# KKT6 – Katasztrófa-megelőzés: korszerű mérnöki módszerek

# KMM-P1

Árvíz

Vezető: Dr. Józsa János

Ennek a fókuszterületnek a hazai, határ menti, átfogóan pedig Duna-medencei relevanciáját évről évre, időnként napról napra megéljük. A témakör erősen kapcsolódik az éghajlati és szélsőséges meteorológiai hatásokhoz, és a feltáró kutatások eredményei többek között az árvizek előrejelzésében, az árvízi veszély és kockázati térképezésben, árvizek kockázatcsökkentése integrált lehetőségeinek feltárásában hasznosulnak. De ide tartozik a területi vízgazdálkodási problémák szélsőséges helyzeteinek, a belvíznek és az aszálynak a kezelése, a töltés- és gátszakadások folyamatának megértése, a magas partok állékonyságának javítása is. A Balaton kiugró mértékű vízlengése és hullámzása pedig a tavak kiáradásának jelenségét az utóbbi években reflektorfénybe hozta, a meglévő viharjelző rendszerekhez társulva korszerű tavi kiöntési és mentéstámogató rendszerek fölállítását szorgalmazva.

|  |  |
| --- | --- |
| Kód | Téma címe |
| KMM-P1-T1 | Éghajlati és szélsőséges meteorológiai hatások vizsgálata (GNSS távérzékeléssel) |
| KMM-P1-T2 | Árvizek előrejelzése |
| KMM-P1-T3 | Árvizek kockázatcsökkentésének integrált lehetőségei |
| KMM-P1-T4 | Területi vízgazdálkodás szélsőséges helyzetei: belvíz és aszály |
| KMM-P1-T5 | Töltés- és gátszakadások |
| KMM-P1-T6 | Rézsűállékonyság |
| KMM-P1-T7 | Magas partok állékonysága |
| KMM-P1-T8 | Tavi viharjelző és mentéstámogató rendszerek |
| KMM-P1-T9 | Árvízi lefolyás |
| KMM-P1-T10 | Árvízvédelmi gátak diszperzitás-vizsgálata |
| KMM-P1-T11 | Buzgárképződés az újabb kutatások alapján |
| KMM-P1-T12 | Ponyvaszerkezetű ideiglenes árvízvédelmi gátak |
| KMM-P1-T13 | Épületszerkezetek felkészítése a szélsőséges meteorológiai hatások elviselésére |
| KMM-P1-T14 | A jégverés és ónos eső károsító hatásai, és a károk csökkentési lehetőségei megfelelő szerkezeti kialakítással, anyagválasztással |
| KMM-P1-T15 | Vízfelszívódás hatása az építőanyagok és épületszerkezeti elemek viselkedésére. A vízmentesítés épületszerkezeti kérdései.  |
| KMM-P1-T16 | Katasztrófák utáni elhelyezést biztosító mobil házak |
| KMM-P1-T17 | Árvízvédelmi kérdésekkel kapcsolatos matematikai modellek |

# KMM-P1-T1

Éghajlati és szélsőséges meteorológiai hatások vizsgálata (GNSS távérzékeléssel)

Kapcsolattartó: Dr. Rózsa Szabolcs

A műholdas helymeghatározó rendszerek (GNSS) által sugárzott jelek a földmegfigyelés számos területén alkalmazhatóak távérzékelési céllal. Aktuális kutatási területek a légköri vízgőztartalom térbeli és időbeli eloszlásának vizsgálata, a magas légkör állapotának vizsgálata, a vízfelületek hullámzásának megfigyelése, illetve a talaj nedvességtartalmának meghatározása a visszavert GNSS jelek elemzésével.

Ezek a kutatási területek szorosan kapcsolódnak a katasztrófavédelem területéhez. A légköri vízgőz az egyik legjelentősebb üvegházhatást okozó gáz, így klimatológiai szempontból is fontos a vizsgálata. Emellett a szélsőséges csapadékok kialakulásának előrejelzése szempontjából is elengedhetetlen a kellően megbízható monitorozása és modellezése. A magas légkör - az ionoszféra - állapota a telekommunikációs műholdak működését befolyásolja, míg a vízfelületek hullámzásának megfigyelése, illetve a talaj nedvességtartalma szintén fontos tényezője az árvizek illetve hullámzásból eredő elöntések szempontjából.

Megjegyzés: A témában az Általános- és Felsőgeodézia Tanszék vezeti a COST ES-1206: GNSS szerepe a szélsőséges időjárási helyzetek megfigyelésében és a klímakutatásokba projektben a hazai kutatási feladatokat.

A fentiek kiegészülnek az Áramlástan Tanszék kompetenciájával: az épített környezetet és közlekedési útvonalakat érintő, katasztrófavédelmi témájú meteorológiai hatások vizsgálatával.

Példák: a hóesés és a szél kedvezőtlen együttállásának (különösen nagy károkat okozó hófúvások, pl. a 2013. március 15-e körüli események) vizsgálata, előrejelzése, mérnöki intézkedések (pl. hófogó rácsok kialakításának) támogatása, katasztrófavédelmi intézkedési tervezés támogatása szélcsatorna-kísérletekkel és numerikus szimulációval. Szélcsatorna-mérések végzése épületek, hidak, tornyok és egyéb szélre érzékeny szerkezetek valós szélterhelésének meghatározására, a tervezési vagy havária utáni (baleseti elemzési) fázisban.

# KMM-P1-T2

Árvizek előrejelzése

Kapcsolattartó: Dr. Krámer Tamás

Az operatív árvízi előrejelzés célja az, hogy megbecsülje egy küszöbön álló árvíz időbeli alakulását, elsősorban a tetőzés vízszintjét és időpontját, ezzel támogatva a védekezés irányítását és a lakosság esetleges riasztását.

Az előrejelzés központi elemét képezik azok a hidrológiai ill. árhullám-transzformációs modellek, amelyek megbecsülik a meteorológiai hatásokból keletkező lefolyást a felsőbb vízfolyásszelvényekben, majd leírják az árhullámok alsóbb vízfolyásszakaszokra való áthelyeződését. Már a rendszer tervezését meg kell, hogy határozza az az operatív igény, hogy az eljárásoknak hiányos adatellátottság mellett is működőképesek maradjanak, és néhány napos időtávra mindössze legföljebb egy óra számítási idővel megbízhatóan szolgáltassák az előrejelzéseket. Az alacsony számítási költségüknek köszönhetően az árhullám transzformálására nagyobb folyóhálózatok előrejelző rendszereiben elsősorban adatvezérelt módszereket alkalmaznak.

A jelenleg folyó kutatások fő célja a hidrodinamikai modellezés adaptálása, amellyel a geometriai adottságokat figyelembe véve, a fizikai törvényszerűségeket betartva adható becslés a minden eddigit meghaladó árhullámokra. Megoldandó a számítás gyorsítása, az összetett lefolyású folyóvölgyek egydimenziós leképezése, a mérési adatok asszimilációja.

# KMM-P1-T3

Árvizek kockázatcsökkentésének integrált lehetőségei

Kapcsolattartó: Dr. Koncsos László

Az árvízvédelem a magyar vízgazdálkodás kulcsfontosságú eleme. A szakma vélekedése a jövőbeli stratégiai és gyakorlati kérdésekről nem feltétlenül egységes, inkább valamiféle átmeneti állapot jellemzi: az érintettek jelentős része csak a jelenlegi védelmi rendszer korrekcióját látja szükségesnek és lehetségesnek. Ugyanakkor egyre hangsúlyosabb az az álláspont, miszerint

(a) az árvízkockázat költséghatékony csökkentésében kulcsszerepet kell hogy játszanak a mesterséges és ahol lehetséges, ott különösen a természetes tározóterek (mélyárterek), valamint

(b) az árhullámok levonulásához nem csak károk (vízkárelhárítási feladatok és katasztrofális események költségei) köthetőek, hanem számos jelentős haszonvétel is (vízvisszatartás és a kapcsolódó ökoszisztéma szolgáltatások).

Az integrált árvízi kockázatcsökkentés koncepcionális kérdései a Tisza-völgy viszonylatában jól feltártak, ugyanakkor más vízgyűjtőkre vonatkozó, illetve országos léptékű elemzések és a gyakorlati megvalósítás terén továbbra is vannak kutatási feladatok.

# KMM-P1-T4

Területi vízgazdálkodás szélsőséges helyzetei: belvíz és aszály

Kapcsolattartó: Dr. Kozma Zsolt

A hazai területi vízgazdálkodás egyik fő jellemzője a "sok víz-kevés víz" tünetegyüttes. A térben és időben gyakran átfedő, rendszeresen visszatérő két hidrológiai szélsőség, a belvíz és az aszály az ország területeinek közel felét érinti. Az okozott károk éves várható értéke belvíz esetén 8-16, míg aszály esetén 20 milliárd forintra tehetőek. A szélsőségek számos okra vezethetőek vissza, melyek közül a legmeghatározóbbak (i) a Kárpát medence mélyen fekvő síkvidéki területeinek hidrológiai-meteorológiai kitettsége, (ii) a helytelenül megválasztott területhasználat és (iii) a megelőzés helyett a védekezésre fókuszáló vízgazdálkodás.

A felhalmozott szakmai tudás óriási méretű, az elmúlt 10-15 év mérési és számítási téren végbement technológiai fejlődése új alapokra helyezte a belvíz és az aszály tanulmányozását. Ennek megfelelően több nyitott kutatási feladat fogalmazható meg: (i) veszélyeztetettség és -kockázat térképezés országosan (belvíz esetén a módszer adott, aszályra ez még kidolgozandó), (ii) a korszerű monitoring és előrejelzés fejlesztési lehetőségei, (iii) a szélsőséges helyzetek megelőzését elősegítő, a vízvisszatartásra alapuló integrált vízgazdálkodás kidolgozása. A felsorolt feladatok mindegyikét bonyolítja az, hogy a jelenlegi állapoton túl célszerű a lehetséges vízkormányzási és területhasználati beavatkozások, illetve környezeti trendek hatásait is számításba venni.

# KMM-P1-T5

Töltés- és gátszakadások

Kapcsolattartó: Dr. Nagy László

Az árvízvédelmi gátszakadásokat sok irányból meg lehet szakailag közelíteni, a gátszakadás fizikai modellezésén, a kiömlött víz szétterülésén, a keletkezett károkon át a történelmi adatok feldolgozásáig.

A történelmi adatok, a Kárpát-medence több, mint 2500 gátszakadása elég sok ismeretet, műszaki adatot, értékelési lehetőséget tartalmaz ahhoz, hogy a mai árvízvédekezők is hasznos tapasztalatokat szerezhessenek belőle. Az adatgyűjtés a következő területekre terjed ki:

1. évszám,

2. folyó,

3. gátszakadás mechanizmusa,

4. gátszakadás helye (folyó, part, szelvény szám),

5. gátszakadáshoz vezető árvíz kialakulásának oka,

6. gátszakadás hossza,

7. gát meghágások (átömlések) amik nem vezettek gátszakadáshoz,

8. gátszakadásnál az elöntött terület nagysága,

9. károk a korabeli felmérés szerint,

10. áldozatok száma,

11. a gátszakadás pontos időpontja,

12. kopolya megléte,

13. a gátszakadás jelenleg melyik Vízügyi Igazgatóság területén van,

14. a gátszakadás melyik öblözetben található,

15. egyéb körülmények, megjegyzés.

Ezek alapján a tudományos értékelés célul tűzheti ki a gátszakadás mechanizmusának jobb megismerését, a morfológiai körülmények általánosítását, valamint a talajjellemzők és kopolyaképződés megalapozását.

