

VARNOST NA JAVNIH PRIREDITVAH

Safety and Security at Public Events

Ivo Gostiša * UDK 351.758

Povzetek
Na množičnih javnih prireditvah gre za zbiranje velikega števila ljudi (nekaj tisoč, vendar več kot 3000 pa do 70.000 ljudi) na določenem mestu ali na več mestih, ki niso točno določena. Opisane so športne prireditve, sprevodi in pevski tekmovanja oz. koncerti z glasbo za mlade. Na javnih prireditvah predstavljajo posebno nevarnost tako število ljudi in starostne skupine (otroci, mladostniki, odrasli, funkcionalno ovirane osebe, starejši ljudje), kot tudi obnašanje množice glede na razpoloženje (veselje, jeza, žalost). Opisane so nevarnosti, tudi požarne, ki so pogoste na javnih prireditvah. Opisani so cilji zaščite (brez poškodovanih, brez mrtvih, omejena materialna škoda). Navedeni so ukrepi, s katerimi bi lahko dosegli zaželene cilje zaščite (gradbeni, tehnični, organizacijski). Na zelo obiskanih javnih prireditvah imajo poseben pomen organizacijski ukrepi. Zaključek vsebuje varnostno oceno za RS in poskus varnostne primerjave z drugimi državami.

Abstract
Mass public events involve the gathering of a large number of persons (from 3000 to 70,000 persons) at a specific location or at several, not specifically determined locations. The contribution describes sports events, processions, singing competitions and music concerts for young people. The number of persons present at a mass event, age groups (children, young people, adults, functionally handicapped persons, elderly persons) and mass behaviour (joy, anger, sadness) represent specific hazards at public events. The hazards, including fire hazards, at public events are described. The goals of protective measures are presented (no injured persons, no deaths, limited material damage). The measures to be implemented for the purpose of ensuring adequate protection (construction measures, technical measures, organizational measures) are described. Of specific importance in public events with mass attendance are organizational measures. The article concludes with a safety assessment of Slovenia and its comparison with that of other countries.

Uvod

Športne prireditve, na katerih se zbere večje število ljudi, lahko potekajo na prostem ali v prostoru. Kot večje število ljudi štejemo več kot 1000 ljudi; v slovenski zakonodaji je navedeno število več kot 3000 ljudi. Na športnih prireditvah v RS je navzočih do več deset tisoč ljudi; ocenjujemo, da največ do 70.000. Konec svetovnega pokala v smučarskih skokih, ki se odvija v drugi polovici marca v Planici, privabi več kot 60.000 gledalcev. Gre za športno prireditev na prostem z velikim številom ljudi.

Na prostem ni posebnih omejitev glede gibanja in umika ob nesreči. To velja za športna tekmovanja, kot je svetovni pokal v smučanju (Maribor in Kranjska Gora) ali v skokih (Planica).

Na prostem se gledalci lahko zbirajo ob progi za tekmovanje, ki je prostorsko omejena, če tekmovanje poteka po mestnih ulicah. Ob nesreči je na voljo omejen prostor za umik. V novejšem času se športna tekmovanja (avtomobilska, motociklistična) selijo na posebne proge zunaj naselij, po mestnih ulicah potekajo kolesarska in tekaška tekmovanja.

V prostorih (na stadionih in v športnih dvoranah) potekajo športna in druga tekmovanja. Ogroženost ljudi je povečana zaradi velikega števila, dodatno pa še ob požaru v zaprtih prostorih.

Sprevodi z odprtim ognjem predstavljajo posebno nevarnost. V to skupino lahko uvrstimo tudi ognjemete, kjer gre za uporabo pirotehničnih sredstev. Ognjemet je za gledalce zanimiv, ker gre za nevsakdanje zvočne in optične učinke. Veliko ljudi se zbere ob posebnih priložnostih, kot je praznovanje novega leta.

Javne prireditve se ob določenem času začnejo in končajo. Ljudje se pred dogodkom (tekmovanjem, koncertom, sprevodom) začnejo zbirati, med prireditvijo praviloma ostanejo na prizorišču, po koncu prireditve pa se razidejo.

