po drugi strani povečujejo varnost in zmanjšujejo dovzetnost za sabotažo in manipulacijo.

Poleg klasičnih vrtljivih križev je možno izvesti razločevanje oseb tudi z uporabo svetlobnih mrež. Na sliki 13 je primer uporabe svetlobnih mrež na letališčih. Za zaznavanje smeri gibanja osebe se uporablja kombinacija vertikalne in horizontalne svetlobne mreže.

Obstajajo tudi posebni primeri štetja oseb kot je na primer preverjanje zasedenosti sedežev na vlakcih v zabaviščnem parku, kjer je možno z optimiziranjem števila vlakcev v uporabi doseči velike prihranke pri potrebnem vzdrževanju in hkrati poskrbeti za zadovoljstvo uporabnikov (kratke čakalne vrste) in motivacijo osebja.



Slika 13: Uporaba svetlobne mreže na letališču



Slika 14: Preverjanje zasedenosti sedežev

Sick ima v programu dve vrsti namenskih naprav za štetje ljudi glede na princip delovanja. Naprave na osnovi laserskega skenerja merijo razdaljo do točk v okolici v dveh paralelnih ravninah. Omogočajo izločanje nepremičnih objektov v okolici, razločevanje človeka od na primer nakupovalnega vozička in določanje smeri gibanja. Pokrivajo lahko širša področja kot naprave na osnovi kamere kjer pa gre za kombinacijo infrardečega izvora amplitudno modulirane svetlobe in kamere. Razdalja se v tem primeru meri na osnovi faznega zamika med oddajnim in sprejemnim signalom.

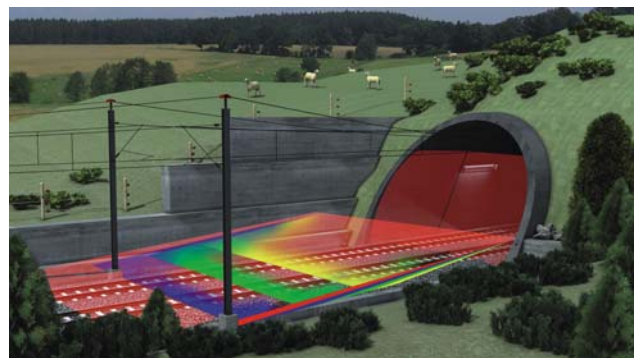


Slika 15: Trije modeli naprav za štetje ljudi

## 11 Posebni primeri uporabe

Avtomatizacija zgradb je večplastna. Sickovi senzori so lahko v pomoč v vseh primerih z zagotavljanjem zanesljive in ekonomične izboljšave procesov tako pri varovanju kot tudi upravljanju zgradb. Možnosti so resnično neomejene, bodisi za zaščito vhodov v tunele, zgodnjim zaznavanjem ovir na tračnicah ali celo upravljanjem klimatizacije v hlevih.

S posebnim laserskim skenerjem s štirimi nivoji zaznavanja je možno zavarovati vhod v tunel pred nepooblaščenim vstopom zaradi preprečevanja terorizma oziroma vandalizma, hkrati pa je možno tudi zgodnje odkrivanje ovire na tračnicah (na primer živali) pred vhomom v tunel in vnaprej opozoriti na nevarnost (Slika 16).



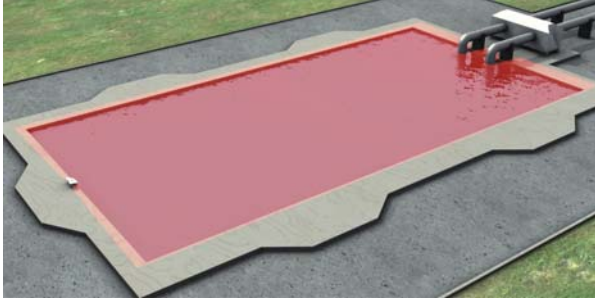
Slika 16: Varovanje vhoda v tunel

Laserski skenerji so lahko zelo učinkoviti tudi pri zaščiti pred vandalizmom (predvsem risanjem grafitov) na podzemnih železnicah in drugih atraktivnih objektih.

Zanimiva je lahko tudi zaščita bazena, ne glede na obliko in ne glede na to ali gre za bazen s hladilno vodo v nuklearni elektrarni,

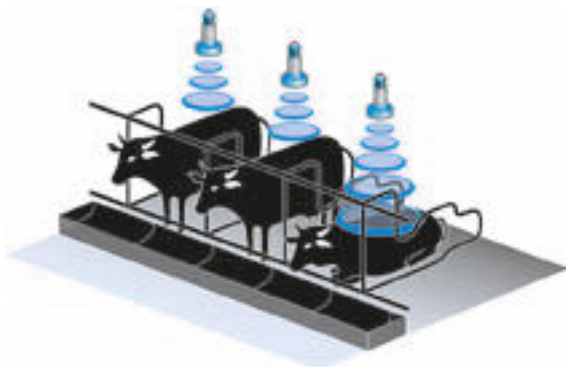


kjer je potrebno preprečiti nenadzorovan dostop preko zunanjega cevovoda, ali pa nadzor plavalnega bazena ko le-ta ni v uporabi (Slika 17).



*Slika 17: Zaščita bazena s hladilno vodo*

Zanimiva pa je lahko tudi uporaba ultrazvočnih senzorjev, ki s svojim širokim snopom omogočajo zaznavanje višine objekta tudi ko položaj ni točno določen in to v zahtevnih pogojih uporabe kot so hlevi. Tako je možno z regulacijo temperature in vlažnosti v hlevu glede na obnašanje živine izboljšati počutje le-te in s tem povečati proizvodnjo mleka (slika18).



*Slika 18: Zaznavanje položaja živine*

## 12 Zaključek

V prispevku so bili prikazani nekateri na splošno mogoče manj poznani primeri uporabe aktivnih senzorjev pri zaščiti in avtomatizaciji objektov. V preteklosti so se zmogljivejši aktivni senzorji, predvsem pa laserski skenerji, uporabljali v glavnem za najzahtevnejše aplikacije na vojaških objektih, nuklearnih elektrarnah, zaporih... Z razvojem novih tehnologij pa postajajo tudi aktivni senzorji po eni strani vse bolj zmogljivi, po drugi pa tudi vse bolj dostopni za varovanje in avtomatizacijo tako javnih in industrijskih objektov kot tudi zasebnih hiš.

## 13 Literatura

- [1] Comprehensive building automation, Sick AG, Waldkirch, 2010
- [2] GIT Security, GIT Verlag, September 2010
- [3] Sick DIV05 Newsletter, 2/2010, 6/2010, 8/2010, 11/2010
- [4] Automatic Identification Technology, Sick AG, 2006
- [5] Identification Solutions, Sick AG, 2011
- [6] Veliki angleško slovenski slovar, Grad, Škerlj, Vitorovič, DZS, Elektronska izdaja
- [7] Veliki slovensko angleški slovar, Grad, Leeming, DZS, Elektronska izdaja
- [8] Veliki slovar tujk, CZ, Ljubljana, 2006