

Szabó Balázs<sup>1</sup>

## KÜLÖNLEGES MŰSZAKI MEGOLDÁSOK A NAGY VÉDŐKÉPESSÉGŰ VÉDETT LÉTESÍTMÉNYEKBE II. RÉSZ

### (SPECIAL TECHNICAL SOLUTIONS IN HIGH-SECURITY SHELTERS PART II.)

*A nagy védőképességű védett létesítményekben döntő többségében az életvédelmi létesítményekben (óvóhelyeken) megszokott műszaki megoldásokat alkalmazzák. Mivel ezek a létesítmények fokozott védőképességűek az óvóhelyek között, így ezekben gyakoriak az eltérő műszaki megoldások is. Ezek a mindennapos, rutinszerű munkákhoz szokott mérnökök számára nem egyszer ismeretlen és bonyolult megoldások. Alkalmazásukkal a létesítmények és a bennük tartózkodók sérülési kockázatát minimalizálni lehet. Ezeket a megoldásokat már a tervezési követelményekben meg kell fogalmazni és a tervezőmérnököknek alkalmazniuk kell a munkájuk során.*

**Kulcsszavak:** védett létesítmény, speciális erődítési létesítmény, különleges műszaki megoldások, tervezési követelmények, fal- és födém szerkezetek, zsilipek, menekülő utak, léglökés elleni védelem, pillanatzárak, túlnyomás kibocsátás, túlnyomásos belső tér, gázzáróság, mikro manométer, hermetikus szelepek, légüstök és motorikus tolózárak

*In the high-security facilities are used mainly the technical solutions of the shelters. As these high-security facilities have specially protecting capabilities among shelters, in these facilities are often applied different and special technical solutions. These technical solutions are sometimes unusual or complicated compared to the everyday engineering design. Applying these technical solutions can minimize the risk of injuries or damages within the facilities. These solutions should be set up early, in the design requirements to help to the designers to apply them during the design stage.*

**Keywords:** specially reinforced facility, high-security shelter, special technical solutions, design requirements, wall and ceiling structures, locks, escape routes, anti-air-thrust protection, instantaneous locks, over-pressure release, over-pressure internal space, gas tightness, micro manometer, hermetic valves, air chambers and motorized gate valves

## ELŐZMÉNYEK

A Műszaki Katonai Közlöny előző számában közöltem e tanulmány sorozat első részét, melyben a nagy védőképességű védett létesítményekben alkalmazott nyílászáró szerkezeteket ismerttettem. A tanulmány első részében közölt, ott felsorolt és táblázatba rendezett különleges műszaki megoldások részletes ismertetését folytatom.

---

<sup>1</sup> Okl. építőmérnök, okl. mérnöktanár, a Nemzeti Közszolgálati Egyetem Katonai Műszaki Doktori Iskolájának doktorandusz hallgatója. E-mail: szabobalazs1980@gmail.com ORCID: 0000-0003-4860-6784

## LÉGLÖKÉS, SZILÁNK, REPEZS, SZENNYEZŐ ANYAGOK ELLEN VÉDŐ SZERKEZETEK

### Fix határoló szerkezetek

#### Fal- és földémrendszerek

Az elzárkózással kapcsolatos lezáró és határoló szerkezetek körül a nyílászáró szerkezetek után a legfontosabbak a fal- és földémszerkezetek. Legalapvetőbb követelmény, hogy az óvóhelyek a határoló- és védőszerkezeteinek az azokat érő mértékadó hatásokra meg kell felelniük. A helyhez kötött (nem mozgó) határoló szerkezeteket úgy kell a tartószerkezeti tervezőnek méreteznie, hogy azok a rájuk ható hatásoknak a megkívánt mértékben ellen tudjanak állni. Legfőképpen a léglökésből és/vagy talajban terjedő lökőhullám által keltett gyorsulásból és elmozdulásból generálódó igénybevételeknek kell ellen állniuk. Nem minden esetben szükséges károsodás nélkül elviselniük a rájuk ható terheket, hiszen elegendő, ha a bent tartózkodókat megvédi.

A fal, földém és padló szerkezetek általában vasbetonból készülnek, mivel ezek teherbírásuknál fogva a leggazdaságosabbak és leginkább tartósak a földalatti körülmények között. Ezek a térelhatároló szerkezetek általában igen erősen vasalt szerkezetek. Az irányelvekben minimális falvastagságok is meg vannak adva.

Statikailag a legelőnyösebb szerkezeti megoldások az íves geometriai kialakítások, hiszen helyes görbület megválasztása esetén azokban csak nyomó igénybevételek keletkeznek. Így gyakori, hogy íves alagútszelvényeket használnak. Természetesen ezek hátránya, hogy használhatóságuk, térkihasználásuk elmarad a szögletes, függőleges, vízszintes tartószerkezeti elemekből kialakított helyiségektől. Statikailag a határozatlan szerkezetek az előnyösebbek, mivel ezekben ébredő esetleges hajlító nyomatékok kisebbek és eloszlásuk is kedvezőbb mint a határozott szerkezetekben.

Igen fontos, hogy ezek a fix térelhatároló szerkezetek egymáshoz mereven, nyomatékbíróan csatlakozzanak. Azok a keresztfalak, melyekbe szerelvények kerülnek nagyon fontos, hogy képesek legyenek azokat megtámasztani. Ezeket a diafragmafalakat annyira be kell ágyazni a környezetbe, hogy a szerelvényeket (pl. ajtót és tokját) meg tudja támasztani.

Azonban fontos, hogy a falak (esetlegesen leváló) szerkezeti elemei ne veszélyeztessék a bent tartózkodókat és a tárgyi eszközöket. Ezért ún. lepattogzás, leválás ellen méretezni szükséges azokat, vagy belső felületvédelemmel (pl. acéllemez burkolattal) kell azokat ellátni.

Jelen tanulmány sorozatban bemutatott azokat az óvóhelyi szerelvényeket, melyeket határoló szerkezetekbe kell helyezni az építés közben. Ezeket általában a falak kibetonozása előtt már a zsálatba kell helyezni. Vasbeton szerkezet esetén csak ez után vasalható a szerkezet, majd betonozható.

A falszerkezetek is lehetnek különleges igénybevételeknek kitéve. Például a dízelmotorok kipufogó gázainak kivezetését biztosító (földalatti) kémények, alagutak belső felületét például gyakran hő- és saválló téglával szokták burkolni.



**1. ábra: Óvóhelyi szerelvények elhelyezése a vasbeton védőfalban betonozás előtt<sup>2</sup>**

Fontos, hogy a fix határoló szerkezetek tervezésénél is törekedni kell az egyen teherbírás elvére. Tehát minden szerkezeti elemet úgy javasolt tervezni, hogy azok teherbírása közel azonos legyen. Ez nem csak a gazdaságosság miatt fontos, hanem például azért, hogy a nagy védőképességű óvóhelyek egyes elemei, például a padló szerkezetei (alaplemezei) ugyanakkora igénybevételeknek tudjanak ellen állni, mint a földemek. Ma már léteznek olyan fegyverek, melyek a létesítmények alá hatolva robbannak és fejtik ki hatásukat. A korai védett létesítmények padló szerkezeteinél ez a probléma nem volt megoldott.

A legtöbbször a föld alatt elhelyezkedő létesítmények esetén gyakori károsodási ok, hogy a légbeszívás környezetében a természetes sziklafalazat vagy az épített fal- és födém szerkezetek a kőzetből, talajból szivárgó nedvesség és a téli időszakban beszívott hideg levegőben lévő páratartalom kicsapódása révén lefagynak, mállani kezdenek. Hazánkban ezek ellen általában fagyálló felületképzéssel, fokozott szárazságot biztosító vízszigeteléssel, vagy acéllemez felületekkel védekeznek. Újabb megoldási lehetőséget a fejlesztési irányok című fejezetben ismertettek.

## Zsiliprendszerek

Az óvóhelyek ki és bejáratainál alkalmazott zsilipeknek két oka van.

Először is, hogy a védett létesítményekben a II. és III. üzemi állapotban<sup>3</sup> az összes nyílászárót zárt állapotban kell tartani. II. üzemi állapotban a ki és belépés csak zsilipeléssel lehetséges, III.

<sup>2</sup> KALLIOSUUNNITTELU OY ROCKPLAN LTD ISTAKON OY: VÄESTÖNSUOJEN TEKNINEN OPAS, OSA 1 KALLIOSUOJEN SUUNNITTELU-JA RAKENTAMISOPAS 2008. 103.

<sup>3</sup> Nagy védőképességű óvóhelyeken öt különböző objektum szintű üzemi állapotot különböztetünk meg:

I. (béke vagy normál) üzemi: Elzárkózás nélküli, szűrés nélküli, közvetlenül a kültérből beszívott levegő jellemzi. Ebben az üzemi állapotban külső betáplálású energia ellátás van.

II. (szűrt vagy korlátozott) üzemi: Személy és árubejáratoknál lévő nyílászárók lezárt állapotban vannak. Közlekedés csak zsilipeléssel. Légbeszívás kültérből por és hargigáz szűrőkön keresztül történik. Amíg lehetséges külső betáplálású energia ellátás történik, ha nem lehetséges, akkor dízel üzemi mód.

üzemállapotban pedig már tilos. Tehát egy zsiliprendszer esetén legalább egy védőajtónak és egy gázzáró ajtónak mindig zárt állapotban kell lennie.