# KMM-P1-T6

Rézsűállékonyság

Kapcsolattartó: Dr. Takács Attila

Hazánkban a természeti adottságok következtében a domboldalak lejtői a hasznosítható területek jelentős részét képezik, így gyakran építkezünk ezeken a lejtőkön. A természet-átalakító tevékenység egyre nagyobb a méreteiben is, a gazdaságosnak vélt kialakításhoz újabb és újabb területeket kell kialakítani hasznosítás céljára, és ez a dombokkal és hegyekkel szabdalt területeken csak egyre mélyebb bevágások és egyre magasabb feltöltések, valamint egyre tekintélyesebb méretű gátak kialakításával lehetséges. Az emberi alkotások és beavatkozások biztonságának és tartósságának a szavatolása a mérnökök kiemelt feladata, a geotechnika területén talán az egyik legszebb és legösszetettebb munka a rézsűállékonysági biztonság meghatározása és a megbízhatósági elven történő méretezés.

Azonban felszín közeli talajmozgás bekövetkezhet emberi beavatkozás nélkül is, hiszen a felszín folyamatosan változik a természeti erők és a meteorológiai hatások következtében. A téma aktualitását igazolják a dunai és balatoni magaspartok újra és újra előkerülő károsodásai, amelyek egy része humán beavatkozás nélkül is létrejönne, de kétségtelen, hogy az emberi tevékenység felgyorsítja kialakulásukat és növeli a kiterjedésüket.

Ezek alapján a tudományos értékelés célul tűzheti ki a rézsűkárosodások mechanizmusának jobb megismerését, a károsodások csoportosításának egységesítését, a bekövetkezett hazai rézsűkárosodások összegyűjtését és tudományos rendszerezését, a kialakulásuk körülményeinek jellemzését, valamint az állékonyságvizsgálati módszerek összehasonlítását és a tönkremeneteli valószínűség becslési módszereinek kidolgozását.

# KMM-P1-T7

Magas partok állékonysága

Kapcsolattartó: Dr. Móczár Balázs

A dunai és a Balaton melletti magaspartok mozgásai a partközeli sávok beépítésének növekedésével egyre több gondot okoznak az érintett településeknek. A több évtizede észlelt és vizsgált mozgások mind lakó, mind ipari területeket érintettek a Duna Budapest és a szerb határ közötti szakaszán. A partfalak mozgásaiból származó károk esetenként igen jelentősek voltak, a szükségessé váló beavatkozások költségei helyenként többszörösen meghaladták az érintett települések gazdasági lehetőségeit. A múlt század egyik legnagyobb partfal mozgása - mint ismeretes - Dunaújváros környezetében volt, lakott és ipari területet érintve. A több millió m3 volumenű földtömeget érintő partfalmozgás okozta károkat nagy költséggel helyreállították, a partfal geometriáján, a terep víztelenítésénél jelentős átalakításokat végeztek a későbbi, esetleges károsodások megakadályozására.

Az említett nagy károsodás környezetében a későbbiekben és a közelmúltban is nagykiterjedésű part-fal mozgások jöttek létre a part menti sávok intenzív beépítése után.

A Duna Budapest alatti szakaszán történt egyéb partfal károsodások mellett a Duna magyarországi déli szakaszán, valamint a Balaton melletti területeken az utóbbi évtizedben több milló m3 tömegű partfal rogyott le vagy mozdult meg (Ercsi, Rácalmás, Dunaújváros, Dunasszentmiklós, Dunaföldvár, Dunaszekcső, Kulcs, Tihany, Balatonakarattya, Balatonvilágos, Fonyód stb.). A mozgás közvetlen környezetében szinte mindenhol beépített területek találhatóak. A mozgások évről évre több helyen kiújulnak és újabb területek, partfal szakaszok lesznek érintettek.

A magaspartok, partfalak vizsgálata, a megelőzés és stabilizálás lehetőségei komoly feladatot rónak a szakemberekre. Többek között alábbi feladatok vizsgálatára, kutatására van szükség: Magaspart-mozgások típusai; A magaspartok földtani története, hidrogeológiai jellemzésük; A magaspart mozgások talajainak kora és fizikai paraméterei; A nyírófeszültség és a nyírószilárdság időbeli változása; A talajvízviszonyok szerepe, elemzése; Fagyhatás, szél, eső, erózió szerepe; Erdőirtás következményei; Fagyökerek hatása; Dinamikus hatások a magaspartokra; A csapadék és a magaspart mozgások összefüggése; A lábnál lévő folyó- vagy tóvízszint, illetve a változásának a hatása az állékonyságra; Az áramlási nyomás szerepe az állékonyságban; A partfalmozgások okainak rendszerezése; Állékonysági vizsgálatok végzése hagyományos módszerrel és végeselemes programmal; A kúszás szerepe, és annak vizsgálata; Az agyagásványok szerepe az állékonyságban (Na, Ca); Javaslatok a magaspartok stabilizálására, a mozgások megállítására, különös tekintettel a vízrendezésre, a víztelenítő rendszerek kiépítésére; Védekezés a magaspartok mozgásai ellen, Geometriai módszerek; Hidrológiai módszerek; Kémiai, mechanikai és biológiai módszerek; Mozgásmérés, monitoring rendszer kialakítása és üzemeltetése, A megtámasztási módok hatékonyságának a vizsgálata.

# KMM-P1-T8

Tavi viharjelző és mentéstámogató rendszerek

Kapcsolattartó: Dr. Krámer Tamás

Tavaink vízbiztonságának megteremtése több szempontból is sürgető, aktuális feladat, számos tudományos kutatási részfeladattal, különös tekintettel a szélsőséges helyzetek jó kezelésére. Mindennek egy központi eleme hidrodinamikai alapú 3D tómodellek kifejlesztése, amelyek rövidtávú, valós idejű előrejelző, mind feltételezett veszélyhelyzeti forgatókönyvek elemző-kiértékelő eszközeként számos újszerű szolgáltatást tudnak nyújtani a vízbiztonság fokozásához.

Egy-egy havária, vagy a szélsőséges meteorológiai és hidrológiai körülmények rendkívüli katasztrófavédelmi feladatokat is diktálnak: alacsonyabb vízparti területeken árvízi védekezés az erős szelek hatására kiöntő tó ellen, viharban a vízi sportolók kimentése és az elsodródott hajók felkutatása, vagy a felszínen úszó szennyezésfoltok lokalizálása.

A katasztrófa kiváltó okai és következményei közvetlen összefüggésben állnak a tó vízszintjeivel, lengésével, hullámzásával és áramlási mezőjével, így a probléma időben való kezelését nagyban segítené a hidrodinamikai állapot rövid távú, operatív előrejelzése vagy az aktuális körülmények között lehetséges szélsőségek meghatározása. Az érdekeltek egy modellrendszer használatával számszerűsíthetik a tó adott hidrodinamikai állapotát, vizsgálhatják azt, hogy szükséges-e bármiféle beavatkozás, és ha igen, akkor annak a hatását előre megbecsülhetik.

# KMM-P1-T9

Árvízi lefolyás

Kapcsolattartó: Dr. Krámer Tamás

Folyók árvízi gazdálkodási és védelmi feladataiban az utóbbi években központi szerepet játszik az 1-, 2- és 3-dimenziós hidrodinamikai modellezés, és ez folyamatos, tudományos alapú fejlesztési feladatokat ad a szakterület kutatóinak. A folyók védvonalain belül a kutatás és alkalmazásának elsődleges célja a tervezéshez mértékadó árvízszintek meghatározása, az árvízlevezetési zónák lehatárolása, a jelenlegi lefolyási akadályok feltárása, és a javítást célzó beavatkozási hatásbecslése.

A fenti feladatokra jelenleg folyó kutatások aktuális fő céljai, hogy a különféle dimenziószámú hidrodinamikai modellek legyenek szakszerűen felépítve, kalibrálva, igazolva. A bizonytalanságok miatt nem kell törekedni túlzott pontosságra és részletességre, azonban a fizikai leírásban fejleszteni kell a talajvízzel való kapcsolat és a növényzeti ellenállás leírásán, mégpedig azokon a folyószakaszokon, ahol ezekre érzékeny az árhullámok dinamikája.

# KMM-P1-T10

Árvízvédelmi gátak diszperzitás-vizsgálata

Kapcsolattartó: Dr. Nagy László

1980-ban a Körösökön két teljesen váratlan gátszakadás következett be olyan szelvényekben, ahol a veszélyt semmilyen "árvízi jelenség" korábban nem jelezte, ahol a szelvény méretei teljes biztonságot ígértek. Mindkét szakadás okát sikerült tisztázni: egyik egy buzgáros talajtörés volt egy ősmeder keresztezésében, másik pedig a hazánkban akkor legelőször kimutatott diszperzív talaj okozta azt, hogy a máskülönben jól kivédhető talpcsurgások szakadáshoz vezettek.

Diszperzív az a kötött talaj, melyben a belső felületi erők kicsik. Az ilyen talaj szemcséi könnyen szétválnak egymástól, a talaj felszínét a víz könnyen erodálja. A diszperzív talajt tehát legkönnyebben az árulja el, hogy szabad felszínét a csapadékvíz könnyen erodálja, benne mély hasadékokat, járatokat hoz létre. Ezt még gyepesítéssel sem lehet megakadályozni. Jól egyezett a gyakorlati tapasztalatokkal az azóta nálunk is rendszeresített "tűszúrás vizsgálat", mely magát a kritikus jelenséget, egy szűk nyílásban átfolyó víz erodáló hatását érzékeli. A gáton keresztül valamilyen járaton vagy repedésen meginduló vízszivárgás a járatot erodálhatja olyan gyorsan, hogy a gát megmentésére már nincs idő. Több tucat külföldi földgát szakadt már el így és 1980 óta erre már hazai példát is ismerünk.

A vizsgálatok egyik célja kimutatni, hogy a geotechnikai megközelítés milyen módon hasonló a talajtani alkalmazással, a diszperz talajok és a szikes talajok átfedése milyen mértékű. Ehhez kiegészítő információkat szolgáltat a Galli-féle mértékadó hézagtényező vizsgálata. A diszperzív talajok helyszíni gyors azonosítása árvízvédelmi gátaknál roncsolás mentes módszerrel megoldható. Ez lehetővé tenné a XIX. században szikesnek nevezett töltésszakaszok felkutatását, azonosítását, vizsgálatát.

# KMM-P1-T11

Buzgárképződés az újabb kutatások alapján

Kapcsolattartó: Dr. Nagy László

A buzgárképződés, a hidraulikus talajtörés az árvízvédelmi gátak tönkremenetelének műszakilag talán a legérdekesebb és a suvadással együtt a “leglátványosabb” módja. A folyók vízszintjének emelkedése, és az ezt követő gátmagasítások várhatóan egyre több buzgár megjelenését okozzák. A buzgárképződés folyamata, a talajtörést kiváltó három tényező bonyolult összhangot alkot. Egyenként egyre jobban paraméterbe tudjuk foglalni a buzgárképződés kritériumait, meg tudjuk egyértelműen előre határozni azt, hogy mely szakaszokon várható buzgár és azt is, milyen vízállásnál lehet számítani a védképesség ilyen irányú kimerülésére. Azonban azt, hogy hol kell katasztrófára számítanunk nem lehet megmondani, mert függ a védekezők aktivitásától is. Vannak biztos eljárásaink, mind árvízvédekezésre, mind a biztonság növelésére (szivárgási úthossz növelése, szabályozott vízkivezetés, vízzárófal alkalmazása, stb.) melyek alkalmazása elkerülhetővé teszi a katasztrófa kialakulását. A buzgár képződés kutatásánál fontos a geometriai (talajrétegződés), hidraulikai és szemeloszlási kritériumainak szétválasztása, majd újrafogalmazása kölcsönhatásuk alapján.