* Izolirka – požarni inženiring, d. o. o., Kranjska cesta 2, Radovljica, ivog-pi@siol.net

Opis nevarnosti za posamezne vrste prireditiv

Ukrepi za doseganje ciljev zaščite

Nevarnosti zaradi števila ljudi

Množica se obnaša iracionalno, nerazumno. Grozeče nevarnosti na začetku ignorira ali pa podcenjuje. Šele potem ko množica spozna, da so v nevarnosti (lastna) življenja (ali ko se začne panično vesti, kar je enako kot smrtno nevarno) začne ukrepati. Posledica so nekoordinirane, nepremišljene, skratka panične reakcije. Množica ljudi se obnaša kot čreda, če je navzoč ali če so navzoči »vodnik« ali »gonjač«, ki množico vodi in usmerja, se mu podredi in mu sledi – na varno! Pri premikanju množice pride do zgostitev toka ljudi in do zamaškov. Zaradi velike gostote ljudi obstaja nevarnost, da bo množica posameznike pohodila, zmečkala, kar ima lahko tudi najhujše posledice za zdravje in življenje ljudi (poškodbe vseh vrst in smrt). Bolj ogroženi so v takih primerih šibkejši ljudje (otroci, starejši, funkcionalno ovirani ipd.). Gostota ljudi je po dolžini (npr. pri umiku po dolgem hodniku) porazdeljena tako, da je na čelu in na koncu manjša, na sredini je največja.

Požarne nevarnosti

Pri gorenju predstavljajo za ljudi največjo nevarnost dimni plini, skratka dim. Pri tem ni razlike, če je dim hladen ali pa vroč. Pomembna je njegova količina in vrsta. Zaradi dima se zmanjšata vidljivost in zmožnost orientacije, obenem se poveča negotovost. Dim negativno vpliva tudi na psiho-fizične sposobnosti ogroženih ljudi, saj postanejo omotični, negotovi, panični. Zaradi zastrupitve z dimnimi plini lahko ljudje izgubijo zavest in/ali življenje. Nevarnost za ljudi predstavljajo tudi toplota, sevanje in povečana temperatura. Statistično gledano so te nevarnosti veliko manjše kot nevarnosti zaradi dima [razmerje mrtvih zaradi dima in zaradi toplote je 9 : 1; dim je veliko večja nevarnost za ljudi kot toplota].

Cilji zaščite

Pri javnih prireditvah sta cilja zaščite varovanje ljudi in varovanje premoženja. V prvi vrsti je treba preprečiti nastanek požara. Varovanje ljudi je prav gotovo prednostni cilj zaščite. Varnost ljudi, torej varovanje življenja in zdravja, mora biti zagotovljeno v največji možni meri. To velja tudi za izredne dogodke (nesreča, izgredi, panika, strupen dim, ogenj). Pri varovanju premoženja gre za varovanje opreme na prireditvenih prostorih (pohištvo, tribune, dekoracije, tehnična sredstva) in za varovanje prireditvenih in sosednjih objektov (poškodovanje ali uničenje okenskih površin, fasad, tribune, cele stavbe).

Organizacijski ukrepi

Organizacijski ukrepi so pri javnih prireditvah prav gotovo najpomembnejši. Slovenska zakonodaja in praksa veljata na tem področju za urejeno in učinkovito.

Pri javnih prireditvah je nastanek požara v veliki meri odvisen od hišnega reda [angl. good-housekeeping], notranje organizacije in varovanja. Pri vstopu v objekte za javne prireditve se kontrolira vstopnice. Obenem se lahko kontrolira vnos »nevarnih« predmetov. Preprečiti je treba vnos pirotehničnih sredstev, trdih predmetov (steklenic, kamenja) ter predmetov, s katerimi se lahko poškoduje ljudi (palice ipd.). Obiskovalci so o prepovedi vnosa nevarnih predmetov obveščeni prek napisov, razglasov ali na drug ustrezen način. Organizacijski ukrep kontrole vnosa nevarnih predmetov je preventivni ukrep, ki se ga da uspešno izpeljati, potrebno je le sodelovanje med organizatorjem prireditve in varnostno službo.

Javno prireditev je treba pravočasno prijaviti in mora biti odobrena. To je osnova, da je zagotovljena ustrezna varnost.

Kot primer navajamo spreved z odprtim ognjem – baklami. Organizator spreveda naredi elaborat o varstvu pred požarom in ga predloži pristojnemu upravnemu organu – požarni inšpekciji. Elaborat o varstvu pred požarom za spreved vsebuje podatke o organizatorju in predvidenem številu ljudi, o vodji požarne straže, času in trajanju (začetek in konec) in kraju (potek spreveda od začetka do konca), številu in vrsti bakel in druge podatke. Po pregledu elaborata pristojni organ izda mnenje o prireditvi s pogoji za njeno izvedbo. Kot primer navajamo pogoje za izvedbo spreveda: Pri sprevedu z baklami je treba kontrolirati število bakel na začetku in ob koncu. Bakle prižgejo in ugasnejo poučene osebe – gasilci. Nosilci bakel se ne smejo oddaljiti od spreveda.