Másodszor pedig azért szükségesek a zsilipek, mivel minden óvóhelynek van egy ún. robbanás biztos és egy ún. gázzáró védelmi vonala. Egyes szakirodalmak ezt külső- és belső védelmi vonalnak is nevezik. Ezeket egymástól fizikailag el kell különíteni, tehát különböző funkciójú nyílászáró szerkezetekre és ezek között kialakuló terekre, zsilipekre van szükség. Ebből következik, hogy szükségesek nyomásálló (robbanás biztos) és gázzáró (gázbiztos) nyílászárók is egy külső hatás elleni biztonságos lezáráshoz. Mindkét ajtótípus légmentesen záró ajtó. Nagy védőképességű létesítményeknél, ahol minden időpontban (még a zsilipben történő mozgás során is) kiemelten fontos a teljes és maximális szintű elzárkózás belátható, hogy mindkét fenti feltétel kielégítése legalább két robbanás biztos és két gázzáró ajtó megfelelő sorrendben történő egymás után sorolásából alakítható ki. Sok létesítményben ez nincs kielégítően megoldva. Gyakori, hogy egy nyomásálló és egy gázbiztos ajtó van csak beépítve (például tóthvázsonyi volt szovjet hadianyag raktárban.)



**2. ábra: Két védőajtó közötti zsilip a Kis-Gellért hegyi Szikla egyik bejáratánál<sup>4</sup>**

---

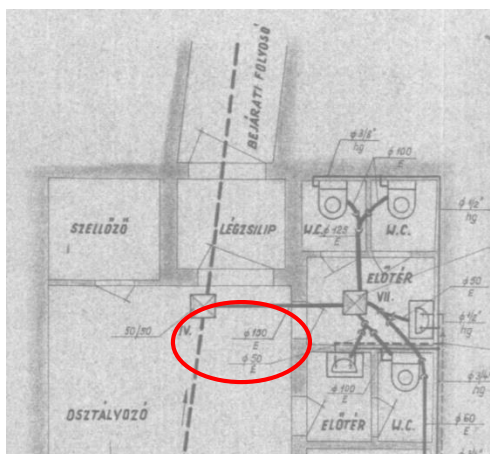
III/a. (teljes elzárkózás, regenerálás nélkül) üzem: A létesítmény hermetikusan le van zárva. Ki- és beközeledés tilos! Légbeszívás nincs. Belső levegő keringtetés van. Levegő regenerálás nem történik. Dízel üzemmód.

III/b. (teljes elzárkózás, regenerálással) üzem: A létesítmény hermetikusan le van zárva. Ki- és beközeledés tilos! Légbeszívás nincs. Belső levegő keringtetés van. Oxigén utánpótlás és széndioxid elnyelés történik.

0. (nullás) üzem: a teljes létesítmény minden rendszere áramtalanítva van, semmilyen rendszer nem működik. Újraindítás kézzel lehetséges.

Néhány országban a II. üzemállapoton belül még egy külön változatot is megkülönböztetnek. Az ún. kikerülő csöves (by-pass) mód, amikor szűrés nem történik, de robbanás elleni léglökésvédelem biztosítva van.

<sup>4</sup> Szerző felvétele 2007. 10. 16-án.



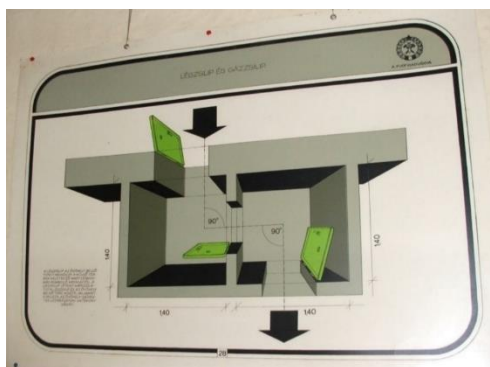
**3. ábra: Légszilip a LOSZK 0101/1 (ma Sziklakórház) egészségügyi áteresznél<sup>5</sup>**

Így ma már ez a bevett műszaki megoldás nagy védőképességű védett létesítményeknél. Az ajtók között elhelyezkedő tereket gázszilipnek vagy légszilipnek nevezzük.

A zsilipeket akkorára érdemes tervezni amekkora a legnagyobb beszállítandó tárgy mérete lesz. A zsilipek nagymértékben korlátozzák a gyors betelepülést, így a betelepülési időt ezeknek az áteresztőképessége határozza meg. Ha nagyobb áteresztési kapacitásra van szükség, akkor egymás mellett több bejáratot, vagy (több nyílászáró felhasználásával) egymás után több zsiliprekeszt, esetleg elágazó zsiliprendszert, vagy nagyobb zsilipet szükséges építeni.

Ezek a zsiliprendszerek egyben porfogók és nem utolsó sorban a léglökés hatására megremegő külső ajtó belső oldalán hallható és érezhető hangját és lökését csökkentő szerkezeti megoldások.

Mivel zsilipelés esetén a zsilipből a túlnyomásos levegő egy része távozik így a légtechnikai méretezésénél ezt figyelembe kell venni.



**4. ábra: Légszilip általános elrendezését bemutató polgári tabló<sup>6</sup>**

Régóta és több létesítménynél probléma az, hogy miként lehet megakadályozni a zsilip két végén lévő ajtók egyidejű nyitott állapotát például betelepülés esetén. Ezt távműködtetésű ajtózárással és reteszeléssel könnyedén meg lehet oldani programozással. Viszont mechanikus rendszernél bonyolultabb a kérdés. Esetleg olyan zárszerkezettel, mely csak az egyik ajtó nyitását engedi egy időpontban, vagy a legegyszerűbb módszer a két ajtó között azonos távolságban egy

<sup>5</sup> FŐMTERV TŰK irattárból (1950-es évekből származó tervrajz részlete).

<sup>6</sup> Korabeli Polgári Védelmi oktatóabló.

kötélre, láncra rögzített kulcs felakasztása és az ajtókon lévő ugyanolyan zárok, melyekből a kulcs csak zárt állapotban vehető ki.

Alárendelt, vagy csak az üzemeltető állomány által használható egyéb külső kapcsolatok esetén külön mérlegelni kell, hogy szükséges-e ezekre a járatokra zsiliprendszert (tehát többszörös ajtórendszert) építeni.

Újabb megoldási lehetőséget a fejlesztési irányok című fejezetben ismertetek.

Az egész létesítmény szakszerű és biztonságos üzemeltetéséhez a diszpécsernek minden fontos műszaki paramétert egy diszpécserpultnál valós időben ismernie kell. Így elengedhetetlen, hogy a zsilipek környezetében lévő nyílászárók nyitott, illetve zárt állapotáról is információja legyen. Az erről tájékoztató jelet ún. nyitásérzékelők biztosítják. Ezeket az érzékelőket jellemzően az ajtótokok belső, felső részén helyezik el. Ezekről elektromos vezetékek futnak a diszpécserpult-hoz jelezve az ajtók nyitott, vagy zárt állapotát.



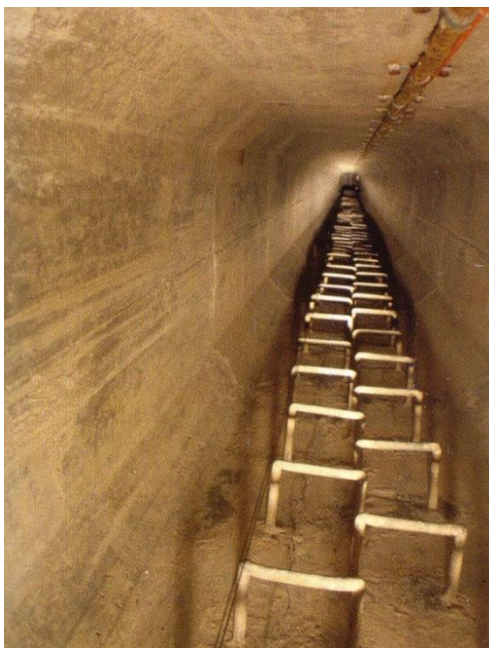
5. ábra: Légszilipben lévő ajtóknál felszerelt nyitásérzékelő<sup>7</sup>

## Menekülő utak

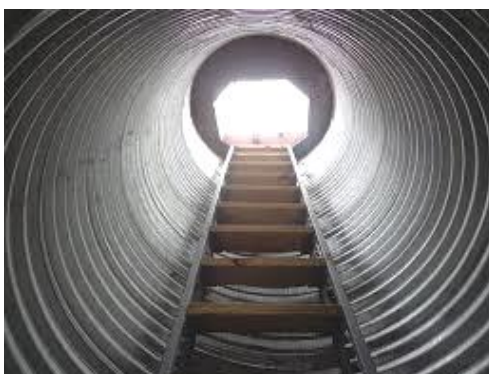
Természetesen a védett létesítményekben tartózkodók biztonságos kijutása, még az építmény esetleges sérülése esetén is elsődleges. Így minden ilyen létesítményhez több ki- és bejárat tartozik, illetve mindig terveznek vészkijáratot/vészkijáratokat. A legtöbb esetben ezek gazdaságossági okok miatt többfunkciós alagutak, folyosók, járatok. Sok esetben közművezetékek, például a légbeszívó, vagy légkidobó járatokat használják fel ilyen célokra. Előfordul, hogy a kuktához vezető járat tölti be ezt a feladatot. Mivel ezek csak vészhelyzet esetén használatosak, így általában nem cél a kényelmes járhatóság biztosítása. Általában ezek létrán, hágcsón mászható járatrendszerek.

Magyarországgal ellentétben ahol szinte mindig szilárd és merev szerkezetekből épültek, néhány országban (például Nagy-Britanniában, Szovjetunióban) ezek vékonyfalú hullámlemez-ből is készültek.

<sup>7</sup> Szerző felvétele a Pysäköintihalli földalatti garázsban Helsinkiben 2017. 09. 08-án.