Árvízvédekezés szempontjából a buzgárok, buzgárveszélyes helyek előjelezhetősége a legfontosabb kérdés. Hol várható buzgár megjelenése? Ez a kérdés már jelenleg is megválaszolható. Ahol korábbi évek árvizei alatt volt buzgár és az árvizet nem követte gáterősítés, ott továbbra is mindenhol nagy valószínűséggel kell buzgárra számítani. Számos példa van arra, hogy a korábban intenzív fakadóvizes területen egy újabb, magasabb árvíznél buzgár alakul ki. De az ellenpélda is van, a korábbi buzgár helyén egy következő árvíznél nincs jelenség. Végül nagy általánosságban megállapítható, hogy hordalékkúpon és holtágkeresztezésben várható a leggyakrabban buzgár megjelenése. Ezt a megállapítást erőteljesen ki kell használni egy a jövőben alkalmazandó buzgár térképezésnél. Ezeket a vizsgálatokat indokolja az élet is, a 2013. évi árvizeknél jó sok buzgár volt.

Sem a hidraulikai, sem az anyagszerkezeti kritériuma egy buzgárnak nem teljesen feltárt. Bizonyos paraméterekről tudjuk, hogy szerepük van a buzgár kialakulásában, azonban hatásukat még nem lehet számszerűsíteni. A korábbi kutatások alapján meg tudjuk fogalmazni, hogy milyen szemeloszlás frakciók mosódnak ki és tudjuk jellemezni azt is, milyen frakciók kimosódása nem várható. Szemeloszlási görbék alapján le tudjuk határolni a kimosódásra legveszélyesebb tartományokat.

# KMM-P1-T12

Ponyvaszerkezetű ideiglenes árvízvédelmi gátak

Kapcsolattartó: Dr. Ádány Sándor

Ideiglenes, mobilis árvízvédelmi gát egy lehetséges megoldása a vízzel töltött ponyvaszerkezetű tömlő alkalmazása, melyre az utóbbi időben számos javaslat született. A szerkezet hatékony alkalmazhatóságához – számos technológiai probléma megoldása mellett – szükséges az is, hogy a tömlő alakjának és a ponyvában ébredő erőknek a meghatározása megfelelő pontossággal történjen. Minthogy a ponyva extrém nagy alakváltozásokat végez mind vízzel való feltöltése, mind a külső vízterhelés alatt, a hagyományos mérnöki erőtani számítási módszerek kevéssé alkalmazhatóak. Speciális számítási eljárásokra van szükség, melyek megfelelően képesek modellezni a ponyva és víz kölcsönhatásaként kialakuló térbeli geometriát, erőjátékot, és a nagy elmozdulásokat. A kutatás célja analitikus és numerikus számítási módszerek kidolgozása és alkalmazása különféle lehetséges szerkezeti kialakítások esetén. Az eredmények és tapasztalatok alapján optimális kialakítású szerkezetek tervezhetők.

# KMM-P1-T13

Épületszerkezetek felkészítése a szélsőséges meteorológiai hatások elviselésére

Kapcsolattartók: Dr. Tóth Elek, Dr. Vigh L. Gergely

Közép- és Kelet-európa épület- és szakipari szerkezeteinek tervezési elvei az elmúlt 100-200 év átlagos, illetve szélsőséges időjárási adatainak megfelelően alakultak. A globális éghajlatváltozás következtében a meteorológiai terhek (hó, szél, egyidejű csapadék, jégeső) oly mértékben megváltoztak, hogy a meglévő és a jelenleg azonos elvek alapján tervezett és épített szerkezetek alkalmazása esetén egyre gyakoribbak a káresetek. Ezek a változások a biztosítói adatbázisokban, és a bírósági szakvélemények témájának alakulásában is nyomon követhetők.

A kutatás célja adatgyűjtés és elemzés révén a hatások statisztikai és valószínűségi jellemzése a klímaváltozás hatásának figyelembe vételével, a meglévő szerkezetek meteorológiai terhek változásával szembeni ellenálló képessége határértékeinek meghatározása a változások trendjével összefüggésben, illetve a meglévő szerkezetek megerősítési lehetőségeinek és módszereinek, várható költségeinek és gazdaságosságának vizsgálata, esetenként javaslat a meteorológiai terhek jelenlegitől eltérő figyelembe vételére a tervezés során.

# KMM-P1-T14

A jégverés és ónos eső károsító hatásai, és a károk csökkentési lehetőségei megfelelő szerkezeti kialakítással, anyagválasztással

Kapcsolattartó: Dr. Stocker György

Az időjárási események extremitása jelentősen megnövekedett mind gyakoriságban, mind pedig intenzitásában. Egyik ilyen különleges időjárási esemény a nyári időszakban bekövetkező jégverés, melyet erős szélhatás is kísér. A téli extrém helyzet előidézője a jégsánc képződés a tetőkön, különös tekintettel a fémfedésű, tetőtérbeépítések esetében, ahol a belső terek hővesztesége, illetve a fémlemezt felmelegítő napsugarak hatására a hó a tetőn megolvad, majd a hidegebb, már épülettömegből kiálló ereszsávban visszafagy. A jégverés okozta káresemények percek alatt következnek be, rövid, ideig tartó, különböző erősségű hatások érik első sorban az építmények felületeit takaró épületrészeket, épületszerkezeteket. Ezen szerkezetekben okoznak óriási károkat. A jég a tető beszellőző keresztmetszeteit, elzárhatja, illetve a jégsánc felett feltorlódó olvadékvíz, a tetőfedő elemek átfedéseinél magasabbra összegyűlve könnyedén a fedés alá juthat. A hazánkban uralkodó kontinentális viszonyok között a többszöri olvadási-fagyási periódusokban, melyek akár egy napon belül is jelentkeznek, különösen nagy veszélye van a fenti jelenségnek, ezért az ereszek kialakítása során gondolni kell annak megelőzésére.

A kutatás során a hatások elemzése az elsődleges feladat, a védekezés, a megelőzés pedig lehet egy speciális irány, amely e természeti káros hatás okozta helyzetet enyhítheti.

A kutatás fő célkitűzései:

- a magyarországi területi vizsgálat, mely a jégverésnek kitett területeket osztályozza a meteorológiai adatok alapján (jégverési osztályzási adatsor felállítása, pl: JK1; JK2: stb,

- jégverésnek ellenálló építőanyagok osztályozása, osztályba sorolása. Ennek megvalósítását egy, az osztrák intézet által kikísérletezett és megalkotott szimulációs berendezéssel lehet elvégezni. Az egyes építőipari termékek e rendszerbe való besorolásával ajánlások fogalmazhatóak meg ezen anyagok alkalmazását tekintve. Az ilyen anyagok betervezésével és beépítésével a károk jelentősen csökkenthetőek, mely például a biztosítói gyakorlatban is hasznos lehet.

- jégverési kategóriák megállapítása a magyarországi meteorológiai adatok alapján (pl: JK1 jég átmérő 10 mm tömege: 0,5 g, sebessége: 50 km/h, fellépő energia: 0,04 J; és így tovább)

- egy termékkatalógus létrehozása, mely katalógus a bevizsgált anyagok jégveréssel szemben tanúsított ellenállóképességét tartalmazza, és tesz ajánlást a felhasználást tekintve.

- a jéggátak kialakulási körülményei, szimulációs lehetőségek, módszerek a gyakorlatban

- a jéggátak kialakulásához vezető hőtechnikai okozatok, a tetőfedésben jellemző anyagok vizsgálata és osztályozása a jéggát kialakulásának tükrében.

# KMM-P1-T15

Vízfelszívódás hatása az építőanyagok és épületszerkezeti elemek viselkedésére. A vízmentesítés épületszerkezeti kérdései.

Kapcsolattartó: Dr. Nemes Rita

A víz felvételének különböző módjainak (felszívás, elárasztásos vízfelvétel, szorpciós vízfelvétel) hatása a különböző építőanyagokra. Kiszáradás utáni állapotok vizsgálata, anyagváltozás, kémiai hatások. Utólagos vízszigetelések alkalmazásának feltételei, épületszerkezeti megoldások és technológiai változataik feltételrendszere.

A vízmentesítés elősegítésének épületszerkezeti megoldásai, előzetes és utólagos kialakítási lehetőségei. Az utólagos vízszigetelések következményei az anyagjellemzőkre (pl. szilárdság-, hőszigetelő képesség-változás) és az épületszerkezetek teherbírási, épületenergetikai, tartóssági tulajdonságaira, valamint az épületek használati értékére.

# KMM-P1-T16

Katasztrófák utáni elhelyezést biztosító mobil házak

Kapcsolattartó: Dr. Dudás Annamária

A katasztrófa sújtotta területek kitelepítése során a lakók biztonságos elhelyezése gyorsan telepíthető mobilházakkal megvalósítható. A visszatelepülésig otthont biztosító, teljes lakóértékű épületek előregyártott, szerelt szerkezetekként alakíthatók ki. A mobilházak szerkezeti felépítése lehetővé teszi, hogy közúti szállítás után, egy egységként daru segítségével beemelve, a helyszínen előkészített előregyártott pontalapokra támasztva, majd ideiglenes közműhálózatra kötve, azonnali lakhatást biztosítson.

A kutatás-fejlesztés célja egy olyan mobilház rendszer épületszerkezeti és építéstechnológiai tervezése, ami a hazai éghajlati viszonyoknak megfelelő, fűthető, de a nyári túlmelegedés ellen épületszerkezeti eszközökkel védett. Több típus tervezésével különböző nagyságú családok számára akár több hónapi lakhatás biztosítható. A tartószerkezet szerelt váz, vagy szállítmányozási konténerek újrahasznosításával kész rendszer is lehet. Az épületszerkezetek szárazépítési technológiákkal kivitelezhetők. A szerelt konstrukció az elemek gyors cseréjét, míg tervezéskor a beépített berendezési tárgyak tartósságának figyelembe vétele a mobilházak többszöri telepítését teszi lehetővé.

# KMM-P1-T17

Árvízvédelmi kérdésekkel kapcsolatos matematikai modellek

Kapcsolattartó: Dr. Szántai Tamás

A klimatikus jelenségek megértése gyakran igényli több változó közötti összefüggések felismerését. A többdimenziós kopulák jó eszközei a hidrológia és klimatikus változók közötti függőségi szerkezetek leírásának és szimulációjának. Kutatásaink hozzájárulnak a klimatikus és a hidrológiai adatok statisztikai feldolgozásához és elemzéséhez. Új módszereink által lehetőség nyílik ritka, extrém események modellezésére és előrejelzésére.

Egy természetes vízrendszer matematikailag gyökeres, irányított fával modellezhető. Ha bizonyos szelvényekben tározási lehetőség van, az ezekben építendő tározók célja lehet az árvizek felfogása. Alkalmasan megfogalmazott sztochasztikus programozási feladatok megoldásával meghatározzuk azokat a tározókapacitásokat, amelyek mellett az árvíz elég nagy megbízhatósággal elkerülhető.

Megjegyzés: A KMM-P1-T1, KMM-P1-T2, KMM-P1-T3, KMM-P1-T10 témák kidolgozása során felmerülő matematikai problémák megoldásához is hozzájárulhatnak az ebben a témában kidolgozni kívánt matematikai módszertanok.