Mnenje lahko vsebuje tudi pogoje za izvedbo požarne straže (kako, koliko oseb, ipd.).

Za javne prireditve v objektih (npr. rock koncert v hali Tivoli) je lahko pogoj za izvedbo prepoved odprtega ognja na sceni.

V elaboratu za ognjemet je važna navedba mesta za namestitvev pirotehničnih sredstev in smeri, v kateri se bo dvigoval ognjemet. Pogoj za izvedbo ognjemeta je tudi, da vse zgori že v zraku, na tla ne smejo pasti goreči delci. Zagotovljeni morajo biti tudi varnostni odmiki za gledalce.

V obdobju, ko je razglašena velika požarna ogroženost v naravnem okolju, izdela mnenje o uporabi odprtega ognja v okolju in izda dovoljenje za uporabo [ognjemeta, bakle, druge vrste odprtega ognja] Uprava RS za zaščito in reševanje. To je upravno organ, ki razgласi veliko požarno ogroženost v naravnem okolju [velika požarna ogroženost v naravnem okolju velja pri hitrost vetra nad 6 m/s, pri veliki suši, ipd.].

Uporabnik, ki dvorano, štadion ali podoben objekt da v najem za javno prireditve, je odgovoren, da bodo pogoji iz mnenja upoštevani [najemna pogodba mora vsebovati tudi pogoje, ki jih navede pristojni organ, tj. policija, požarna inšpekcija in/ali Uprava RS za zaščito in reševanje v svojem mnenju].

Če je elaborat nepopoln ali pomanjkljiv, pristojni organ izda negativno mnenje, kar pomeni, da je izvedba načrtovane javne prireditve prepovedana. Gre za uveljavljene postopke, ki so pregledni, enostavni, nebirokratski in predvsem zelo učinkoviti. Vsakdanji primeri organiziranja javnih prireditev gornje navedbe potrjujejo. Na območju upravne enote Ljubljana je zgoraj opisana praksa uveljavljena od začetka osemdesetih let prejšnjega stoletja.

Gradbeni ukrepi

Za zbiranje velikega števila ljudi pridejo v poštev predvsem športne dvorane in štadioni. V takih objektih mora biti zagotovljeno zadostno število poti za umik. Gradbena izvedba objekta mora zagotavljati stabilnost v statičnem in požarnem smislu. S tehničnimi ukrepi varnost zagotovimo in še povečamo.

Kapaciteta poti za umik

Poti za umik morajo biti primerno široke, na razpolago mora biti zadostno število izhodov. Pri gibanju proti izhodom hodniki ne smejo biti preveč široki. Dopustna širina znaša najmanj 1,2 m sicer pa od 1,6 m do 2,0 m; za izhodna vrata velja podobna širina od 1,6 m do 2,1 m. Širše hodnike in stopnišča je treba s stabilnimi ograjami predelati na več pasov, da je izpolnjen pogoj za največjo širino poti za umik. Pri načrtovanju se upošteva potreben čas za umik na varno, ki znaša 2,5 minute. V tem primeru lahko računamo, da se skozi 1,8 m širok izhod lahko umakne na varno 360 ljudi; skozi 2,5 m širok izhod pa 500 ljudi. Podobno velja za stopnišča, kjer je hitrost gibanja manjša kot po hodnikih. Po 1,8 m širokem stopnišču se lahko iz nadstropja umakne približno 200 ljudi. Potrebno število izhodov, stopnišč in hodnikov se lahko določi glede na število gledalcev. Pri obstoječih objektih, kjer so izhodi, hodniki in stopnišča poznani, je mogoče izračunati, koliko ljudi se bo lahko umaknilo na varno.

Gradbena izvedba

Objekti za javne prireditve morajo biti grajeni tako, da je zagotovljena gradbena stabilnost. Pri načrtovanju je treba še posebej upoštevati dinamične obremenitve. Zgodilo se je že, da so se zaradi množice gledalcev podrle cele tribune in je bilo več deset mrtvih. Tribune je v fizičnem smislu smiselno razdeliti na več delov s pomočjo žičnih ograj. Tako se navijače razdeli na manjše skupine.