**6. ábra: Vészkijárat, hágcsóval ellátott függőleges akna a Kis-Gellért hegyi Sziklában<sup>8</sup>**



**7. ábra: Kelvedon Hatch kormányzati óvóhely (Anglia) egyik függőleges vészkijárata<sup>9</sup>**

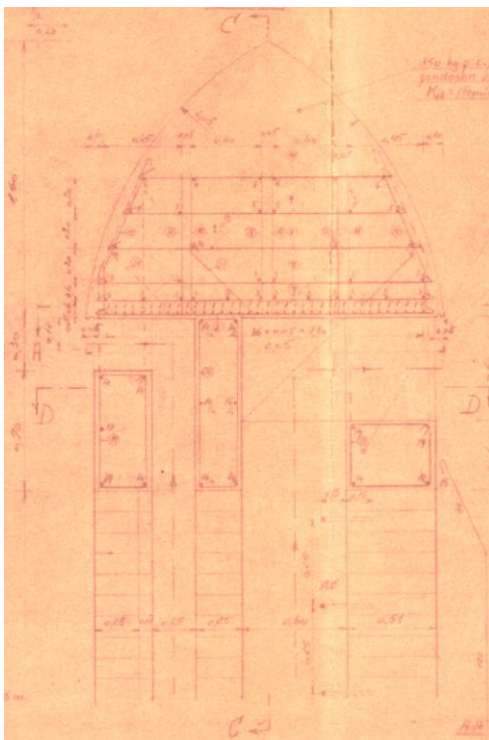


**8. ábra: Tótvázsonyi volt szovjet fegyverraktár egyik vízszintes vészkijárata<sup>10</sup>**

<sup>8</sup> Szerző felvétele 2007. 10. 16-án.

<sup>9</sup> [www.secretnuclearbunker.com](http://www.secretnuclearbunker.com) (letöltve: 2017.03.04-én)

<sup>10</sup> Kiss Zoltán felvétele 2017. 05. 23-án.



**9. ábra: Egy hazai létesítmény szellőzőjének, kéményének és vészkijáratának terve<sup>11</sup>**

Mivel a felszíni megjelenésük általában csekély helyet igényel így álcázásuk könnyen megoldható. Különböző megbízók, tervező intézetek és országok számtalan frappáns megoldást találtak ki ezek álcázására. A legtöbb esetben valamilyen egyéb épített műtárggyal vezették félre a „nemkívánatos érdeklődőket”.

Városias környezetben az álcázás könnyen megoldható. Például a hidegháború időszakában a budai Várban lévő Uri utca 72. épület alatti óvóhely légbeszívóját (mely egyben vészkijárat is volt) egy kisméretű transzformátorállomásnak álcázták.

Növényzettel sűrűn borított helyeken az álcázás nehezen megoldható, mivel minden esetben feltűnő egy épített műtárgy ilyen környezetben.

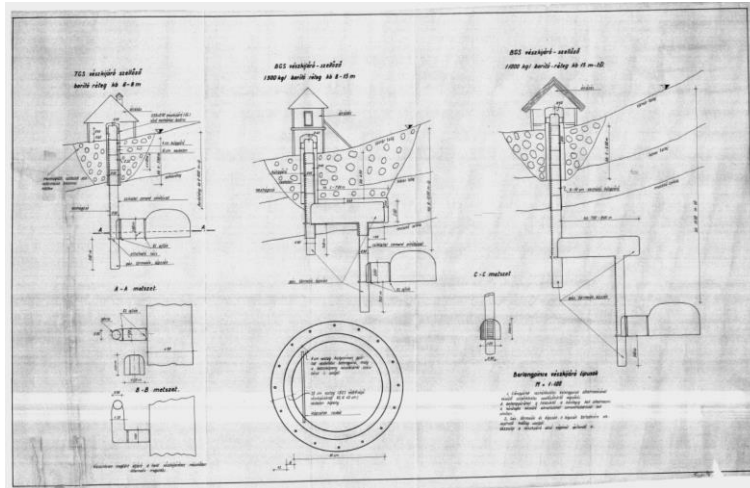
Voltak olyan megoldások is, melyeknek a felszínen egyáltalán nem volt látható nyoma. Például a Szovjetunióban használatos száraz homokkal töltött akna, amelynek a közepén egy csapóajtó kinyitása után a homok az alatta lévő aknába hullott és az így szabaddá vált felső aknán ki lehetett mászni.

Bár elsődleges, hogy az álcázó épület/építmény romosodása sem akadályozhatja a kijutást mégis születtek olyan tervek, melyek ezt nem vették figyelembe (lásd 10. ábra).

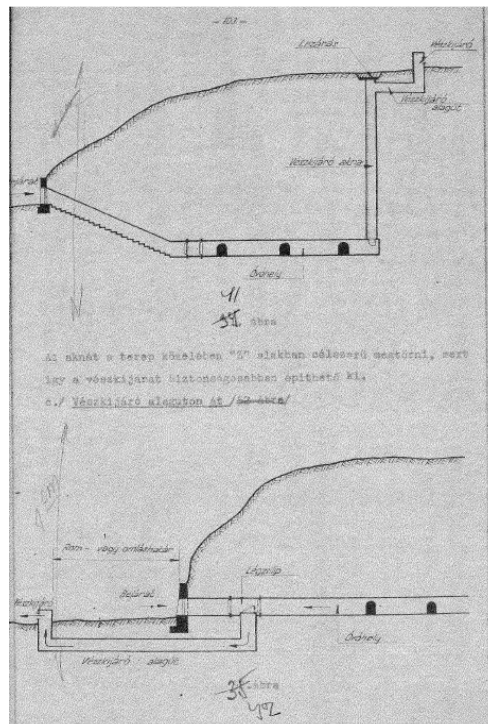
---

<sup>11</sup> Pontos helyszín és tervtár nem megjelölhető.





10. ábra: Álcázott barlangpince vészkijáró típusstervek<sup>12</sup>



11. ábra: Különböző vészkijárati elrendezési sémák<sup>13</sup>

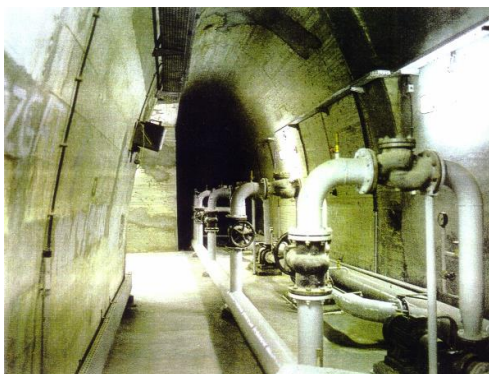


12. ábra: Modern menekülő alagút építése egy külföldi vezetési pontnál<sup>14</sup>

<sup>12</sup> FŐMTERV volt TŰK tervtárból.

<sup>13</sup> Földalatti terek kiépítése óvóhelyé, Tanulmány 103. (FŐMTERV volt TŰK tervtár)

<sup>14</sup> Köszöntet a képért Kovács Ferencnek.



**13. ábra: Közmű- és menekülő alagút egy külföldi vezetési pontban<sup>15</sup>**

Lezáródó léglökés elleni légbeszívók (pillanatzárak) és túlnyomás kibocsájtó rendszerek

Kezdetben a *védett, automatikus záródású légbeszívást és túlnyomásos levegő kidobást* nem tudták hatékonyan megoldani.

Nyilván az első megoldási kísérlet az lehetett, hogy a légbeszívó nyílásokat a várható külső behatás esetén kézi erővel lezárták volna. Viszont nem lehetett előre tudni, hogy mikor történik külső behatás. Mivel ezek hirtelen bekövetkezhetnek (pl. robbanás) nincs idő azokat bezárni, tehát a zárásnak automatikusan meg kell történnie, vagy igen hatékony nyomáscsökkentőket kell használni.

Hazánkban az '50-es évek elején még német mintára a nagy védőképességű létesítményekben a mechanikusan (nem ritkán sűrített levegővel) mozgatott acél elzáró szerkezeteket részesítették előnyben. Többek között ilyen épült a budai Vár alatti P50 létesítménybe is (mai neve KAGRA). Itt is központi sűrített levegővel és kompresszorral működő vezetékek segítségével vezérelt óriási méretű acélszerkezetek épültek. Az egyik levegő beszívó akna felső részében például egy több centiméter vastag, íves sínen, oldalról bemozgó vaslemezt alkalmaztak. A létesítmény egyéb helyein is hasonló nyílászárók voltak, melyet nem sokkal a beépítésük után leszereltek vagy üzemben kívül helyeztek. Ennek a rendszereknek nagyon nagy hátránya volt a megbízhatatlan működés. Továbbá lassú és nem automatikus volt a záródásuk. A sűrített levegős csőrendszer sérülékeny volt és gazdaságtalan volt a fenntartása, így mindenhol megszüntetésre kerültek. Szerencsére van olyan hely ahol nem bontották el teljes mértékben és részletei még láthatóak.

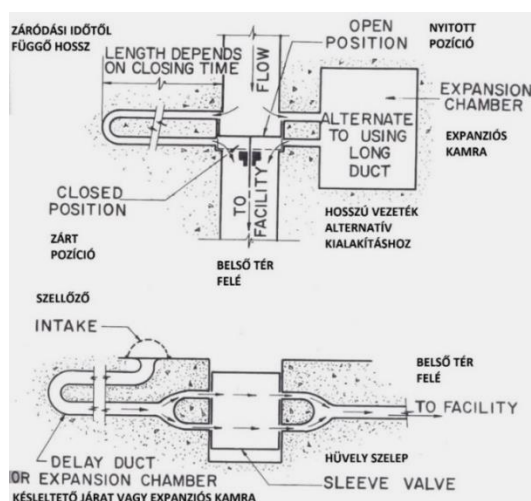
---

<sup>15</sup> Köszöntet a képért Kovács Ferencnek.