# KMM-P2

Földrengés

Vezető: Dr. Kollár László

A Földrengés fókuszterület a földrengés mérnöki létesítményekre gyakorolt hatására, elsősorban a hazánkra jellemző mérsékelt szeizmikus terhelésekre összpontosít. Ide tartozik a hidak felkészítése a közlekedés kiszolgálására még közepes mértékű rengés esetén is, vagy a fokozottan sérülékeny műemléképületek veszélyeztetettségének elemzése. További fontos részterület a földrengés hatása alagutakra és felszín alatti üregekre, vagy a rengés hatására bekövetkező talajfolyósodások és felszínmozgások. Ezek a területek mind új anyagok, technológiák, tervezési elvek és méretezési módszerek kifejlesztését igénylik, valamint azt, hogy a földrengések hatását az eddigieknél jobban számszerűsíthető kockázatelemzésnek vethessük alá.

|  |  |
| --- | --- |
| Kód | Téma címe |
| KMM-P2-T1 | Földrengés hatása mérnöki létesítményekre |
| KMM-P2-T2 | Földrengés hatása műemlék épületekre |
| KMM-P2-T3 | Talajfolyósodás, felszínmozgás |
| KMM-P2-T4 | Telephely kiválasztása földrengésveszély alapján |
| KMM-P2-T5 | Innovatív szerkezetek alkalmazása a földrengésvédelemben  |
| KMM-P2-T6 | Új anyagok és technológiák mérsékelt szeizmicitású területekre |
| KMM-P2-T7 | Földrengésálló épületszerkezeti kialakítások és ezek épületfizikai vonatkozásai |
| KMM-P2-T8 | Kőboltozatok statikai és dinamikai viselkedésének vizsgálata |
| KMM-P2-T9 | Meglévő szerkezetek sérülékenységének vizsgálata és megerősítése extrém hatásokra |
| KMM-P2-T10 | Válsághelyzethez kapcsolódó állapotok kezelésének matematikai modelljei és megoldási módszerei |

# KMM-P2-T1

Földrengés hatása mérnöki létesítményekre

Kapcsolattartó: Dr. Joó Attila László

A Hidak és Szerkezetek Tanszéken több évtizede kutatjuk a földrengéshez kapcsolódó anyagtanii és szerkezet-modellezési kérdéseket. Mind az acél, mind a vasbeton mind pedig az öszvérszerkezetek kutatásában született több PhD Dolgozat és MTA doktori értekezés is. 2015 szeptemberétől egy OTKA kutatási pályázat segíti a billegő mechanizmusok, talaj-szerkezet kölcsönhatás, valamint a földrengési rekordok kiválasztásának kutatását. Intenzíven foglalkozunk szerkezetek (pl. hidak) földrengésre való viselkedésével, méretezési kérdéseivel, valamint az innovatív energia-disszipáló szerkezetek alkalmazásával, részt vettünk az elmúlt évtized nagy Dunahídjainak szeizmikus tervezésében.

A KKT6 keretében végzett kutatás során ezt a kutatási potenciált terjesztjük ki hazai mérnöki létesítmények vizsgálatára, amelyek egy katasztrófahelyzet során kulcsfontosságúak állékonyság és károsodás szempontjából: ilyen lehet a fontosabb hídjaink, épületeink, energiaellátó rendszereink, infrastruktúra hálózatunk és közműhálózatunk földrengésre való érzékenységének és megbízhatóságának vizsgálata korszerű mérnöki módszerek, nagyszámú numerikus szimulációk alkalmazásával.

# KMM-P2-T2

Földrengés hatása műemlék épületekre

Kapcsolattartó: Dr. Déry Attila

Történeti szerkezeteink érzékenyek a földrengési hatásra. Több műemlék épületünk is földrengés miatt károsodott (pl. zsámbéki templom, taksonyi templom). Különösen érzékenyek azok a szerkezetek, amelyekben a boltozatok boltívekre hordják terheiket.

Az épített örökség elemeinek – egyedi épületek, épületegyüttesek, romok, köztéri emlékek – megóvása közösségi érdek. Azonban ezen szerkezetekkel kapcsolatos bizonytalanságok (boltívek törése, az elemek ütközése, az altalaj rétegződésének hatása, a jövőbeli ismeretlen földrengési gerjesztés milyensége) miatt nincs jól használható eljárás a földrengéssel szembeni megfelelőségük igazolására.

További motivációt jelent, hogy ezen szerkezetek vizsgálatával, a bekövetkezett károsodások elemzésével a történelmi – szeizmográffal nem mért – földrengések nagyságára pontosabb becslést adhatunk, így a szeizmológiai jellemzés, és ezzel a hazai méretezésben figyelembe veendő szeizmikus intenzitás pontosítható.

A kutatás során kiválasztott szerkezetek felmérését, történelmi és építészettörténeti dokumentumok gyűjtését, a szerkezetek fejlett földrengési vizsgálatát hajtjuk végre. Meghatározzuk a szerkezetek kritikus pontjait, elemezzük a megerősítési lehetőségeket és azok gazdaságossági vonzatait. Meglévő károsodott szerkezetek vizsgálatával becslést adunk a történelmi földrengések nagyságára.

# KMM-P2-T3

Talajfolyósodás, felszínmozgás

Kapcsolattartó: Dr. Mahler András

A talajfolyósodás jelensége elsősorban laza szerkezetű, egyszemcsés, telített homokokra, iszapos homokokra jellemző, amikor valamely dinamikus terhelés hatására a talajban a pórusvíznyomás elkezd megemelkedni, és ezzel egyidejűleg a hatékony feszültség lecsökken. Amikor a hatékony feszültség zérusra csökken, a talaj viszkózus folyadékként kezd el viselkedni, azaz megfolyósodik. A jelenség nagymértékű károkat tud okozni az épített infrastruktúrában: földalatti tartályok felúszhatnak, nem megfelelően alapozott épületek megsüllyedhetnek vagy akár fel is borulhatnak, oldalirányú elmozdulás hatására pedig repedések jöhetnek létre a felszínen.
Talajfolyósodás elsősorban erős földrengések hatására alakul ki, azonban mivel Magyarország mérsékelten szeizmikus területen fekszik, ezért hazánkban az előfordulási valószínűsége viszonylag alacsony. Ennek köszönhetően a geotechnikai szakmában nem volt bevett gyakorlat a talajfolyósodási veszély vizsgálata, annak ellenére sem, hogy az elmúlt cca. 250 évben több magyarországi földrengésnél is megfigyeltek a jelenségre utaló nyomokat. Az elmúlt pár évben azonban az Eurocode magyarországi bevezetésével, továbbá számos nagyszabású beruházás (Mercedes gyár, új folyami hidak, Paksi Atomerőmű) jóvoltából, az eddigieknél sokkal nagyobb hangsúly került a földrengésre és azon belül talajfolyósodásra való vizsgálatára.

# KMM-P2-T4

Telephely kiválasztása földrengésveszély alapján

Kapcsolattartó: Dr. Mahler András

Kiemelt kockázatú létesítmények (erőművek, nagygátak, stb…) létesítése során általában több potenciális telephely is felmerül, melyek közül komplex szempontrendszer alapján kerül kiválasztásra a leendő építési terület. Ennek a szempontrendszernek az egyik legfontosabb eleme az adott terület földrengés-veszélyeztetettsége. A földrengés-veszély értékelésének egyik legelterjedtebb módja a probabilisztikus földrengés-veszélyeztetettség becslés (PSHA), melynek alapja, hogy jól kell ismerni a specifikus terület nagyobb környezetében azokat a szerkezeteket (általában vetőzónákat), amelyek mentén földrengések keletkeznek, valamint hogy az egyes zónákban a különböző magnitúdójú rengések milyen gyakorisággal fordulnak elő. Az alapkőzetre számított gyorsulás értékeket és válaszspektrumokat a felső laza talajrétegek jelentősen módosíthatják, növelhetik a felszínen keltett gyorsulásokat, megváltoztatják a mozgás frekvencia összetételét; továbbá kedvezőtlen körülmények között talajfolyósodás jelensége is kialakulhat. Emiatt a terület környékének szeizmológiai ismerete mellett a talaj összetételének, állapotának és fizikai jellemzőinek ismerete is elengedhetetlen a földrengéshez kapcsolódó veszélyforrások értékelésénél.

# KMM-P2-T5

Innovatív szerkezetek alkalmazása a földrengésvédelemben

Kapcsolattartó: Dr. Vigh L. Gergely

A Hidak és Szerkezetek Tanszék 2010-től kezdve foglalkozik az új földrengésvédelmi szerkezeti rendszerek szabványos méretezési, valamint a Magyarországhoz hasonló, mérsékelt szeizmicitású területeken alkalmazandó méretezési koncepció kérdéseivel. Szerkezetek földrengésre való méretezéséhez, illetve meglévő szerkezetek megerősítéséhez az Eurocode 8 szabványok adnak útmutatást, azonban a szabvány számos ponton hiányos. Így korszerű innovatív szerkezeti technológiák bevezetése, szabványnak való megfeleltetése nehézkes, arra egységes keretrendszert a szabvány nem szolgáltat. Az Eurocode nyomán megemelkedett intenzitás esetén a disszipatív szerkezettervezés a magasépítésben is gazdaságos megoldást nyújt, de az alkalmazandó koncepció kialakításához jelenleg nem áll rendelkezésre kellő információ. További probléma, hogy az Eurocode megbízhatósági analízis alapú kiértékelést igényel, de nem adja meg a megkívánt megbízhatósági szintet.

A kutatási téma céljai:

1. Új földrengési szerkezeti rendszerek európai szabványosítási keretrendszer méretezéselméleti hátterének megalkotása, amely magában foglalja a hatások valószínűségi leírását, a szerkezet károsodásának valószínűségét és így közvetve a kockázati elemzést.

2. Szerkezetek integrált optimálása alapján új szerkezetek szeizmikus méretezési koncepciójának kidolgozása.

3. Az előbbi vizsgálatok alapján az elfogadható optimális biztonsági szint is megállapítható, a gazdaságosság szempontjait is figyelembe véve.

# KMM-P2-T6

Új anyagok és technológiák mérsékelt szeizmicitású területekre

Kapcsolattartó: Dr. Balázs L. György

Földrengés során nagy amplitúdójú, de viszonylag kis ismétlésszámú teherismétlések adódnak mérnöki szerkezeteinkre. A teherismétlések következtében növekvő alakváltozások ébrednek, amelyek megközelíthetik, ill. elérhetik az anyagok alakváltozó képességét, és végezetül tönkremenetelhez vezethetnek.

A földrengésállóság fokozásának egyik fontos lehetősége az a szerkezeti anyagok alakváltozó képességének és energia elnyelő képességének növelése. A betonnak mint szerkezeti anyagnak az alakváltozó képessége és az energiaelnyelő képessége kedvezően befolyásolható acélszálak adagolásával a betonkeverékhez. A növekedés mértéke függ elsősorban a szálak szilárdságától, alakjától, tapadó képességtől és mennyiségétől. Nagy száltartalmú betonokat általában a nagy teljesítőképességű betonok csoportjába sorolhatjuk.

A földrengéseket számos esetben tűzesetek is követik, így a szerkezet megfelelő tűzállóságának biztosítása is kiemelt jelentőségű.

A földrengésállósággal kapcsolatos fontos terület még a megerősítések kérdése, amelynek legkorszerűbb anyagát a szénszálas polimerek jelentik. Megerősítést végezhetünk (i) a földrengést megelőzően a szerkezet, ill. szerkezeti elemek duktilitásának növelésére, ill. (ii) a földrengést követően a teherbírás és a használhatóság helyreállítására.

# KMM-P2-T7

Földrengésálló épületszerkezeti kialakítások és ezek épületfizikai vonatkozásai

Kapcsolattartó: Dr. Tóth Elek

A földrengések épületkárosító hatásai elleni védekezésnek két alternatívája létezik: egyrészt az épületek, épületszerkezeti kapcsolatok merevségének növelése, az épület szerves egységként történő együttdolgozó kialakítása, másrészt az épület és a talaj „rezgéscsillapító” kapcsolatok révén ún. „szeizmikusan szigetelt” épületek tervezése, illetve épületen belüli lengéscsillapító megoldások alkalmazása.

Valamennyi megoldás speciális épületszerkezeti, szakipari, és épületgépészeti kialakításokat igényel részben a földrengés okozta károsodás elviselése, illetve hatásának gyengítése, részben a másodlagos károk tudatos kialakulási veszélyének minimalizálása (pl. tűzvész, vízzel árasztás, töréskárok, stb…), részben pedig a földrengés utáni mielőbbi helyreállítás, kárelhárítás biztosítása érdekében.

A kutatás ezeket a módszereket és lehetőségeket hivatott megvizsgálni, adatgyűjtés, kár- és beválás-elemzés, innovációs fejlesztés, számítógépes szimuláció, illetve nagymintás laboratóriumi kísérletek felhasználásával.