Objekti za javne prireditve morajo biti odporni proti požaru za določen čas, praviloma za 2 uri. Prepovedana je uporaba gorljivih oblog za tla, stene in stropne in lahko vnetljivih materialov. Posebne zahteve veljajo za sedeže [izbira materialov za sedeže, sedeži morajo biti pritrjeni, itd.].

Spremljevalni prostori (garderobe, kioski, prodajalne ipd.) morajo biti od poti za umik požarno ločeni. Deli komunikacij, ki so poti za umik (hodniki, stopnišča), morajo biti od sosednjih prostorov požarno ločeni (požarne stene, vrata ipd.).

Tehnični ukrepi

Z ustreznimi tehničnimi ukrepi se lahko zagotovi potrebna varnost ali pa se prizna popuste (angl. trade off) pri gradbenih ukrepih. Na prvem mestu navajamo varnostno razsvetljava ter oznake za smeri umika in izhode na poteh za umik. Prek ozvočenja ljudi obveščamo in tako usmerjamo umik.

Dobra komunikacija med reševalci (zdravstvenimi, gasilci, policijo) je zelo pomembna. Znotraj objektov ni vedno zagotovljen dober sprejem radijskih postaj. Dobra koordinacija med posameznimi službami je zelo pomembna. Treba je upoštevati, da je delovanje potrebno za daljši časovni interval kot pri vajah in usposabljanjih.

Varnost ljudi je zagotovljena, če na poteh za umik ni dima. To omogočajo naprave za kontrolo dima. Kontrola dima se izvede po naravni poti (odvodne odprtine za dim in dovodne odprtine za svež zrak) ali s prisilno ventilacijo (ventilatorji za odvod dima in dovod svežega zraka). V spremljevalnih prostorih in delih dvoran je zelo pogosto smiselna šprinklerska zaščita. Pri tem ni vseeno, ali je vgrajeni šprinklerski sistem primeren samo za varovanje premoženja ali tudi za zaščito ljudi. Cena vgrajenega šprinklerja za zaščito ljudi namreč ni nič večja kot cena šprinklerja samo za zaščito premoženja. Krmiljenje posameznih naprav in alarmiranje omogočajo vgrajeni sistemi za odkrivanje in javljanje požara (AJP) in šprinklerski sistem. Programiranje in nadzor delovanja tehničnih funkcij omogoča centralni nadzorni sistem (CNS).

Pri načrtovanju varnostnih ukrepov za velike javne prireditve ne zadošča samo upoštevanje tehničnih predpisov. Izdelati je treba varnostne analize in si pri načrtovanju pomagati tudi z inženirskimi metodami za organizacijske, gradbene in požarnovarstvene ukrepe. Od idejnih

zasnov pa do pridobitve uporabnega dovoljenja ter med uporabo objekta za javne prireditve je potrebno usklajevati želje in možnosti investitorja, ki da denar, projektantov (arhitektura, inštalacije, varnost), reševalcev, policije in gasilcev.

Kot primera navajamo načrtovanje gradnje športnega stadiona in načrtovanje izboljšanja evakuacijskih oznak iz velike dvorane, ki temelji na študiji časa za umik.

Načrtovanje stadiona

Nogometni klub Schalke 04 iz Gelsenkirchna je v devetdesetih letih prejšnjega stoletja dobil nov nogometni stadion. Zgradba je dolga 225 m, široka 185 m in visoka največ 53,5 m. Posebnost tega stadiona je možnost, da se igrišče prekrije s premično streho, ki zapira odprtino velikosti 105 m x 68 m. Hitrost pomika strehe je 1,2 m/minuto.

Za nogomene tekme je na tribunah prostora za skupaj 62.000 stojišč in sedišč, za mednarodne tekme pa za 52.000 sedišč. Na velikih koncertih z osrednjim odrom je lahko v areni, na igrišču največ 72.000 ljudi. Vsi ti ljudje pridejo na stadion iz sosednjih ulic okrog stadiona. Po 18 stopniščih pridejo na stadion oziroma v nadstropje (ki leži višje kot ulica). Vhodna hala je prekrita s stekleno streho. Iz vhodne hale je dostop do dveh kletnih etaž, kjer so garderobe za igralce in prostori za medije, ter do druge etaže, kjer so VIP-lože, prostori nadzornega centra in pisarniški prostori nogometnega kluba. Poseben krožni hodnik povezuje vse prostore na nivoju vhodne hale – pritličja.

Požarnovarstveni ukrepi – povzetek

Kapaciteta poti za umik (število stopnišč, širina hodnika, število izhodov ipd.) je bila določena s pomočjo alternativnih, računskih metod in modelov.