**14. ábra: Régi légbeszívó rendszer lezárás a KAGRA (volt P50) létesítményben<sup>16</sup>**

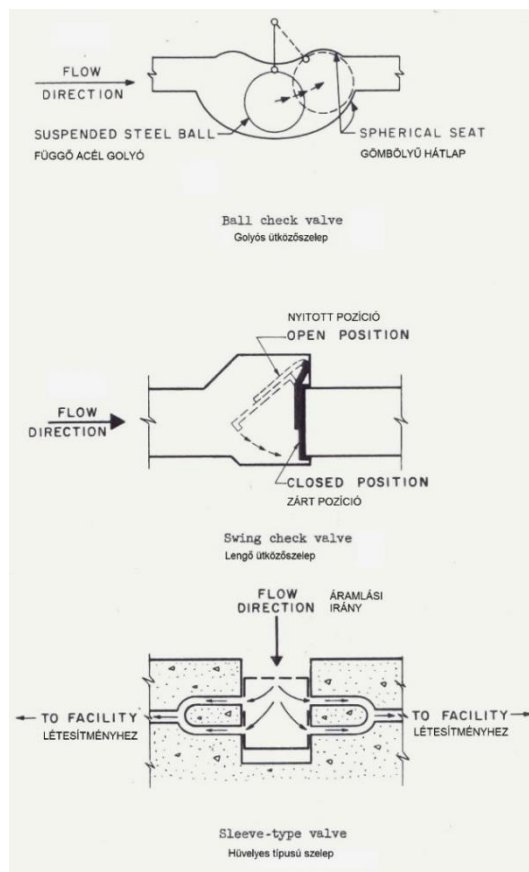
Az Egyesült Államokban az 1950-es évek végén már számtalan vázlatrajzi szinten kidolgozott megoldás látott napvilágot a légbeszívó rendszerek és személyi bejáratok léglökés esetén történő lezárására. Ezek még kezdetleges és nem kipróbált rendszerek voltak. Nem egy esetben bonyolultak voltak és működőképességük is megkérdőjelezhető lett volna. Az általában 180 fokban megtört folyosókat azért tervezték oly hosszúra, hogy a nyomóhullámnak nagyobb utat kelljen megtennie és ezzel időt nyerjenek addig, amíg az elzáró szerkezet teljes elzárása megtörténik.



**15. ábra: Komplikált megoldás légbeszívó léglökés védelmére az Egyesült Államokban az 1950-es évek végén<sup>17</sup>**

<sup>16</sup> Szerző felvétele 2011. 12. 12-én.

<sup>17</sup> Protective Construction in the nuclear age (Proceedings of the Second Protective Construction Symposium 1959. 373. (konferencia kiadvány)



**16. ábra: Ötletes megoldások légbeszívó léglökés védelmére az Egyesül Államokban az 1950-es évek végén<sup>18</sup>**

A fejlődés következő korszaka az olyan nyílászáró szerkezetek fejlesztése lett, melyek az mozgó részeit a külső nyomás hatására "önműködően" bezárják.

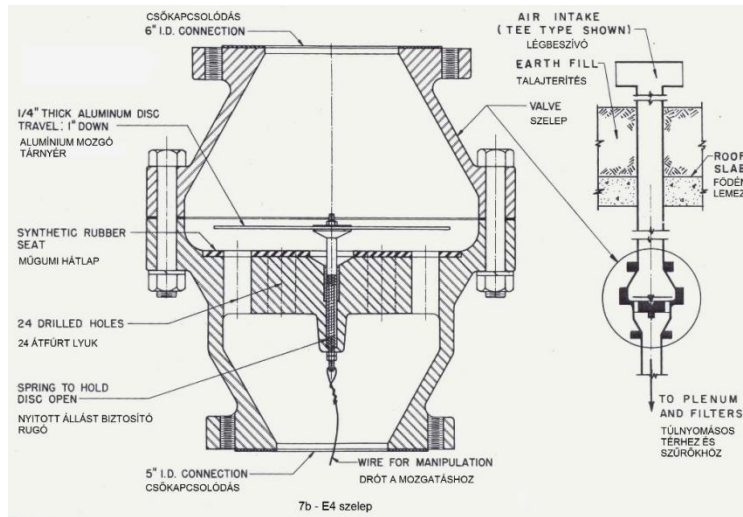
Ez lehetett egyszerű védőcsappantyús megoldás is. Ez már egy elavult szerkezet, mivel nem lehet vele szabályozni a belső túlnyomást, nem zár szívóhatás esetén és kicsi az áteresztő kapacitása.



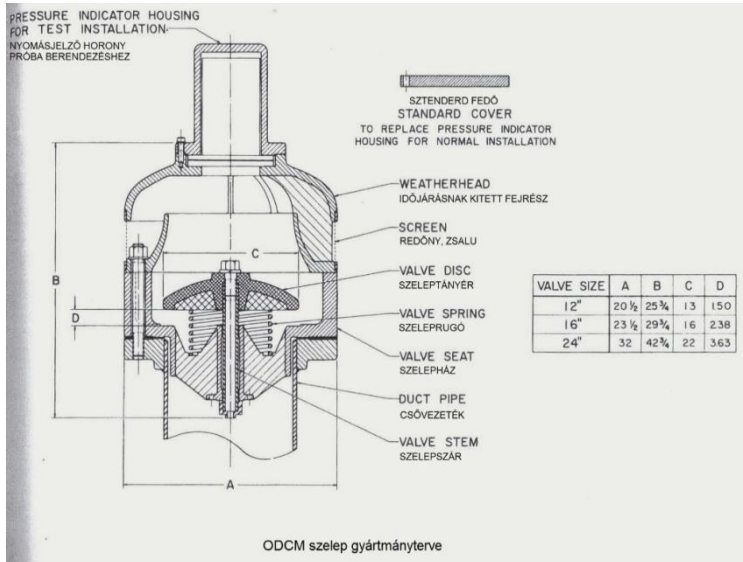
<sup>18</sup> Protective Construction in the nuclear age (Proceedings of the Second Protective Construction Symposium 1959. 374. (konferencia kiadvány)

**17. ábra: Védőcsappantyú a KAGRA (volt P50) létesítményben<sup>19</sup>**

Az Egyesült Államokban már az 1950-es évek második felében voltak olyan rendszerek, melyek detektálták az alagútba belépő hullámot, majd elektronikus jelet küldtek a beljebb lévő szelepeknek. Viszont az idők folyamán ott is az elektronika nélküli, egyszerű lökőhatásra mechanikusan záródó eszközök terjedtek el. Ezek közül az egyszerűbbek már sok hasonlóságot mutattak a ma használt társaikkal, de a legtöbb még meglehetősen bonyolult kivitelű volt. Így valószínűleg a meghibásodási kockázatuk és a fenntartásuk is kedvezőtlen lehetett.



**18. ábra: Lökőhullám elleni védőszelep az Egyesült Államokban az 1950-es évek végén<sup>20</sup>**

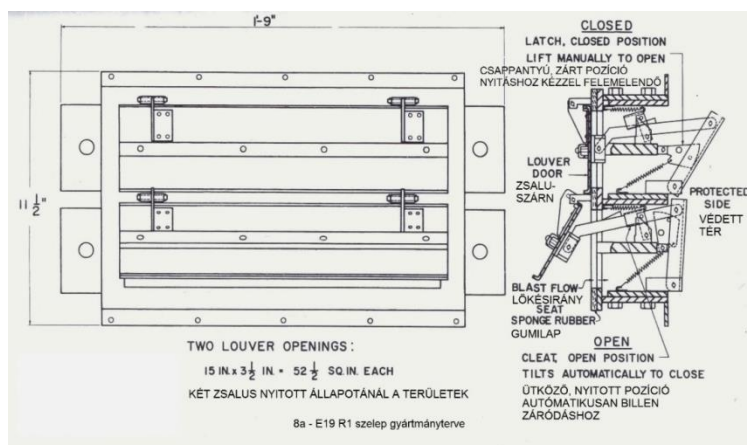


**19. ábra: Lökőhullám elleni védőszelep az Egyesült Államokban az 1950-es évek végén<sup>21</sup>**

<sup>19</sup> UNITEF Zrt. felvétele 2014. 05. 23-án.

<sup>20</sup> Protective Construction in the nuclear age (Proceedings of the Second Protective Construction Symposium 1959. 376. (konferencia kiadvány)

<sup>21</sup> Protective Construction in the nuclear age (Proceedings of the Second Protective Construction Symposium 1959. 379. (konferencia kiadvány)



**20. ábra: Lökőhullám és szívóhatás elleni zsalus védőszerkezet az Egyesült Államokban az 1950-es évek végén<sup>22</sup>**

A 20. ábra jól szemlélteti, hogy már ekkor voltak olyan szelepek forgalomban, melyek záródásuk után fixálódtak és azokat csak kézzel lehetett újra kinyitni. Ezek a rendszerek a szívóhatás esetén is zárva maradtak. A sok kicsi mozgó alkatrészük miatt megbízható működésük mégis kétséges lehetett.

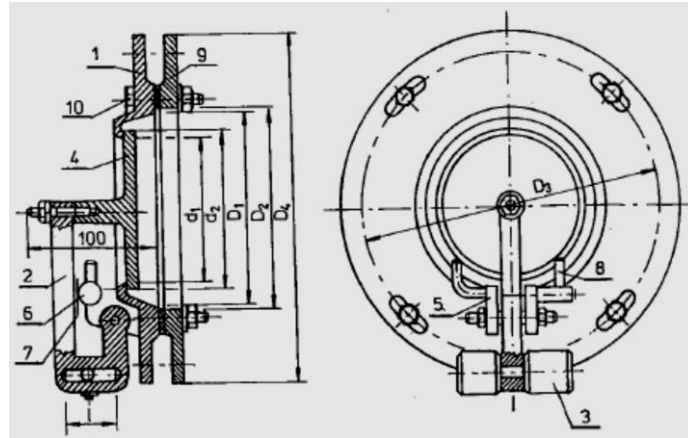
Később már hazánkban is léteztek egyedi tervezésű és szabványosított lezáró szerkezetek is. Ez utóbbiak voltak például a „KOP”, „KID” és „ZS” szelepek. Nagy védőképességű óvóhelyeken mind a hármat használták. A két előbbi típus a túlnyomásszabályozó szelepek, míg utóbbi a külső légbeszívó ágba elhelyezett léglökésvédő szelep. A KOP szelepek a vízszintes, míg a KID szelepek a függőleges beépíthetőségük miatt terjedtek el. Ezek a szelepek korlátozott mennyiségű levegő kidobásra szolgáltak.



**21. ábra: KID-150 szelepek a tóthvázsónyi volt szovjet hadianyag raktárban<sup>23</sup>**

<sup>22</sup> Protective Construction in the nuclear age (Proceedings of the Second Protective Construction Symposium 1959. 377. (konferencia kiadvány)

<sup>23</sup> Szerző felvétele 2017. 05. 24-én.