# KMM-P2-T8

Kőboltozatok statikai és dinamikai viselkedésének vizsgálata

Kapcsolattartó: Dr. Bagi Katalin

A kőboltozatok építészeti örökségünk meghatározó részét adják. Nem pusztán műemlékvédelmi szempontból fontosak: a kőhidak például alapvető szerepet töltenek be a közlekedési infrastruktúrában, közösségi épületeink között jelentős arányban találunk ma is aktívan használt, építészettörténetileg is értékes román vagy gótikus templomokat, de számos föld alatti építmény is készült kőboltozattal (pl. pincék, óvóhelyek). A kőboltozatok viselkedésének mérnöki modellezését az teszi nehézzé, hogy ezek a szerkezetek csak nehézkesen és megbízhatatlanul közelíthetők kontinuumként, így a szokásos lineárisan rugalmas végeselemes szoftverek alkalmazása inkább csak első becslésként fogadható el.

A kutatások célja olyan mérnöki problémák vizsgálata, amelyek során meghatározó szerepe van a kő falazóelemek egymástól való elválásának és egymáson való megcsúszásának. Ilyen esetek például a különféle talajmozgások (föld alatti üregek beomlásának, földrengéseknek, a talaj vízzel való elárasztásának stb. hatására), illetve a lökésszerű terhek (robbanás, becsapódások).

Az elméleti elemzések mellett és ezek alátámasztására a laborkísérleteket részben kiváltó numerikus szimulációkat végzünk, alapvetően diszkrételemes módszerrel. Készülőben van egy olyan szoftver is, amely a kontinuum-alapú (VEM) és a diszkrételemes modellek előnyös tulajdonságait kívánja egyesíteni.

# KMM-P2-T9

Meglévő szerkezetek sérülékenységének vizsgálata és megerősítése extrém hatásokra

Kapcsolattartó: Dr. Vigh L. Gergely

Az Eurocode bevezetésével Magyarországon is kötelezővé vált a szerkezetek földrengési hatásokra való tervezése. Az elmúlt évek tervezési tapasztalatai azt mutatják, hogy bizonyos szerkezetekre, szerkezeti részletekre a földrengési hatás mértékadó és a hagyományosan megtervezett szerkezethez képest erősítés szükséges. Nem rendelkezünk átfogó vizsgálati eredményekkel a meglévő szerkezetink szeizmikus viselkedése tekintetében. Ugyanakkor valószínűsíthető, hogy az Eurocode 8 által előírt intenzitású földrengés esetén jelentősebb károsodások keletkezhetnek.

Szerkezeteinkre a földrengés mellett egyéb extrém hatások is veszélyt jelentenek: hó, szél, szándékos robbantás, tűz, talajfolyósodás, stb. A klímaváltozás hatására ezen veszélyek gyakorisága és intenzitása jelentősen megemelkedhet.

A kutatási program céljai:

a) A szerkezeteket érő extrém terhelések elemzése a klímaváltozás hatásának figyelembe vételével.

b) Meglévő, kiemelt fontosságú szerkezetek vizsgálata, a kritikus szerkezeti részletek körének megállapítása és javaslattétel lehetséges megerősítési módokra.

c) A meglévő hídállomány átfogó vizsgálata, különös tekintettel a földrengésre, a várható károsodások gazdasági értékelése és javaslattétel lehetséges megerősítési módokra.

d) Javaslattétel új szerkezetek esetén alkalmazható tervezési koncepcióra, mellyel a földrengési hatásokkal szembeni ellenállás hatékonyan és gazdaságosan elérhető.

# KMM-P2-T10

Válsághelyzethez kapcsolódó állapotok kezelésének matematikai modelljei és megoldási módszerei

Kapcsolattartó: Dr. Illés Tibor

Gáz-, villany-, út-, vasút-, víz-, szennyvíz hálózatok megbízhatóságának vizsgálata, legrövidebb elérési útvonalak, biztonsági kérdések (kockázatelemzés)

A közlekedési hálózatok, illetve a menekülési útvonalak hálózatának átjárhatósága különösen nagy fontossággal bír váratlan, krízis helyzetekben. Alapvető probléma meghatározni a kulcsfontosságú utakat, amelyek megbízhatóságának a növelésével, növelhető a hálózat átjárhatóságának a valószínűsége. További kutatási irány lehet a hálózatok olyan módon való kiépítése, kiegészítése, mely adott ráfordítási költségek mellett a legjobban növeli válsághelyzetekben az átjárhatóság biztonságát.

Közlekedés biztonság biztosítása érdekében az út- és vasúthálózat (általában ellátási hálózatok) összefüggésének a megszakadása esetén a közlekedés (hálózatok) kapacitás helyreállítása érdekében rangsorolni kell a legfontosabb helyreállítandó hálózati éleket. Továbbá helyre kell állítani a közlekedést (ellátást). Erre speciális hálózati modelleket és algoritmusokat kell kidolgozni.

# KMM-P3

Környezetszennyezési veszélyhelyzetek

Vezető: Dr. Somlyódy László

Ebben a témakörben az időről-időre bekövetkező ipari és kommunális szennyezési haváriák, a tavi és hullámtéri ökoszisztémák szélsőségei, a veszélyes légszennyező anyagok terjedése, a veszélyes hulladékkezelés és elhelyezés, valamint a mindezek rendszeres megfigyelését, érzékelését végző, egyúttal korai előrejelzést adó rendszerek kidolgozása állnak a kutatói figyelem középpontjában.

|  |  |
| --- | --- |
| Kód | Téma címe |
| KMM-P3-T1 | Szennyezési haváriák |
| KMM-P3-T2 | Ivóvíz-ellátó rendszerek és biztonsági tervek |
| KMM-P3-T3 | Tavi és hullámtéri ökoszisztémák szélsőségei |
| KMM-P3-T4 | Veszélyes légszennyező anyagok terjedése |
| KMM-P3-T5 | Klímaváltozás hatására bekövetkező nyári túlmelegedés és megnövekvő szélterhelés hatásai |
| KMM-P3-T6 | Légszennyezés károsító hatásai az épített környezetre |
| KMM-P3-T7 | Légszennyezés hatására bekövetkező katasztrofális elváltozások épített örökségünkben |
| KMM-P3-T8 | Zagygátak kockázata |
| KMM-P3-T9 | Biológiai biztonságtechnika |
| KMM-P3-T10 | Veszélyeztetett karsztvíztartalékok monitorozása nem konvencionális módszerekkel |
| KMM-P3-T11 | Korszerű légzésvédelmi eszköz katasztrófaelhárítóknak |
| KMM-P3-T12 | Betegség- és szennyeződésterjedési modellek és kvalitatív vizsgálatuk |
| KMM-P3-T13 | Mérgezőanyag terjedése és beavatkozás-tervezés ivóvíz-ellátó rendszerek elleni terrorcselekmény esetén |

# KMM-P3-T1

Szennyezési haváriák

Kapcsolattartó: Dr. Balczó Márton

A szennyező anyagok levegőbe kerülésének extrém körülmények – pl. baleset, vagy terrorcselekmény miatt fellépő haváriák miatti modellezése; ennek alapján a menekülési útvonalak kijelölése, a változó szélirány esetén követendő eljárások megtervezése. Lehetséges vizsgálni épületen belüli terrorcselekmények következtében a levegőbe jutó anyag terjedésének időbeni lefutását is.

Referenciáink pl.: a következő modellezési feladatokban: KFKI nukleáris reaktor havariája, tartálykocsi városban történő felrobbanása (a Honvédelmi Minisztérium Technológiai Hivatala megbízásából), vegyi gyár tartályából kiszabaduló szennyeződés városi és terepi terjedésének leírása.

Több kutatónk tagja a COST ES1006 EU-ERF finanszírozású kutatási akciónak (Evaluation, improvement and guidance for the use of local-scale emergency prediction and response tools for airborne hazards in built environments, 2012-2015), amelynek keretében baleseti vagy szándékos légszennyező kibocsátást követő gázterjedést szimuláló baleseti döntéstámogató eszközök validációjában veszünk részt. Futó OTKA pályázatunk (K 108936 „Áramlási és terjedési jelenségek városi környezetben”) egyik altémája a fenti COST kutatáshoz kapcsolódik.

# KMM-P3-T2

Ivóvíz-ellátó rendszerek és biztonsági tervek

Kapcsolattartó: Dr. Laky Dóra

Az ivóvízbiztonsági tervezés alapja egy széleskörű kockázatelemzés és -értékelés, végighaladva a vízellátási lánc minden egyes elemén, a vízbeszerzéstől egészen a fogyasztóig. A vízbiztonsági tervezés során tehát lehetséges veszélyeket térképezünk fel, értékeljük azok megelőzésére szolgáló tevékenységeket, a monitoring tevékenységeket, melyekkel bekövetkezésüket észleljük, és esetleges előfordulásuk esetén a fogyasztókra gyakorolt egészségügyi hatásokat, majd a szükséges beavatkozási tevékenységeket. Az elemzés lényege elsősorban a megelőzés, tehát annak annak megakadályozása, hogy a fogyasztókhoz kifogásolt minőségű víz jusson el.

Hazánkban 2009. óta Kormányrendelet írja elő a vízbiztonsági tervek készítését (a 201/2001-es Kormányrendelet 2009. évi módosítása); 2013-ig csupán a nagyobb vízellátó rendszerekre volt kötelező vízbiztonsági tervet készíteni (1000 m3/napnál nagyobb kapacitású vagy 5000 főnél többet ellátó rendszerek esetében), de a Kormányrendelet 2013. évi módosítása szerint minden 10 m3/nap mennyiségnél több vizet szolgáltató vagy 50 főt meghaladó állandó népességet ellátó vízellátó rendszerek vízbiztonság-irányítási rendszerét ivóvízbiztonsági tervben kell rögzítenie az üzemeltetőnek.

Kutatómunkánk során első feladatunk a megfelelő módszertan kidolgozása volt. Elsőként a Szolnoki Felszíni Vízmű vízbiztonsági tervének módszertanát dolgoztuk ki, és alkalmaztuk azt a tisztítás-technológia második szakaszára. Ennek a módszertannak az egyszerűsítésével készült el később a ceglédi városi vízmű vízbiztonsági terve. A vízbiztonsági tervezés folyamata lehetőséget nyújt arra, hogy az adott vízkezelő technológia működését értékeljük, szükség esetén módosítási javaslatokat dolgozzunk ki. Cegléden ennek következtében megtörtént a vas- és mangántalanító technológia működésének felülvizsgálata, és javaslatokat dolgoztunk ki a technológia működésének hatékonyabbá tételére.

# KMM-P3-T3

Tavi és hullámtéri ökoszisztémák szélsőségei

Kapcsolattartó: Dr. Clement Adrienne

Sekély vizeink fokozottan érzékenyek a környezetük megváltozására, mely könnyen vezethet az antropogén hatások okozta szélsőséges helyzetek kialakulásához. Ennek példáját mutatta a Balaton 2003 nyarán, amikor vízszintje 3 egymást követő aszályos év után kritikusan alacsonyra került és a déli partok strandjait beborította a fürdőzőket elriasztó algagyep. A vízszintcsökkenés ökológiai hatásait azóta számos kutatás elemezte, a mesterséges vízpótlás okozta veszélyek feltárásával együtt. Nemzeti jelentőségű sekély tavunk azonban továbbra is a kutatások célpontjában áll: az egyre szélsőségesebb időjárási helyzetek a tó látszólag stabil vízminőségi állapotát folyamatosan veszélyeztetik a vízhasználatok fenntartása mellett (vízvirágzás elkerülése, ivóvízkivételek biztosítása). 2010-ben a Fertő-tó mesterséges vízpótlásának kérdése is felmerült, melynek vízminőségi következményeit a Bécsi Műszaki Egyetem kutatóival együtt vizsgáltuk. A Balaton vízminőség-védelme érdekében létrehozott Kis-balatoni tározók működése az elmúlt mintegy három évtized alatt számos meglepetést mutatott. A közelmúltban lezárult építési projekt a változó terhelési és időjárási helyzetekhez igazodó rugalmas üzemirányítás lehetőségeit már megteremti, ennek feltételrendszerét dolgoztuk ki a biomonitoringhoz kapcsolódó kutatásunkban. A partról bejutó szennyeződések élettereket fenyegethetnek. A szennyeződött vízcsóva elkeveredését részecske-szemléletű eljárásokkal elemezve mutatható ki annak kaotikus tulajdonsága, és különíthetők el a szél hatására jól és rosszul keveredő tórészek.