Na krožnem hodniku je požarna obremenitev minimalna. Ob požaru se gledalci iz hodnika umikajo skozi požarna vrata E 30 na stopnišča, ki so praktično že na prostem – na svežem zraku.

Kioski so od krožnega hodnika ločeni s požarnimi elementi (stene EI 90 / vrata EI 30) in so zaščiteni s šprinklerjem, opremljeni so tudi z AJP in z napravami za odvod dima.

Načeloma so vsa območja s povečano požarno nevarnostjo (povečane požarne obremenitve ipd.) zaščiteni s šprinklerjem, z AJP in z mehanskim odvodom dima. Posebni tehnični prostori so zaščiteni z avtomatskimi gasilnimi sistemi za gašenje s plinom.

V kletni etaži, kjer potekajo kabli, kjer so strojnice in hladilnice, razvod piva in podobno, je nameščeno avtomatsko gašenje z vodno meglo, ki začne delovati na signal AJP; predvidena je dvozančna odvisnost.

V krožnem hodniku je AJP in mehanski odvod dima.

Odvod dima iz notranjega dela igrišča, torej iz arene, je pri zaprti strehi omogočen skozi 240 m² velike odprtine, ki so stalno odprte. Poleg tega je za odvod dima možno odpreti strešno odprtino, veliko 7400 m². Za dovod svežega zraka skrbijo štiri ventilacijske naprave, vsaka s kapaciteto po 225.000 m³/h, kar je skupaj 900.000 m³/h (250 m³/s). Za dotok svežega zraka po naravni poti so speljani še dodatni zračni kanali na nivoju igrišča.

Zabojniki za odpadke na krožnem hodniku so kovinski in so opremljeni z varnostnimi pokrovi.

Iz dobro znanih razlogov notranji hidranti in gasilni aparati niso nameščeni v prostorih, ki so dostopni za obiskovalce (tudi na omenjenem krožnem hodniku ne).

Varnostna ekipa, ki šteje 23 mož, je pomemben del varnostnega koncepta. Stalno sta pripravljene dve gasilski vozili. Varnostna služba in policija sta v neposredni bližini, vsi so povezani vizualno ter prek brezžičnih zvez in internega telefona.

Načrtovanje poti za umik in načrtov za umik je bilo narejeno ob predpostavki, da bodo prisotne različne skupine obiskovalcev:

- A – homogene skupine, ki so normalno gibljive (mobilne);
- B – homogene skupine, ki so omejeno gibljive;
- C – nehomogene skupine, ki so mešanica gornjih skupin.

S simulacijo evakuacije za vse tri skupine (A, B, C) so bili določeni evakuacijski časi. Navajamo dva primera.

1. z mesta 1:
 - skupina A: evakuacijski čas < 301 s
 - skupina B: evakuacijski čas < 533 s
 - skupina C: evakuacijski čas < 518 s
2. z mesta 2:
 - skupina A: evakuacijski čas < 360 s
 - skupina B: evakuacijski čas < 654 s
 - skupina C: evakuacijski čas < 519 s

Dodatne raziskave so bile narejene za umik 10.000 ljudi z območja igrišča. Največ po 9 do 12 minutah so se ogroženi ljudje lahko umaknili na varno.

Izkušnje po odprtju stadiona

Kot izkustvena vrednost je naveden čas umika od 5 do 8 minut za primer, ko navijači niso zadovoljni in zapustijo stadion (opomba avtorja: kar je manj kot 9 do 12 minut). Pri koncertih je bilo treba povečati varnostno ekipo, število varnostnikov ni navedeno (n > 23, vendar ni navedeno).

Izboljšanje evakuacijskih oznak po študiji evakuacijskega časa

V razstaviščni hali s površino 31.000 m² je med sejmom 7300 ljudi. Največja razdalja do izhoda je 50 m. S pomočjo programa za umik je bil izračunan čas za umik 830 s (210 s za odkritje požara + 170 s za pripravo na umik + 450 s za umik iz razstavišča = 830 s). Čas, da se ljudje pripravijo na umik, je odvisen predvsem od oznak za izhode.