22. ábra: Léglökés ellen védő túlnyomás kibocsájtó ún. KID (ellensúlyos) szelep vázlatos műszaki rajza<sup>24</sup>

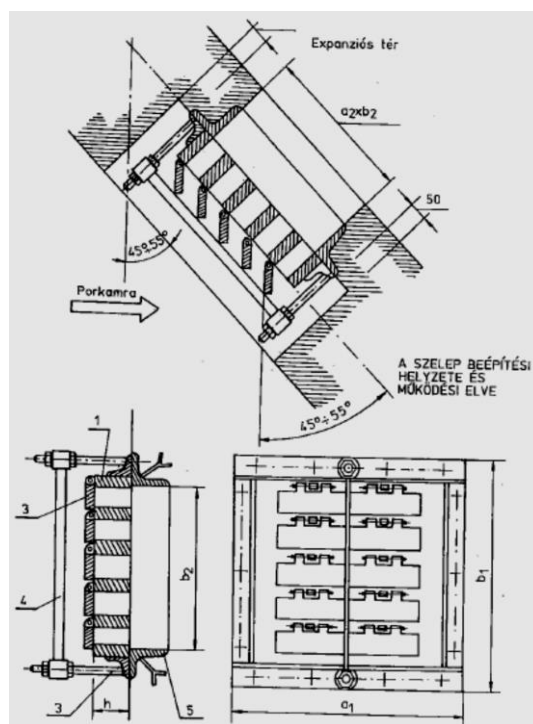
A „ZS” szelep akár igen nagy mennyiségű levegő beszívására alkalmazható szerkezet. 45 fok közeli szögtartományban kellett beépíteni, mivel így a vastag acéllemezről készült lamellái függőlegesen lógnak, de külső nyomás hatására a kerethez csapódnak és a nyitott részt lezárják. Nagy hátránya, hogy szívóhatásra nem működik, így a szelep mögötti védett térben vákuum alakulhat ki, melyből adódóan más pontokon a nemkívánatos gáz léphet be a létesítménybe. További hátránya, hogy különleges geometriájú (és általában ebből adódóan nagy helyigényű) fogadó falszerkezet kell hozzá építeni. További hátránya, hogy a zsalu (zárólap) felnyílása nem minden esetben van korlátozva és így szívóhatás esetén felcsapódhat és a következő külső nyomóhullámnál nem zár be. Ezt később nyíláskorlátozó rúddal oldották meg, mely az alábbi műszaki rajzon már látható.



23. ábra: „ZS” szelep a KAGRA létesítményben<sup>25</sup>

<sup>24</sup> Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhely Épületgépészeti előírások (műszaki irányelv) MI-04-260-5 1993. szeptember 16.

<sup>25</sup> Szerző felvétele 2011. 09. 13-án.



24. ábra: Léglökés ellen védő ún. „ZS” szelep vázlatos műszaki rajza<sup>26</sup>

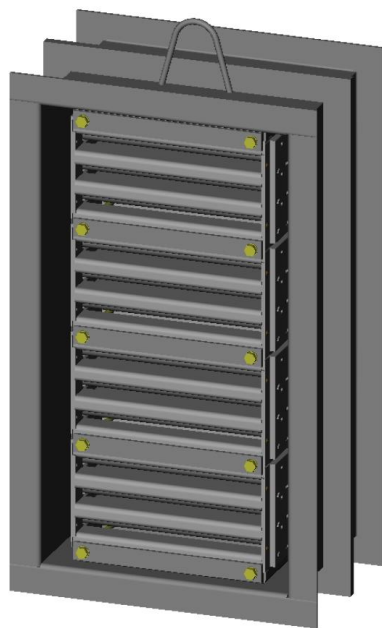
Mindegyik Magyarországon gyártott szelep működése egyszerű és megbízható. A legtöbb a mai napig is működőképes annak ellenére, hogy a fenntartásukat már évtizedek óta nem végezték el.

Napjainkban különböző gyártók új és modernebb kialakítású szelepeket hoznak folyamatosan forgalomba. Például a TEMET cég PV-KK típusjelű, nagy légátbocsajítási képességű léglökés ellen védő rendszerében egy vízszintesen fekvő acélcső mozog a légnyomás függvényében előre és hátra, így zárva a szelepet. Ezek függőlegesen és vízszintesen is beépíthetők és szívóhatás esetén is zárnak. Igen egyszerű, és megbízható kialakítás. A belső cső minden esetben acélból készül, de a tokszerkezetet a kisebb túlnyomásra készülőknel alumíniumból gyártják. Karbantartás mindössze annyiban merül ki, hogy néha tisztítani kell az alkatrészeit.

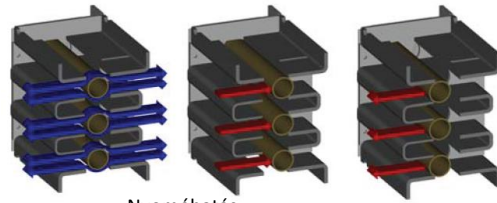
Természetesen a gyártók valóság közeli teszteknek vetik alá e termékeiket is, melyeket a gyártók sűrített levegővel végzik. Egyes gyártók a 100 bár lökészerű nyomást is képesek megfelelően kialakított tesztsöveikben előállítani sűrített levegő segítségével.

<sup>26</sup> Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhely Épületgépészeti előírások (műszaki irányelv) MI-04-260-5 1993. szeptember 20.

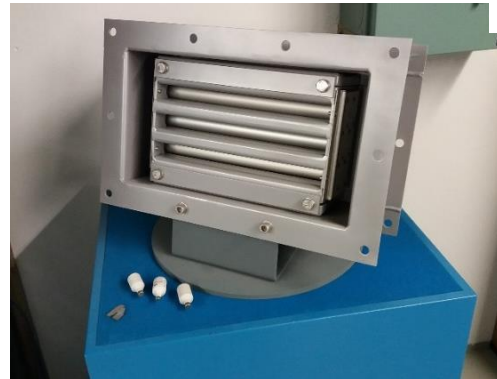




Blast Valve PV-KK-4



Normál szellőzési pozíció	Normal ventilation position	Nyomóhatás kívülről, Blast pressure from the outside	Negative pressure from the outside	Szívóhatás kívülről, szelep zárva
		szelep zárva	Valve closes	Valve closes



25. ábra: Léglökés és szívóhatás ellen védő szelep a finn TEMET gyár palettájából<sup>27</sup>



26. ábra: TEMET PV-KK blokk nyomásálló csőbe építve tesztelési cellal<sup>28</sup>

A már az 1950-es években létező 7b-E4 amerikai szelephez igen hasonló kialakítású szelepet ma is gyártanak. A működési elv megegyezik. Ezek a szelepek masszív kialakításuknál fogva ma már akár 100 bár túlnyomásnak is képesek ellenállni.<sup>29</sup> Mivel a belsejükben lévő acéltányér

<sup>27</sup> [www.temet.fi](http://www.temet.fi) (letöltve: 2008. 09. 16.) és szerző felvétele a gyár bemutatótermében 2017. 09. 08-án.

<sup>28</sup> [www.temet.fi](http://www.temet.fi) (letöltve: 2004. 05. 01.)

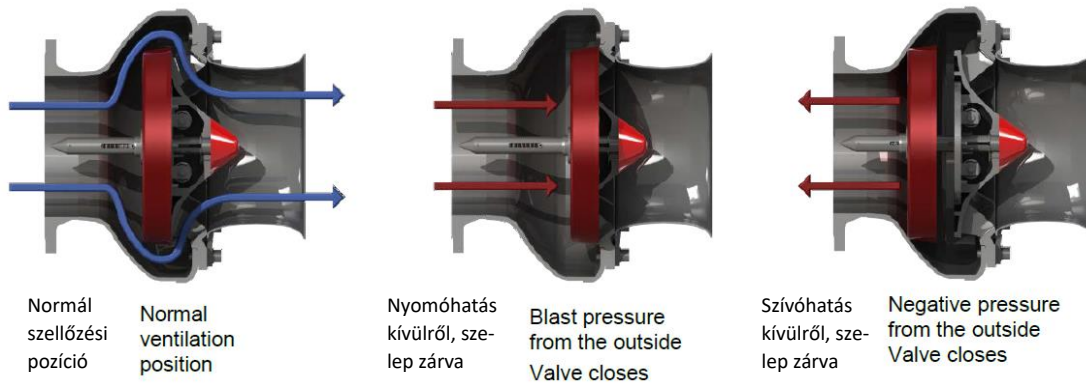
<sup>29</sup> A finn Temet cég képviselőjének szóbeli közlése 2017 szeptemberében.

mindkét irányban képes mozogni, így nyomó- és szívóhatásra is képesek működni (lásd 28. ábra).



**27. ábra: Léglökés és szívóhatás ellen védő szelep maximum 60 bár túlnyomásra a finn TEMET gyár palettájából<sup>30</sup>**

**PSV-350 Blast Valve Operation Principle**

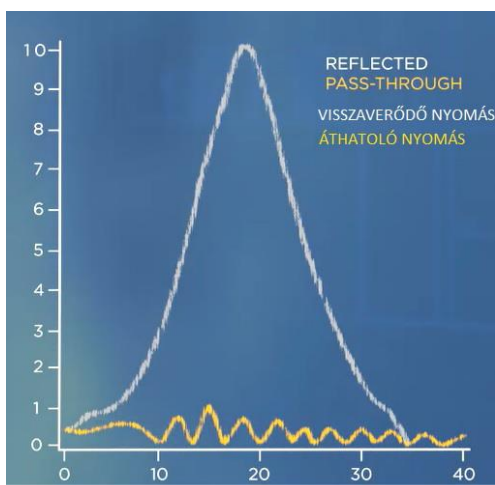


**28. ábra: Léglökés és szívóhatás ellen védő szelep maximum 60 bár egyenértékű statikus túlnyomásra a finn TEMET gyár palettájából<sup>31</sup>**

Nagyon fontos a méretezésnél figyelembe venni, hogy bármilyen jól zárjon is egy szelep a torlónyomás egy része átjut azon. Ez azért történik, mivel a mozgó alkatrészek az ütés folyamán nagy sebességgel nekiütköznek a peremekhez és részben vissza is pattannak. Ez az oda vissza „gyors pattogás” még néhányszor megismétlődik a zárásig (lásd 29. ábra alsó sárga diagramját). Például a TEMET PV-KK szelep esetén a nyomás kb. tized része képes így áthatolni.