Nagy tavaink mellett számos mentett oldali holtág esetében okoz problémát a vízutánpótlás hiánya. A vízminőség javítása komplex megoldásokat igényel, melyben műszaki beavatkozások mellett (pl. kotrás, vízszintszabályozás) a halászati/horgászati hasznosítás feltételrendszerének változtatását is igényli. A sekély tavak anyagforgalmi folyamatainak feltárására irányuló kutatásaink holtágainkra, tározóinkra, bányatavainkra is kiterjednek.

# KMM-P3-T4

Veszélyes légszennyező anyagok terjedése

Kapcsolattartó: Dr. Balczó Márton

A nem havária-jellegű, hanem hosszabb időtartamú és esetenként ismétlődő kibocsátási folyamatok nyomán fellépő légszennyezés atmoszférikus terjedésének modellezése. A szennyezés mind a szélirány, mind pedig a domborzati, beépítettségi viszonyoktól függő irányban tartózkodók egészségét, életét hosszabb távon veszélyezteti. E folyamatok mérnöki kézben tartása érdekében: atmoszférikus terjedési folyamatok fizikai (szélcsatorna-kísérletek) és matematikai (numerikus áramlástani) modellezése, hatásvizsgálata.

# KMM-P3-T5

Klímaváltozás hatására bekövetkező nyári túlmelegedés és megnövekvő szélterhelés hatásai

Kapcsolattartó: Dr. Medgyasszay Péter

A klímaváltozásra vonatkozó előrejelzések szerint a nyári és a téli hőmérséklet jelentős emelkedése mellett várhatóan növekszik a szélsőséges időjárási események (pl. az özönvízszerű esőzések, a hőhullámok, valamint a 12-14 m/s-ot meghaladó maximális szélsebesség) száma és intenzitása Magyarországon. A megnövekedő külső hatások miatt az épületek kialakítása során nagyobb teljesítményű szerkezeteket és berendezéseket kell létesíteni, hogy a megkívánt belső követelmény továbbra is teljesíthető legyen. Ez az elv meglévő épületre is érvényes, hogy megelőzhetők legyenek az épületekben keletkező vagy a használókat érintő katasztrófahelyzetek (pl. tetőfedés nagymértékű károsodása, hosszan tartó extrém magas belső hőmérséklet, stb.)

A kutatási téma célkitűzése olyan gazdaságosan megvalósítható épülettervezési módszerek, elvek és eljárások kidolgozása, amelyekkel a várhatóan megnövekvő környezeti hatások mellett is biztosítható meglévő és új épületek biztonságos üzemeltethetősége. A kutatás szorosan kapcsolódik a Magasépítési Tanszéken 2013. júniusában indított „Klímaváltozás hatásaira való felkészülés” kutatási fókuszterület kutatási tevékenységeihez.

A fentiek kiegészülnek az Áramlástan Tanszék kompetenciáival: városi hősziget hatásának vizsgálata numerikus áramlástani modellezés (CFD) révén, speciális modellezési eljárások felhasználásával. Atmoszférikus áramlásokra adaptált CFD módszertani fejlesztés. Az alább bemutatott publikációk által illusztráltan.

# KMM-P3-T6

Légszennyezés károsító hatásai az épített környezetre

Kapcsolattartók: Dr. Salem G. Nehme, Dr. Balázs L. György

A levegő valamennyi élő és élettelen természetes és emberi tevékenységek által létrehozott alkotással közvetlen kapcsolatban áll. A levegő káros hatása függ a légszennyező anyagok koncentrációjától (a hatás intenzitása) és a hatás időtartamától:

* A közvetlen hatások az élettelen környezetre: a légkör összetételének változása, a légkör felmelegedése, a légkör fényszűrő hatásának módosulása, a légköri víztartalom savas irányú eltolódása, savas jellegű csapadék.
* A másodlagos hatások az élettelen környezetre: a talajsavanyodás, vízkészlet-savasodás miatt a földkéregből fémek kioldódása, korróziós károk az épített és természetes környezetben.
* A közvetlen hatások az élő környezetre: toxikus és roncsoló (korrozív, savas-lúgos) hatások, a bioszféra oxigéntermelő képességének csökkenése, a CO2 légköri felszaporodása.
* A másodlagos hatások az élő környezetre: a növény- és állatvilág károsodása, humán egészségügyi károk.

A kutatási téma célkitűzése:

Az élő és élettelen környezetünk védelme és a katasztrófák megelőzése érdekében fontos tudnunk a légszennyezés mértékét a városi és vidéki környezetekben egyaránt. A külsőleg alkalmazott anyagok tartóssági tervezését ezeknek a hatásoknak a figyelembe vételével lehet megfelelően tervezni. Vizsgálandó az építőanyagok reakciója a légszennyező anyagok hatásaira, valamint a szerkezeti élettartam megnövelését célzó bevonati rendszerek alkalmazási lehetősége és ezeknek a használat során tapasztalt károsodás mértéke. Célszerű vizsgálni annak lehetőségét, miként lehet a légszennyezési katasztrófákat megelőzni.

# KMM-P3-T7

Légszennyezés hatására bekövetkező katasztrofális elváltozások épített örökségünkben

Kapcsolattartó: Dr. Török Ákos

A hazánkban található épített örökségünk részét képező műemlékek többsége a légszennyezésre érzékeny mészkőből épült. A légszennyezés hatása olyan eseményekhez vezetett, mint az Országház külső homlokzatának pusztulása vagy a Mátyás-templom kőelemeinek lehullása életveszélyessé válása, így mindkét épület felújításra szorult, amely éveken keresztül folyt. A légszennyező komponensek aránya megváltozott, de további negatív hatások várhatók, amely szükségessé teszi a szennyező anyagok műemlék épületek kölcsönhatásának elemzését a további katasztrófák megelőzésére. Ennek egyik fő iránya a felületek vizsgálta mellett az intelligens szenzorok alkalmazásának lehetősége, amelyek jelzik a kőfelület állapotát és ezen adatsorok alapján preventív intézkedések hozhatók, s a katasztrofális állapotromlás megelőzhető. A témával kapcsolatban nagy a hazai és nemzetközi érdeklődés is, amelyet a nemzetközi publikációk, konferenciák, a cikkekre kapott hivatkozások, a támogatott kutatási projektek és külföldi együttműködés (pl. UNESCO világörökség részét képező Chambord-i kastély vizsgálata) is jeleznek. A téma előzményeként már a BME-n a BEK KKT keretén belül elkezdtünk foglalkozni. Jelenleg 2 PhD program, egy OTKA posztdoktori kutatás, valamint majd 2016-tól induló 4 éves OTKA projekt (K 116532) keretében foglalkozunk a témával.

# KMM-P3-T8

Zagygátak kockázata

Kapcsolattartó: Dr. Nagy László

A zagygátak veszélyes létesítmények. Tönkremenetelük jelentős anyagi kárral és életek elvesztésével járhat. A veszélyek felmérése, a következmények meghatározása a kockázatszámítás célja. Amikor meghatároztuk a kockázatot akkor már csak annak eldöntése van hátra, hogy az elfogadható vagy sem.

Zagygátak kockázatának tudományos vizsgálata egy igazi interdiszciplináris téma. A töltés állékonysága, a zagy kiömlésének modellezése, a monitoring kialakítása, a szennyezés terjedése mind az Építőmérnöki Kar különböző tanszékeinek profiljába vág. Magyarországon jelenleg 24 olyan zagygát van, mely kielégíti az ICOLD nagygátakra vonatkozó kritériumát, ezek komoly veszélyforrások.

Sok fajta zagy és gát kialakítás létezik, azonban ezek tipizálhatók. Ennek megfelelően a gát állékonyság is sajátos formát ölthet egy felvízi, vagy egy alvízi bővítésű gátnál. A zagy anyagánál első és legfontosabb kérdés, hogy kezelhetjük-e talajként, milyen különleges tulajdonságokkal bír (pl. tixotropia, liquefaction, anizotrópiát meghaladó irányultság, stb.). Ugyanakkor azt kell látni, hogy a zagyok egy része úgy viselkedik, ami a hagyományos Mohr-Coulomb anyagmodellel nem írható le. Bizonyos magas víztartalmú zagyokat sűrű folyadékként, vagy puha agyagként kell értékelni, kezelni. Ennek megfelelően a számítógépi modellezésnél is jelentkeznek ezek a kérdések.

# KMM-P3-T9

Biológiai biztonságtechnika

Kapcsolattartó: Dr. Németh Áron

A Biológiai biztonságtechnika két fő irányra osztható: közvetlen egészségkárosodással összefüggő biológiai biztonságtechnika és közvetett (ökológiai) biztonságtechnika. A biomérnöki, a molekuáris biológiai és a genetikai technikák fejlődése okán, a szükséges óvintézkedések és vonatkozó előírások is gyakran változnak. Míg a közvetlen biológiai biztonságtechnika jelentősége a virulens mikroorganizmusok vagy más élőlények megfelelő kezelésére fókuszál (pl.: vakcinagyártás), addig az ökológiai biológiai biztonságtechnika az alacsonyabb rendű (mikroorganizmusok) és a magasabb rendű (pl.: növények) rekombináns (génmódosított, GMO) szervezetek használatával összefüggő ökológiai hatásokra. Előbbi esetén megfelelő személyzeti és technikai háttér megvalósítása és továbbfejlesztése a cél, utóbbi esetében pedig a hibridizáció okozta evolúciós felgyorsulás nyomonkövetése és erre módszerek kidolgozása a cél, valamint olyan új technikák kifejlesztése, amelyekkel létrehozott új szervezetek (vagy azok utódai) a természetbe kikerülve életképtelenné válnak.

# KMM-P3-T10

Veszélyeztetett karsztvíztartalékok monitorozása nem konvencionális módszerekkel

Kapcsolattartó: Dr. Szieberth Dénes

A Dunántúli-középhegység fő karsztvíztárolójával kapcsolatban álló Budai-termálkarszt vizét számos fürdő hasznosítja, az innen származó hűvösebb és melegebb vizek minősége is kiváló. E vizek vizsgálatára egyedülálló lehetőséget biztosít a Molnár János-barlang, amelynek búvárok által bejárható járatai messze benyúlnak a Rózsadomb alá, a karsztvízszint alatti 100 m -es mélységet is túllépve. A barlangot több különböző hőmérsékeltű, más-más rétegből és áramlási rendszerből származó vízbeáramlás táplálja. A járatrendszer szinte teljes egészében beépített, lakott terület alatt húzódik, így fokozottan ki van téve antropogén behatásnak, szennyeződésnek. Míg a barlangban áramló vizek monitorozása a távolabbi utánpótlódási területekről származó szennyeződések észlelését teszik lehetővé, a levegős részeken megfigyelhető csepegés a Rózsadombról beszivárgó vizek vizsgálatára ad lehetőséget. A barlang falait borító, rendkívül jó adszorbens mangán-oxidos bevonatok a korábbi, ill. rendkívül kis koncentrációjú szennyezésekről adnak információt.

A vizes barlangi környezet azonban a telepített műszerek számára erős igénybevételt jelent, azok telepítése, karbantartása és az adatok kiolvasása is speciális technikák használatát igényli. Számos esetben nem is áll rendelkezésre kereskedelemben kapható műszer a mérni kívánt paraméterek vizsgálatára. A Molnár János-barlang Budapest közepén ideális helyszínt biztosít a karsztvízzel kitöltött barlangokban alkalmazható vizsgálati módszerek fejlesztésére, melyek máshol (pl. Magyarországon még Hévíz, Tapolca, Kossuth barlang) is alkalmazhatóak lennének.