Simulacija požara je bila narejena za dva požarna scenarija: pri hitrem razvoju požara se dim spusti pod kritično mejo v 570 s, pri zelo hitrem razvoju požara se dim spusti pod kritično mejo v 480 s. Rezultat raziskav je ugotovitev, da hitrost gibanja ljudi na poteh za umik skozi dim ni odvisna od starosti (zdravniki so potrdili, da kapaciteta pljuč ni odvisna od starosti) in spola ter znaša v povprečju 100 m/min. Pri izračunih evakuacijskih časov se praviloma upošteva za hitrost gibanja ljudi po hodnikih 60 m/min do 75 m/min, kar je za četrtno manj kot 100 m/min. Pri omenjenih poskusih so uporabili tri vrste dima, in sicer dim, ki nastane pri gorenju lesa, bombaža ali poliuretana. Na osnovi omenjenih raziskav so bile izpopolnjene oznake za evakuacijo in oznake za izhode. Za oznake izhodov in za oznake zasilnih izhodov so bile nameščene povečane oznake za izhode (0,5 m x 1 m), ki jih je po višini možno premikati glede na vrsto razstave. Dodatno so bile na hodnikih nameščene talne oznake za smeri izhoda (pritrjene talne obloge z oznakami za smer izhoda v barvni kombinaciji zelene in bele). Obveljala je ocena, da število in širina obstoječih izhodov ustrezajo, če so izvedeni opisani dodatni ukrepi.

Sklepne misli

V Sloveniji je organizacija javnih prirediteljv zakonsko urejena. Izvajanje nadzorujejo upravni organi (inšpekcije, policija). Na javnih prirediteljv zaradi neredov ali požara ni bilo mrtvih. Občasno je na javnih prirediteljv več ranjenih ali poškodovanih ljudi, bodisi gledalcev ali pripadnikov varnostnih služb (varnostniki, policija).

Primerov porušenja celih stavb za javne prireditelje ali tribun za gledalce pri nas ne poznamo. V tujini so znani primeri, ko je bilo na javnih prirediteljv do več deset mrtvih in še več poškodovanih, bodisi zaradi neredov, panike, požara ali zrušenja tribun. Pri načrtovanju novogradenj in rekonstrukcijah obstoječih objektov in naprav za javne prireditelje je treba upoštevati pravila stroke in stanje tehnike.

Ocenjujemo, da je varnost na javnih prirediteljv v Sloveniji večja kot na javnih prirediteljv v tujini. Varnostne ukrepe v dosedanjem obsegu je treba v Sloveniji izvajati tudi v prihodnje.

Viri in literatura

1. Zakon o javnih zbiranjih (Uradni list RS št. 59 / 5. 7. 2002)
2. Pravilnik za izvajanje zakona o javnih zbiranjih (Uradni list RS št. 117 / 28.12.2002)
3. Pravilnik o podrobnejši vsebini projektne dokumentacije (Uradni list RS št. 35/98)
4. Zakon o varstvu pred požarom (Uradni list RS št. 71/93 in št. 87/2001)
5. Zakon o graditvi objektov ZGO-1 (Uradni list RS št. 110/2002)
6. Pravilnik o študiji požarne varnosti (Uradni list RS št. 13/1998; št. 72/2001)
7. Pravilnik o podrobnejši vsebini projektne dokumentacije (Uradni list RS št. 35/98)
8. SIST 1013/1996, oznake poti za umik
9. Ujma 8, 1994, 200–293.
10. Ujma 10, 1996, 217–220.
11. Osebno sporočilo g. J. Kavčiča, univ. dipl. inž. – RIVNN, vodja izpostave Ljubljana (3. 3. 2003)
12. SFPE Fire Protection Engineering Handbook – 3rd Edition
13. Drysdale, D., 1999. An Introduction to Fire Dynamics.
14. Buchanan, A. H., 2001. Fire Engineering Design Guide, CAE Canterbury, 2nd Edition.
15. Horasan, M. B. N. Occupant evacuation and orientation problems in large halls – an exhibition building case study (Human behaviour in fire; Proceedings of the first international symposium, pp. 573–582)
16. Janse, E. W., van de Leur, N. J., van Oerle. Evacuation from smoke filled corridors. V: Human behaviour in fire; Proceedings of the first international symposium, pp. 639–648.
17. Schneider, V., Weckman, H., 2000. Rechnerische Simulation des Ablaufs einer Evakuierungsübung, vfdb 4/2000, 140–145.
18. Müller, K., 1999. Die Evakuierung von Personen aus Gebäuden – nach wie vor ein nationales und internationales Problem; vfdb 2/99, 131–140
19. VdS Fachtagung: Brandschutzkonzepte für grosse Versammlungsstätten und andere Bauwerke mit hohen Personenkonzentrationen (Köln; 5.12.2001); M. Axinger: Arena auf Schalke