<sup>30</sup> Szerző felvétele a gyár bemutatótermében 2017. 09. 08-án.

<sup>31</sup> [www.temet.fi](http://www.temet.fi) (letöltve: 2008. 09. 16.)



29. ábra: A TEMET PV-KK szelep nyomás-idő diagramja<sup>32</sup>

Újabb megoldási lehetőséget a fejlesztési irányok című fejezetben ismertetek.

### Kémények, kipufogók (dízel berendezések) védelme

Természetesen minden külső térrel érintkező járat és közmű léglökésvédelmét meg kell oldani óvóhelyeknél. Így nem maradhat ki a kémények, kipufogók (például a dízel berendezések) védelme sem. A hidegháború elején hazánkban a nagy védőképességű védett létesítményeket minden esetben kazánházzal is ellátták, mivel azt hitték, hogy azokat folyamatosan fűteni kell majd. Később kiderült, hogy az üzemelésből származó hulladékhőből a környező talaj-, illetve kőzetkörnyezetben az ún. hőköpeny hatására kialakuló felmelegedés ezt feleslegessé teszi, sőt ezeket a létesítményeket intenzíven hűteni szükséges. A kazánok számára nagyméretű kémények, a dízel berendezések számára kisebb kémények épületek.

A fentiek miatt ma már csak a dízel berendezések kipufogó csöveinek fix tartószerkezeti elemeken (például falakon) történő átvezetését és léglökés védelmét kell megoldani, melyre a nagyobb gyártóknak vannak eszközeik. A falakon történő átvezetésnél ügyelni kell arra, hogy ezek a csövek sok száz °C-ra is felmelegedhetnek, míg a falak nem. Tehát a hőtágulásból adódó feszültségeket kezelni szükséges. Az átvezető idomokat és a léglökés elleni szelepeket a gyártók 520 °C elviselésére tervezik. A szelepek hasonló elven működnek mint a fent bemutatott légbeszívó és légkidobó szelepek. Ezek a legtöbb esetben csak nyomásra zárnak, hiszen szívó hatás esetén legfeljebb a füstgázokat szívja ki a vákuum a csövekből és a motorból.

### Túlnyomásos belső tér, gázzáróság

Mivel a védett létesítményekbe a külső térből levegő és bármiféle anyag kontrolálatlan módon nem juthat be, így a teljes külső oldali szerkezetnek gázzárónak kell lennie. Ebbe beleértjük a külső határoló falszerkezeteket és a nyílászárókat, átvezetéseket is. Mivel igazából teljes gázzárást biztosító anyag nem létezik (még az acéllemezen vagy az üvegen is lassan képesek átdifundálni a gázok, nem is beszélve a betonról), így az óvóhelyeken belső túlnyomást kell kialakítani és tartani. Így biztosítható, hogy levegő csak kifelé áramoljon. Az óvóhelyeknek a szel-

<sup>32</sup> TEMET gyári oktatóvideóból származó ábra (TEMET airport&shelter 1.0 VIMEO).

lőzőrendszer leállítása után egy meghatározott, előírt ideig tartaniuk kell az előírt nyomást (gáztömörséget, gázzáróságot), és ezt ún. infiltrációs méréssel ellenőrzik. Ezt két évente szükséges ellenőrizni.

Már a kezdeti idők óta az ajtók peremébe épített gumitömítésekkel oldották meg a nyílászárók gázzáróságát. Ez ma is így van, mivel továbbra is jó műszaki megoldás. A nyílászárókban a gázzáróságot biztosító tömitések ma már szilikonból készülnek. Ezeket napfény nem érheti, mert akkor hamar öregednek (rideggé és törékennyé válnak). Az ajtók reteszelve úgy van megoldva, hogy ráfordítás esetén az ajtószárny rászorul a keretre, rápréselve a szilikon szalagot a keretre. Nagy védőképességű ajtóknál, melyek robbanás biztos és gázbiztos ajtók is egyben sajtokat használnak az ajtószárny tokra (és gumitömítésre) történő rápréselésére. Ilyen rendszerek vannak a budapesti metróvonalaknál.



**30. ábra: Régebbi gumitömítés a KAGRA létesítmény egyik védőajtóján<sup>33</sup>**

A vasbeton szerkezeteket és nyílászárókat úgy kell kialakítani és kivitelezni, hogy azok minél inkább tömörek legyenek. A vasbeton falak gázzáróságát nehéz biztosítani. Szabványok, előírások erre nincsenek. Vízárósági követelményekre viszont vannak.

A mérnök társadalom párhuzamot szokott vonni a gázzáróság és a vízáróság között, hiszen hasonló folyamatok, így hasonló intézkedéseket kell hozni azokkal kapcsolatban. A betonszerkezeteket azért nehéz vízáróvá (gázzáróvá) tenni, mivel porózus szerkezetűek, illetve a belőlük elpárolgó, illetve a kötéshez felhasználódó víz helyét légbuborékok fogják átvenni amelyek nagy része kapcsolatban áll a szomszédos légbuborékkal. A legfontosabb, hogy a szerkezet kvázi repedésmentes legyen. Sajnos mivel a betonszerkezetek (levegőben) első két-három hétben jelentősen zsugorodnak, így a repedésmentesség általában nem garantálható. A vízáróságot (és így a fokozott gázzáróságot) nemcsak a betonreceptúra helyes megválasztása befolyásolja hanem a bedolgozás és utókezelés milyensége is. Hazánkban vízáró (így részben gázzáró) betonszerkezeteket legalább 30 cm vastag falakkal lehet elérni. (Fejlettebb országokban

<sup>33</sup> Szerző felvétele 2011. 09. 13-án. (A nyomást az ajtóra csavarozott fakeret veszi fel, a gumiszalag tömit.)

a szigorúbb technológiai fegyelem miatt 5-10 cm-rel vékonyabb szerkezetből is megvalósítható.) Nagyon lényeges, hogy az acélbetétek betontakarása megfelelő legyen, hiszen a betonszerkezetekben a repedések ezek tengelyvonalában szoktak kialakulni. A betontakarást az ilyen szerkezeteknél legalább 10 mm-rel meg kell emelni.

Az adalékanyagoknak tömör szemszerkezetűnek kell lennie, illetve a cement elegendő lisztfinomságú legyen. Kedvező eredményekkel használhatóak a tömítő adalékszerek, a képlékenyítő és folyósító adalékszerek. A víz-cement tényező lehetőleg 0,4 értéknél ne legyen nagyobb, de egyéb előírások betartásával egészen 0,6-ig el lehet menni. A készbeton légbuborék tartalma legfeljebb 1 térfogat% legyen. A betonozást lehetőleg nem szabad megszakítani munkahézaggal. Ha szükséges akkor ott vízzáró szalagot kell elhelyezni. Az utókezelését (több hétig a beton nedvesen tartását) kötelezően be kell tartani.

A falak gázzáróságát utólag már csak injektálással vagy felületi bevonatokkal lehet fokozni, mely költséges és időigényes feladat. A nyílászárókat pontos gyártással, szilikon tömítésekkel és szakszerű üzemeltetéssel, karbantartással kell gázzárává tenni. Nem csak a gázzáró ajtókat, hanem a védőajtókat is lehet (és szokták is) gázzáró gyűrűvel tömíteni, de ezek az ajtók esetleges léglökés teherre történő alakváltozásuk során nem fognak pontosan zárni, így a védett térben elhelyezett (már jóval kisebb teherbírású) gázzáró ajtók feladata lesz ez. Ügyelni kell arra, hogy ha drénrendszer, csatornarendszer üzemel a létesítményben akkor azt is úgy kell kialakítani, hogy gázzáró legyen. Ezt a legtöbb esetben közbeiktatott (vízzel tele lévő zsompokkal) vízzárakkal szokták megoldani. Fontos, hogy ezek csak a belső túlnyomás tartása miatt készülnek, a külső léglökésből adódó túlnyomás felvételére, vagy csökkentésére alkalmatlanok.



**31. ábra: Drénrendszer gázzáróságát biztosító zsomp az egyik gázzáró ajtó előtt KAGRA létesítményben<sup>34</sup>**

A külső (általában) vasbeton falszerkezeteket érdemes lehet a belső oldalon acéllemez felületvédelemmel ellátni. Ez a gázzáróságot nagymértékben fokozza, illetve a vízszigetelést is megoldja, továbbá a térelhatároló szerkezetek belső oldalán esetlegesen jelentkező repeszleválás problémáját is megoldja. Ez a nagyon korszerű, de költséges megoldás készült egyes helyeken a budapesti metróban<sup>35</sup> illetve, egyes nagy védőképességű magyarországi objektumokban.

<sup>34</sup> Szerző felvétele 2011. 09. 13-án.

<sup>35</sup> Például a budapesti M3 metróban.