# KMM-P3-T11

Korszerű légzésvédelmi eszköz katasztrófaelhárítóknak

Kapcsolattartó: Dr. László Krisztina

Terrorista cselekmény vagy ismeretlen eredetű vegyi havária esetén a veszélyforrás nagyon gyakran nem ismert, az elhárítást azonban meg kell kezdeni. A helyszínre érkező “first responder”-eket érő kémiai, biológia, radiológiai és nukleáris (CBRN) fenyegetés hatásának minimalizálása azt jelenti, hogy elsődlegesen a megfelelő légzésvédelmet kell biztosítani. Az aktív szenek és más nanopórusos adszorbensek elismerten eredményesek toxikus vegyületek elleni védőeszközökben. Ismert, hogy az aktív szenek nagyon jó kapacitással rendelkeznek a radioaktív gázokkal szemben is, míg a bizonyos fémekkel (pl. ezüst) impregnált szenek a baktériumokat pusztítják megfelelő hatékonysággal. Hátrány, hogy az impregnálással nőhet a légzési ellenállás, a szenek öregednek, érzékenyek a levegő nedvességtartalmára, ill. a ma elterjedten használt katonai gázálarcok nehezek, mert pl. sokkal hosszabb időtartamú igénybevételre vannak tervezve.

A gázálarcok alkalmazásának egy másik általános problémája a gázálarc felvételének időigénye. Ez szó szerint életbevágó probléma, mert a katasztrófaelhárítóknak nemcsak személyes CBRN védelmükről kell gondoskodni adott esetben, hanem eközben cselekedniük is kell, amely komoly fizikai igénybevételt (tűzoltás, áldozatok mentése, kiürítés, védelmi körzet kialakítása, stb.) jelent, miközben a közvetlen környezetükkel kommunikálniuk kell.

A javaslat egy olyan egyszer használatos gázmaszk kialakítása, amely a szokásos “first responder”-ek szokásos bevetési időtartamára (általában 20 perc) nyújt komplex CBRN védelmet, könnyű és könnyen felvehető, valamint lehetővé teszi a kommunikációt. Ugyanakkor másokra (esetleg magatehetetlen áldozatokra) méretkötöttség nélkül és gyorsan feladható, ezáltal komplex CBRN védelmet biztosít addig, míg a terrorcselekmény zónájából ki nem kerülnek.

# KMM-P3-T12

Betegség- és szennyeződésterjedési modellek és kvalitatív vizsgálatuk

Kapcsolattartó: Dr. Horváth Róbert

Még napjainkban is sokszor előfordulnak fertőző betegségek, amelyek kárt tesznek az állatállományokban és az embert is veszélyeztethetik.

Szintén veszélyt jelentenek a vizekbe vagy a levegőbe került szennyezőanyagok. Így a betegségek és szennyeződések terjedésének modellezése egyre nagyobb hangsúlyt kap mostanában. Különböző matematikai modelleket készítenek, amelyek segítségével azt remélik, hogy jobban megértik az egyes jelenségeket, ill. valós időnél gyorsabban futtatva a modelleket, előre tudnak jelezni bizonyos katasztrófahelyzeteket.

Kutatásunk célja az egyes modellek kvalitatív vizsgálata a hatékonyabb modellezés érdekében. A betegségterjedési modellek esetén célunk a térbeli függés modellekbe integrálása és a folytonos és numerikus megoldások kvalitatív tulajdonságainak (pl. nemnegativitás, maximum elv) garantálása, a folytonos feladat ill. a diszkretizáció paramétereinek függvényében. Ezek alapjául szolgál a folytonos feladatok vizsgálata. Itt az alapvető matematikai modellt alkalmas parabolikus parciális diffe­ren­ciál­egyenletek és -rendszerek jelentik. Szennyeződésterjedési feladatok esetén célunk az egyes részfeladatok (operátorszeleteléssel nyert diffúziós, advekciós, reakciós feladatok) kvalitatív tulajdonságainak vizsgálata a véges differencia és a végeselem**-**módszer esetén, a feladatok jellegéből adódóan elsősorban nemlineáris esetre.

# KMM-P3-T13

Mérgezőanyag terjedése és beavatkozás-tervezés ivóvíz-ellátó rendszerek elleni terrorcselekmény esetén

Kapcsolattartó: Dr. Hős Csaba

A biztonságpolitikai szakemberek szerint a terrorizmus általános jellemzőiből fakadóan, valamint az élelmiszerlánc elleni terrortámadások tapasztalatai egyértelműen azt támasztják alá, hogy a jővőben komolyan kell számolni az élelmiszer és ivóvíz ellátás elemei elleni terrorakciókkal.

A BME Hidrodinamikai Rendszerek Tsz. az elmúlt évtizedekben egy olyan, csőhálózatok hidraulikai modellezésére alkalmas programcsomagot fejlesztett ki, melynek segítségével számos (közel száz) ivóvízellátó-hálózattal kapcsolatos vizsgálatot folytattunk le. A számítási módszer pl. Budapest vagy Sopron ivóvízellátó rendszerének vizsgálata során bizonyította hatékonyságát.

A kutatómunka során ezt a programot egészítjük ki mérgezőanyag-terjedés nyomonkövetésére alkalmas eljárással. A továbbfejlesztett program segítségével lehetővé válik a lakosság tájékoztatására rendelkezésre álló idő pontos becslése, így az üzemeltető és a polgári védelem közös intézkedés-ütemezést tud készíteni egy esetlegese haváriaeseményre. Másrészről, a program használatával a szennyeződés esetleges „elterelésének” tervezése is lehetséges, azaz egy olyan intézkedési terv készítése, mely a szakaszoló-tolózárak felhasználásával a hálózat egy kisebb részére tudja lokalizálni a mérgezőanyagot. Végül, a havária-helyzet elmúlása utáni hálózat-tisztító mosatást is támogatja a szoftver.

# KMM-P4

Iparbiztonság, tűz és robbanás

Vezető: Dr. Aszódi Attila

A fókuszterület résztémái többek között a radioaktív anyagokkal és nukleáris létesítményekkel kapcsolatos veszélyhelyzetekre, az energiatermelő létesítmények iparbiztonságára, tűzesetek modellezésére, tűzmegelőzésre és égésgátlásra, a tűzben károsodott szerkezeti anyagok állapotának felmérésére, a tűzesetek menekülési útvonalainak tervezésére és méretezésére, füstterjedés modellezésére, mérnöki létesítményekben bekövetkező robbanások, repülőgép-rázuhanás vagy becsapódás hatáselemzésére és az építmények ezeknek ellenállni tudó megtervezésére terjednek ki.

|  |  |
| --- | --- |
| Kód | Téma címe |
| KMM-P4-T1 | Radioaktív anyagokkal és nukleáris létesítményekkel kapcsolatos veszélyhelyzetek |
| KMM-P4-T2 | Energiatermelő létesítmények iparbiztonsága |
| KMM-P4-T3 | Tűzesetek modellezése |
| KMM-P4-T4 | Tűzben károsodott szerkezeti anyagok állapotának felmérése |
| KMM-P4-T5 | Tűzesetek menekülési útvonalainak tervezése és méretezése |
| KMM-P4-T6 | Füstterjedés |
| KMM-P4-T7 | Robbanás és tűz hatása mérnöki létesítményekre |
| KMM-P4-T8 | Repülőgép-rázuhanás |
| KMM-P4-T9 | Robbanás hatása emberi testre |
| KMM-P4-T10 | Szimulációs eljárások, mérnöki elemzőprogramok |
| KMM-P4-T11 | Geodéziai monitoring és döntéstámogató rendszerek |
| KMM-P4-T12 | Radioaktív sugárzás elleni védelem fokozásának szerkezeti anyagai |
| KMM-P4-T13 | Radioaktív hulladékok biztonságos elhelyezése kőzetkörnyezetben |
| KMM-P4-T14 | Stratégiai hídszerkezetek élettartam vizsgálata |
| KMM-P4-T15 | Létesítmények tartószerkezeteinek viselkedése tűzhatásra |
| KMM-P4-T16 | Intézkedési tervek, protokollok matematikai logikai vizsgálata |
| KMM-P4-T17 | Felrobbanás feltételei reakciókinetikai modellekben |
| KMM-P4-T18 | Katasztrófa-szótárak közép-európai nyelveken |

# KMM-P4-T1

Radioaktív anyagokkal és nukleáris létesítményekkel kapcsolatos veszélyhelyzetek

Kapcsolattartó: Dr. Pátzay György

Radioaktív és hasadó anyagok kezelésével, felhasználásával kapcsolatos veszélyhelyzetek értékelése, veszélyek csökkentése, kárelhárítás. Atomerőművi és ipari tevékenységek veszélyhelyzetei.

# KMM-P4-T2

Energiatermelő létesítmények iparbiztonsága

A hazai energiatermelő egységek iparbiztonságának aktuális problémáinak összefoglalása, megoldások és javaslatok az iparbiztonság erősítésére.

# KMM-P4-T3

Tűzesetek modellezése

Kapcsolattartók: Dr. Tóth Elek, Dr. Horváth László

A tartószerkezeti számítási eljárások egyszerűsített formában veszik figyelembe a tűz hatását. A valóságban az épített terek mérete, kiterjedése (magassági és szélességi viszonyai), belső elrendezése, szellőző és füstelvezető rendszerei, illetve az ezek hatására kialakuló áramlási viszonyok meghatározó módon befolyásolják a tűz terjedését, és a tűzhatás helyét és mértékét.

A tűzvédő szerkezetekkel védett, burkolt tartószerkezet felmelegedése a valóságban nem egyenletesen történik a teljes keresztmetszetben, hanem térben és időben eltoltan megy végbe. E térbeli és időbeli eloszlás változásának figyelembe vétele, illetve a védő szerkezetek ezen működési elvek ismeretében történő kialakítása segíthet a tűzvészek esetén bekövetkező katasztrófák mértékének csökkentésében, és a károsodás minimalizálásában.

A kutatás célja tűz hatására az épületen valamint a tartószerkezeten belüli (térbeli) hőmérséklet-eloszlás és áramlás kialakulásának és időbeli változásának modellezése, továbbá a hőmérsékletváltozással együtt változó anyagtulajdonságok (hővezetési- és hőátadási tényező, fajhő, stb..) figyelembevételével a védett szerkezetegyüttesen belüli hőeloszlás tér- és időbeli változásának vizsgálata és modellezése.

Fentiek kiegészülnek az Áramlástan kompetenciáival: tűzesetek nyomán fellépő hőmérsékleti és egyéb hatások numerikus áramlástani (Computational Fluid Dynamics, CFD) modellezése.

# KMM-P4-T4

Tűzben károsodott szerkezeti anyagok állapotának felmérése

Kapcsolattartó: Dr. Lublóy Éva

A téma rövid leírása:

A tűzvédelem szempontjából meg kell oldanunk az épületek tűz alatti állékonyságát, illetve az épületek tűz utáni rekonstrukcióját. Manapság az épületek mielőbbi helyreállítása nagyon fontossá vált. A tűz utáni beavatkozás szükséges mértékének megállapítása speciális ismereteket igényel. Az épületek tűz utáni felújításakor kiemelt fontosságú, hogy meg tudjuk határozni az épület károsodásának mértékét.

A károsodás mértéke vasbetonszerkezetek esetében szorosan összefügg a tűz alatti legmagasabb hőmérséklettel. Így tulajdonképpen a tűz alatti hőmérsékletet kell meghatározni, ahhoz hogy az épület állapotát fel tudjuk mérni, illetve a rekonstrukciós munkákat el tudjuk kezdeni. A tűz alatti maximális hőmérséklet jelentős mértékben befolyásolja a beton, illetve kisebb mértékben a betonacél maradó szilárdságát és repedezettségi állapotát, amit aztán az ellenőrző számításokhoz fel tudunk használni. Amennyiben az épület felújítása szóba jöhet, akkor a roncsolásmentes vizsgálatokat részesítjük előnyben.