**32. ábra: Acéllemez falborítás a moszkvai Taganskiy védett vezetési pontban<sup>36</sup>**

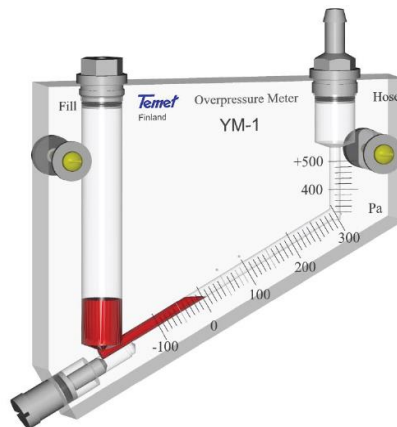
A gázzáróság ellenőrzését egy részletesen szabályozott folyamat során lehet mérni és igazolni. Lényegében a belső teret le kell zárni, a szellőztető rendszert teljes kapacitáson járatni kell, majd ferdecsőves vagy „U” csöves mikro manométerrel (túlnyomás mérővel) mérni kell a külső és belső nyomás különbségét egy a külső határoló falon átvezetett cső és csap segítségével. (Általában 100, 200, vagy 400 Pa túlnyomást szoktak előállítani a méréshez.) Majd a légbeszívást le kell állítani és figyelni kell a nyomáskülönbség felezési idejét, melyből diagram rajzolható. A felezési időtartamokra a létesítmény paramétereitől függő meghatározott érték van előírva, mely felett a létesítmény gázzárónak minősíthető.

A ferdecsőves mikro manométer egy olyan egyszerű üvegcsöves mérőműszer, mely színezett parafinolajjal (vagy régebben alkohollal) van/volt feltöltve. A hozzá csatlakoztatott mérőműszer csövét a külső oldali légnyomást mérő csaphoz kell rögzíteni. Ez lesz az ún. nulla vezeték. A ferde cső másik végére a belső tér nyomása hat. A ferde csövön ezután leolvasható a nyomáskülönbség. A hazai óvóhelyekre régebben ilyen műszert Németországi drezdai Georg Rosenmüller cégtől vásároltunk, de ma már több gyártó is gyártja. Bár az újabb ilyen műszerük pontossága jóval elmarad a régebben gyártottétól az alsó nyomás tartományban. Ma már egyre kompaktabb kivitelben, egyre könnyebben használható típusok jelennek meg a piacon. Természetesen működési elvük nem változott, melynek lényege, hogy a külső térből érkező csövön jelentkező nyomást egy olyan tartályba vezetjük, melyben a megfelelően kis sűrűségű (esetünkben általában 0,786-0,8 kg/l) folyadék helyezkedik el. E tartály egy csövön egy ferde üvegcsőhöz csatlakozik, melyben a közlekedő edények elve alapján meg fog jelenni. A ferde cső másik végét a belső tér nyomása éri. A tartály, melyben a folyadék nagy felülettel rendelkezik azért szükséges, hogy a nyomásváltozás hatására a folyadékfelszín csak nagyon kicsit mozduljon el, nem meghamisítva így a mérési eredményt. Az üvegcső ferdesége a folyadék sűrűségétől függ, melyet a gyártó beállít. A műszert a mérés előtt vízmértékkel vízszintesbe kell állítani. régebben egy óvóhelyhez csak egyet rendszeresítettek és azt kellett oda vinni ahol a mérést el akarták végezni. Ma már a korszerű óvóhelyeken minden ajtó mellett fel van szerelve a falra egy akár 30g gyorsulásra méretezett és tesztelt manométer.

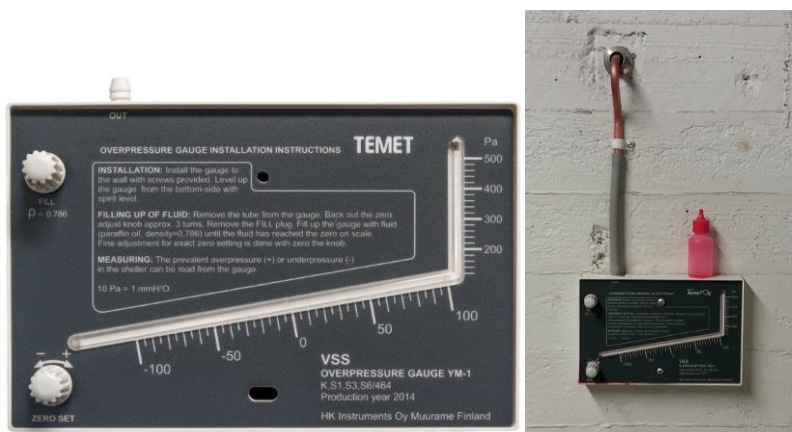
<sup>36</sup> [www.bunker42.com/eng/](http://www.bunker42.com/eng/) (letöltve 2018. 04. 23-án).



33. ábra: Georg Rosenmüller (Dresda, Németország) gyártmányú ferdecsőves manométer a Cse-  
peli Tejút utcai iskola alatti óvóhelyen<sup>37</sup>



34. ábra: YM-1 jelű túlnyomás mérő (ferdecsőves manométer)  
a TEMET-től (régebbi gyártmány)<sup>38</sup>



<sup>37</sup> Szerző felvétele 2014. 06. 21-én. (A KAGRA létesítményben is ilyen volt rendszeresítve.)

<sup>38</sup> [www.temet.fi](http://www.temet.fi) (letöltve: 2008. 09. 16.)

**35. ábra: YM-1 jelű túlnyomás mérő (ferdecsőves manométer)  
a TEMET-től (mai gyártmány)<sup>39</sup>**



**36. ábra: „U” csöves manométer a Karancsberényi volt megyei vezetési pontban<sup>40</sup>**

Felvetődik a kérdés, hogy a külső határoló falaktól a manométerekhez vezető kis átmérőjű (általában réz, vagy alumínium) csövekben a külső túlnyomás képes e behatolni, illetve nem tesz-e az kárt a manométerekben? Amennyiben a cső hosszú, úgy a kis átmérője, tehát a térfogatához mért belső felülete igen nagy. A nagy felület és így nagy súrlódási veszteség miatt a nyomás gyorsan leépül és a cső végén lévő mérőműszert nem károsítja.

Az óvóhelyek gázzáróságához szorosan kapcsolódik, hogy a külső levegő paramétereit a bent tartózkodóknak úgy kell tudni mérniük, hogy az a belső térbe ne tudjon bejutni. Erre a külső határoló falakba épített ún. laborcsapok szolgálnak. Ezekre a csapokra csatlakoztatott mérőműszerekkel (megnyitva a csapot) lehetséges mérni a külső levegő paramétereit a belső levegő elszennyezése nélkül. Anyaguk ma már rozsdamentes acél.

<sup>39</sup> [www.temet.fi](http://www.temet.fi) (letöltve: 2008. 09. 16.) és szerző felvétele a Pysäköintihalli földalatti garázsban Helsinkiben 2017. 09. 08-án.

<sup>40</sup> Szerző felvétele 2010. 11. 28-án.





**37. ábra: Korrodált gáz mintavételezési csap a volt I. kerületi PV vezetési pontban (budai Vár)<sup>41</sup>**

### Hermetikus szelepek

Az óvóhelyek teljes elzárkózásának és belső túlnyomásának biztosításához, illetve a megfelelő légáramlási viszonyok fenntartásához feltétlenül szükséges, hogy a gépészeti vezetékek és csövek hermetikus elzárása megtörténjen. Ezt a csövekbe épített ún. hermetikus szelepekkel lehet biztosítani. Már hosszú évtizedek óta ugyanaz a kialakításuk és működési elvük. Egy a csőátmérővel megegyező átmérőjű, gumitömítéssel ellátott fémgyűrűben egy tengely körül elforduló tárcsáról és ahhoz tartozó elektromos, illetve kézi elzáró karról van szó. Nagy védőképességű védett létesítményekben táv vezérelhetők, sőt a szeleptárcsák dőlésszöge is megadható, mellyel korlátozható a beszívott (vagy kidobott) légmennyiség. Csak pillanatzárakkal együtt alkalmazhatóak, hiszen ezek hirtelen és önműködően nem képesek záródni. Fontos, hogy a pillanatzárakon bejutó (csökkentett mértékű) túlnyomást képesek legyenek károsodás nélkül elviselni.



**38. ábra: Nagyméretű motoros hermetikus szelep animációja<sup>42</sup>**

### Légüstök

<sup>41</sup> Szerző felvétele 2016 nyarán.

<sup>42</sup> TEMET gyári oktatóvideóból származó ábra (TEMET airport&shelter 1.0 VIMEO).

Bár nagy védőképességű védett létesítményeket a legtöbb esetben veszély esetén lekötik a külső közműkapcsolatokról, mégis ha erre nincs idő vagy lehetőség akkor a légüstök azért készülnek, hogy az óvóhelyen a légüst mögött található közművezetéseket óvják a külső térből bejutó túlnyomástól.

Kialakítása például egy gépalapon álló hengeres tartály, amelynek van egy belépő és egy kilépő közművezetése. A tartály felső harmadába/negyedébe sűrített levegőt vezetnek be (légpárnát képeznek), melyre egy nyomásmérőt is tesznek, valamint egy biztonsági szelepet (túlnyomás esetén ez lefűj). A sűrített levegő a tartály felső részébe kompresszor segítségével kerül, amelyet az óvóhely belső teréből nyernek (vagy a beszívott levegőből, vagy a már sűrített levegő ellátásából). Külső túlnyomás hatására a légpárna összenyomódik, és a közeg nem nyomja szét a légüst mögötti vezetékszakaszt, hanem elnyeli a túlnyomást. Folyadékszállító közművek esetén a nyomáshullámból származó nyomás külső terek felé vezető csöveken keresztül a külső léglökést a létesítmény védett tere felé vezetné, de a légüstben a gyakorlatilag összenyomhatatlan folyadék a gázt komprimálja (összenyomja) és így a nyomási energia nagy része hőenergiává alakul át megvédve a belső közműszakaszt. Hasonló a működési elve mint a tanulmány további részében bemutatandó expanziós kamráké.

A folyadékszállító közművekben súlyzárás szelepeket is szoktak használni, de ezek a fokozott korróziós környezet és szennyeződések lerakódása miatt általában gyorsan tönkre szoktak menni.

#### Motorikus tolózárak

A motorikus tolózárakat az óvóhelyek folyadékszállító csőrendszereiben használják az ok lezárására, szabályozására. Hasonló kialakításúak, mint a civil szférában használatos társaik.

## FEJLESZTÉSI IRÁNYOK

A fal- és födémszerkezetek lefagyása, kifagyása ellen érdemes belső oldali hőszigeteléssel védekezni. Újabban Finnországban a természetes, kifejtett, de ebből adódóan vizesedő falakat például felületre permetezett cementbázisú ragasztóval kevert ásványgyapottal vonják be 50-150 mm vastagságban. Ez egy puha fehér anyag a felületeken, melyet könnyű javítani amennyiben megsérül. Hátránya, hogy hazai körülmények között (nagy portartalmú levegő beszívásakor) hamar elkoszolódna.

Lehetséges, hogy puha és vastag mivolta miatt akár még a védett vonal előtt lévő, behatoló nyomáshullám energiájának csökkentésére is alkalmas lehet, mivel nagy alakváltozásra és így valószínűleg energiaelnyelésre lelet képes. Ezzel esetleg még a nyomóhullám nyomási ciklusának hatásidejét is meg lehetne nyújtani, így kisebbé téve a romboló hatást.



**39. ábra: Ásványgyapot hőszigeteléssel ellátott légbeszívó folyosó Helsinkiben a Pysäköintihalli földalatti garázsban.<sup>43</sup>**

A zsiliprendszerek fejlesztési irányainak meghatározásához javasolt elemzés alá venni a gázbiztosan zárható laborhelyiségeket. A zsilipajtók közül a mindig egy zárt állapotát ellenőrző rendszer valószínűleg duplikált elektronikus felügyeleti (nyitásérzékelő) és letiltó (reteszelő) rendszer lesz a jövőben. Esetleg lehetséges, hogy a zsilipeken áthaladó személyek paramétereit (azonosításukhoz szükséges adatokat, egészségügyi állapotukat, hőmérsékletüket és egyéb adataikat) egy detektáló rendszer fogja megállapítani, mely segítségére lehet a létesítmény parancsnoka számára a döntések meghozatalában.

A vészkijáratoknál a várható fejlesztés a további, modern technikai eszközök általi felderítés megnehezítését fogja célozni. Várhatóan az álcázás magasabb szintre fejlesztése lesz a cél. Valószínűleg a továbbiakban is többfunkciós vonalas létesítmények lesznek.

A nagy védőképességű védett létesítményekben a lökésvédelemmel ellátott légbeszívók és túlnyomás elvezetők *fejlesztési irányai* nehezen megjósolhatóak. Az biztosra vehető, hogy a mozgó szerkezeti elemek továbbra is kisméretűek lesznek, mivel gyorsan kell záródniuk és ha kicsi a méretük akkor nem keletkeznek bennük nagy igénybevételek a teher hatására. Várhatóan továbbra is acélból fognak készülni. Szinte biztos, hogy egy merev mozgó acélbetét fogja a zárást továbbra is biztosítani egy ugyancsak acélból készült házban. Azok a rendszerek fognak előnyt élvezni melyek szívóhatás esetén is zárnak, illetve szinte semmilyen karbantartást nem fognak igényelni. Egyre inkább terjedni, fognak a kezelést, ápolást nélkülözni tudó megoldások (például rozsdamentes acélból készülő szelepek). Várhatóan tovább fog a kialakításuk és beépítésük is egyszerűsödni és egyre nagyobb túlnyomás elviselésére lesznek alkalmasak. Továbbra is várható, hogy a gépészmérnök által előírt légszállítási értéket több (modul) elemből, vagy blokkból fogják összeállítani. Valószínűleg nemsokára már csak a nyomó és szívóhatásnak egyaránt ellenállni képes termékek lesznek a piacon. Bizonyára célja lesz a tervezőknek, hogy a szelepeken átjutó túlnyomást (és levegőmennyiséget) csökkentsék, bár ez teljes mértékben nehezen vagy egyáltalán nem megoldható probléma.

A gázzáróság fokozásához és az elzáró szerkezetek fejlesztéséhez a jövőben javasolt a fokozott hermetizációval ellátott civil laborokban használt megoldásokat megfigyelni, átvenni. Javasolt az óvóhelyek belső falfelületeit olyan bevonati rendszerekkel ellátni, melyek a gázzáróságot fokozzák. Sajnos ezek nagy hátránya, hogy a nedvesség kipárolgását is akadályozzák (földalatti

<sup>43</sup> Szerző felvétele 2017. 09. 08-án.

létesítmények esetén), mely így a falakban gyűlik fel és hosszútávon károsítja azokat. Javasolt a belső fémlemez borítás, mely gázzárósági és a higiénés okokból is jó választás. Utóbbi a falak felületének mállását (porzását) és a porlerakódást is radikálisan csökkenti.

Nagy védőképességű óvóhelyeken bár az igen megbízható, egyszerűen, mechanikus elven működő mikro manométert használják túlnyomás mérésre, mégis valószínű, hogy ezt elektronikus mérőműszerek fogják felváltani. Nagy valószínűséggel minden létesítményben legalább egy mechanikai úton működő ilyen mérőműszert tartalékképpen leltárban fognak tartani.

A hermetikus szelepek és motorikus tolozárak kialakítása és működési rendszere nem várható, hogy radikálisan változni fog. Valószínűleg csak apróbb módosításokat fognak azokon a közel jövőben eszközölni a fejlesztőmérnökök. Távolról történő pontos szabályozásuk elsődleges lesz.

A légüstök kialakítása valószínűleg változni fog, hiszen egyik óvóhelyi szerelvényt gyártó cég sem gyárt megvásárolható késztermékként ilyet. Ezek minden esetben egyedileg tervezettek. Ebből következőképp kialakításuk a beruházói és helyi igényekhez igazodnak.

## ÖSSZEFOGLALÁS

Jelen cikkben igyekeztem a nagy védőképességű védett létesítményekben használt fal- és fődémszerkezetek, zsilipek, menekülő utak, léglökés elleni védelem, pillanatzárok, túlnyomás kibocsájtás, túlnyomásos belső tér, gázzáróság, mikro manométer, hermetikus szelepek, légüstök és motorikus tolozárak az építéstörténetét a kezdetektől napjainkig bemutatni. Egyes esetekben a tervezett, de meg nem valósult elképzeléseket is bemutattam.

Látható, hogy a fejlesztések során a tervezők a kor legkorszerűbb vívmányait használták fel ezekhez a magas műszaki színvonalat képviselő és különleges igénybevételeknek kitett szerkezetekhez.

A léglökés ellen védő szelepek fejlődését végigkísérve egyértelműen látható, hogy a bonyolult, nagyméretű, sok alkatrészből álló szerkezetektől a kis helyigényű, egyszerű, kevés alkatrészből álló és ezzel megbízhatóan, kevés karbantartási igénnyel üzemeltethető szelepek felé tevődött a fejlesztők és gyártók súlypontja.

A nem egyszer részmegoldást kínáló (például: kavics nyomáscsökkentők) után a teljes, nyomó és szívóhatásra szinte azonnal, automatikusan, teljesen lezáródó eszközök jelentek meg és váltak be.

Az is látható, hogy a megvalósult és sorozatgyártásba került szelepek mozgó alkatrészei (zsalui, szeleptányújrjai, lezáró rúdjai, stb.) minden esetben kisméretűek voltak a jelentős igénybevételek miatt. Továbbá látható, hogy ma már a könnyű beépíthetőség is igen fontos követelmény. Például a csak ferdén, igen széles és nehezen zsaluzható falba beépíthető magyar „ZS” szelepek helyett ma már biztos, hogy minden tervező és kivitelező a függőlegesen könnyen a vasbeton fal zsaluzatába behelyezhető TEMET PV-KK szeleprendszerét választaná. Ezt természetesen erősíti az, hogy ezeket sokszor szűk földalatti terekben kell elkészíteni nem ritkán bányászati körülmények között.

Olyan műszaki megoldások is vannak, melyek szinte semmit sem változtak az idők folyamán mert arra nem volt szükség. Ilyenek az ajtók tömítései és a zsiliprendszerek.

A tanulmányosorozat első részében közölt táblázatban szereplő további különleges műszaki megoldás részletes bemutatását a Műszaki Katonai Közlöny következő számaiban szeretném közölni.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] Protective Construction in the nuclear age (Proceedings of the Second Protective Construction Symposium 1959. (konferencia kiadvány)
- [2] Tóth Rudolf: A METRÓ kettős rendeltetését biztosító műszaki megoldások és speciális berendezések, előadásjegyzet (ppt).
- [3] TEMET OY cég kiadványai, honlapja: [www.temet.com/shelters](http://www.temet.com/shelters)
- [4] [www.secretnuclearbunker.com](http://www.secretnuclearbunker.com)
- [5] [www.bunker42.com/eng/](http://www.bunker42.com/eng/)
- [6] Poul Holt Pedersen és Karten Pedersen: Danmarks dybeste hemmelighed Regan Vest, 2013.
- [7] Horváth Tibor: Űrfigyelő rendszer a Cheyenne-hegy mélyén. Műszaki Katonai Közlöny 16. 181-185. (2006)
- [8] Földalatti terek kiépítése óvóhellyé, Tanulmány 103. (FŐMTERV volt TÜK tervtár)
- [9] FŐMTERV volt TÜK tervtár
- [10] Életvédelmi létesítmények tervezése: óvóhely Épületgépészeti előírások (műszaki irányelv) MI-04-260-5 1993. szeptember
- [11] Pekka Rajajärvi: Väestönsuojien rakentamisen historia ja käsikirja 1927-2016
- [12] KALLIOSUUNNITTELU OY ROCKPLAN LTD ISTAKON OY: VÄESTÖNSUOJIENTEKNINEN OPAS, OSA 1 KALLIOSUOJIENTE SUUNNITTELU-JA RAKENTAMISOPAS 2008.
- [13] 2/2002. (I. 23.) BM rendelet 381-435.
- [14] Kovács Ferenc: Állandó rendeltetésű védett létesítmények tervezésének folyamata és alapelvei a hagyományos fegyverek hatásaival szemben a NATO ajánlása alapján c. tanulmány 2. (2002)