A kutatási téma célkitűzése:

A tűzkárosult vasbetonszerkezetek roncsolásmentes anyagvizsgálati lehetőségeit és annak korlátait elemezzük, és egy új vizsgálati lehetőséget, a komputertomográfiás módszert is megvizsgáljuk.

# KMM-P4-T5

Tűzesetek menekülési útvonalainak tervezése és méretezése

Kapcsolattartó: Dr. Kisgyörgy Lajos

Katasztrófák esetén a hatékony evakuáció nagymértékben csökkenti a mentéshez szükséges időt és a keletkező károkat. Az evakuációs modellek célja a lakosság evakuálásának optimalizálása, valamint az ehhez szükséges koordináció és ütemezés meghatározása.

Az evakuáció optimalizálásának része az evakuáció előrehaladásának folyamatos monitorozása, és a valósidejű információk alapján szükség esetén a tervek módosítása. Ehhez olyan algoritmusok kellenek, amelyek a szükséges időkereten belül szolgáltatják az eredményeket.

# KMM-P4-T6

Füstterjedés

Kapcsolattartó: Dr. Kristóf Gergely

Az áramlás numerikus szimulációjával meghatározhatók azok az intézkedések, amelyek betartása esetén épületek belső tereinek egy része füstmentes marad, segítve a menekülést, ill. a tűzoltók munkáját. Belső terek – pl. sportaréna, Operaház, alagutak, metróállomások – szellőztető rendszerének alkalmasságát vizsgálni tudjuk, a bent tartózkodók megfelelő komfortérzete, valamint tűz esetén a menekülési útvonalak füstmentesítése érdekében. A numerikus szimuláció az egyetlen megfelelő módszer az égésből származó füst terjedésének vizsgálatára, ugyanis nagy mennyiségű hő felszabadítása nélkül, „hideg füsttel” történő kísérletek még közelítően sem adnak megfelelő eredményt.

Referenciáink pl.: szakértői munka az alábbi modellezési feladatokhoz kötődően: Papp László Budapest Sportaréna, budapesti metróállomások füstterjedési vizsgálata.

# KMM-P4-T7

Robbanás és tűz hatása mérnöki létesítményekre

Kapcsolattartók: Dr. Vigh L. Gergely; Dr. Balázs L. György; Dr. Lublóy Éva

Az utóbbi évtizedekben számos épület- és alagútkatasztrófa igazolta, hogy a tűzesetek hatásának kutatása továbbra is szükséges és aktuális. A statisztikai adatok alapján az utóbbi években Magyarországon a tűzesetek száma erőteljesen emelkedett. A regisztrált tűzesetek számának emelkedését egyrészt magyarázhatja a veszélyforrások számának növekedése; másrészt a pontosabb, részletesebb adatfeldolgozás.

Tűz, robbanás, illetve különleges üzemi körülmények (pl.: hűtőházak, hőreaktorok) esetén fontos ismernünk a különböző építőanyagok és szerkezetek viselkedését. A hőmérséklet növekedésével a legtöbb építőanyag szilárdsági és merevségi jellemzői fokozatosan romlanak.

A robbanás extrém hatásnak minősül, mely során a szerkezetre jelentős intenzitású dinamikus terhek hatnak. Az elmúlt évtizedben a külső, szándékos robbantás kockázata megnövekedett. A hazai tervezési gyakorlatban az ilyen hatásokra való méretezés nem jellemző és így a megfelelő tervezési koncepciók sem ismertek.

Az állandó műszaki fejlődés egyre több új építőanyag és technológia alkalmazását teszi lehetővé. A kutatási téma célja ezek hőmérsékletfüggő tulajdonságainak megismerése, mind a tűzmegelőzés szempontjából (a megfelelő anyagválasztás érdekében), mind pedig a tűzeset során várható következmények szempontjából. Vizsgáljuk továbbá a szerkezetek tűzállóságát fejlett analízis módszerekkel, a tűz- és robbanási hatásokkal szembeni nagyobb teljesítőképességű szerkezeti rendszerek tervezése érdekében. Az extrém hatások bekövetkezésével járó kockázatok elemzésére vizsgáljuk a szerkezetek sérülékenységét és tönkremeneteli valószínűségét.

# KMM-P4-T8

Repülőgép-rázuhanás

Kapcsolattartó: Dr. Károlyi György

Kiemelt fontosságú létesítmények (pl atomerőművek) tartószerkezeteinek ellenőrzése rázuhanó objektumra (repülőgép becsapódásra, tornádó által sodort tárgy ütközésére) nagy fontosságú a biztonságos üzemeltetés, illetve szélsőséges esetben biztonságos kényszerleállás szempontjából.

A kutatás a különböző jellegű ütközések (puha v. kemény) és hatások (lokális v. globális) elemzési lehetőségeit vizsgálja meg. Cél az eltérő modellezési szinteken (közelítő analitikus, szemi-empirikus modellek, illetve pontosított számítógépes szimuláció) végzett elemzések eredményeinek összevetése, az egyes módszerek alkalmazhatóságának vizsgálata. A kapott eredmények elemzése és összevetése alapján lehetőség nyílik megfelelő általános vizsgálati módszertan kidolgozására és így olyan egyszerűsített mérnöki számítási módszerek kifejlesztésére, amellyel konkrét szerkezetek méretezése elvégezhető.

# KMM-P4-T9

Robbanás hatása emberi testre

Kapcsolattartó: Dr. Kiss Rita

Az elmúlt évtizedekben robbanás veszélye a háborús övezetek mellett a békés területeken is megnövekedett az erőszakos robbanások (terrorcselekmények) és az üzemelés közben bekövetkező baleset-jellegű (pl. gázrobbanások) következtében. A robbanás hirtelen történő nagy mennyiségű energia-felszabadulás. Robbanáskor nemcsak a szerkezetekre, hanem az emberre (állatra) is jelentős intenzitású dinamikus teher hat.

A kutatás célja a robbanáskor létrejövő lökéshullámok, a lökéshullám utáni vákuum hatásának modellezése az élő (állati és humán) szervezetre. A kutatás elsődleges feladata az élő anyagok viselkedésének leírása dinamikus hatások esetén. A kutatás során a különböző (kontinuum mechanikán és szálköteg elméleten alapuló) numerikus modelleket in vitro körülmények között végzett kísérleti eredményekkel verifikáljuk.

# KMM-P4-T10

Szimulációs eljárások, mérnöki elemzőprogramok

Kapcsolattartó: Dr. Mizsey Péter

Mérnöki professzionális szoftverek alkalmazása iparbiztonsági feladatok és stabil működés-elemzés megállapítása érdekében

# KMM-P4-T11

Geodéziai monitoring és döntéstámogató rendszerek

Kapcsolattartó: Dr. Rózsa Szabolcs

A technológiai fejlődés során számos új szenzor vált elérhetővé, pl. MEMS (Microelectromechanical systems), InSAR (Interferometric Synthetic Aperture Radar), a hagyományos geodéziai eszközök mellett (GNSS, robot mérőállomás, dőlésmérő, nyúlásmérő, videó kamera, stb.). A különböző szenzorok által gyűjtött adatok fúziója (együttes kiértékelése) alapján pontosabb információhoz juthatunk és megalapozottabb következtetéseket vonhatunk le a környezetünkben lezajló kisebb mozgásokból. A szenzorok adatait automatikus gyűjtő és feldolgozó rendszerek segítséget nyújthatnak ipari és környezeti katasztrófák megelőzésében és az azokhoz kapcsolódó döntések megalapozásában (pl. vörösiszap katasztrófa (Devecser), partfalmozgás (Kulcs), atomerőmű-biztonság (Paks)) illetve mérnöki létesítmények, szerkezetek tesztelése, próbaterhelése során bekövetkezett alakváltozások kimutatásában (pl. hidak próbaterhelése, extrém magas hőmérséklet).

A gesztoráló Általános és Felsőgeodézia Tanszék 2008 óta kutat ezen a területen és különböző ipari megbízások során gyakorlati alkalmazásokat is kidolgoztak. Emellett az oktatásba is bevontuk ezeket a korszerű módszereket, több diplomaterv született ebben a témakörben.

A témakör a KKT összes fókuszterületét érinti, így jól megvalósítja az egyes területek integrációját.

# KMM-P4-T12

Radioaktív sugárzás elleni védelem fokozásának szerkezeti anyagai

Kapcsolattartók: Dr. Balázs L. György, Dr. Salem G. Nehme

A sugárvédő beton az ionizáló sugárzások valamely fajtája ellen biológiai védelmet nyújtó betonfajta. Fajtái: a nehézbeton, a hidrátbeton és a sugárvédő normálbeton. A nehézbeton főleg nagy rendszámú elemekből áll és elsősorban a röntgen és a gamma sugarak ellen nyújt védelmet, a hidrátbeton elsősorban a neutronsugárzás ellen, a sugárvédő normálbeton pedig a lassú és a termikus neutronok befogására, valamint a neutronok befogásakor keletkező gamma sugarak sugárzásának mérséklésére.

A kutatás a sugárvédő betonok összetételére, tulajdonságaira és betonozási technológiájára és a minőség ellenőrzésére irányul. A paksi atomerőműhöz épített átmeneti hulladéktároló betonszerkezeténél így fontos követelmény volt az alacsony hidratációs hő, a jó szivattyúzhatóság, a töppedés elkerülése és a repedésmentesség.

# KMM-P4-T13

Radioaktív hulladékok biztonságos elhelyezése kőzetkörnyezetben

Kapcsolattartó: Dr. Török Ákos

A radioaktív hulladékok hosszú távú biztonságos elhelyezésére a nemzetközi gyakorlat szerint a felszín alatti kőzetkörnyezet a legalkalmasabb. A biztonságos elhelyezés feltétele a kőzetkörnyezet tulajdonságainak megismerése és azok hosszú távú változásainak előre jelzése. Hazánkban megépült és további fejlesztés alatt áll a kis és közepes aktivitású radioaktív hulladékok tárolására szolgáló létesítmény Bátaapátiban, gránitos kőzetkörnyezetben, amelynek felszín alatti kamráiba elsősorban a Paksi Atomerőműből származó hulladékokat helyezik el.

A kutatás során a közeljövőben tervezett nagy aktivitású hulladékok befogadására potenciálisan alkalmas aleurolitos kőzeteket (Boda) is vizsgáljuk. A tárolóterek tervezéséhez és hosszú távú biztonságos üzemeltetéséhez szükséges adatokat nyerünk a kutatás során. Ez azért is fontos, mert nem csak hazánkban, de más országokban sincs még üzemelő nagy aktivitású radioaktív hulladékokat befogadó végleges tároló. A nemzetközi szinten is élenjáró Svédország és Finnország is most készül a tárolók véglegesítésére. A nemzetközi érdeklődést mutatja, hogy a téma kiemelten szerepelt a 2014-es Torinói Mérnökgeológiai Világkonferencián is. A kutatás előzményének tekinthető, hogy a témával kapcsolatban svájci-magyar (Sciex) kutatási program keretében is végeztünk vizsgálatokat a Lausanne-i EPFL-lel közösen.

# KMM-P4-T14

Stratégiai hídszerkezetek élettartam vizsgálata

Kapcsolattartó: Dr. Kövesdi Balázs

Magyarország közút-, és vasúthálózatának zavartalan üzemeltetése szempontjából kiemelt fontosságúak a stratégiai hídszerkezeteink, melyek állapotfelmérése, élettartam becslése és esetleges károsodásainak előre jelzése katasztrófa elkerülés szempontjából fontos.

A hazai acél és öszvérhíd állomány folyamatosan öregszik, több olyan stratégiai hídszerkezetünk van, melyek fokozott fáradási, esetleg ridegtörési veszélynek vannak kitéve. Mind az újonnan épült, mind a régi hídszerkezetek esetén fontos a hídszerkezeteink élettartamának pontos ismerete, a szerkezetek károsodási fokának nyomon követése és egy esetleges katasztrófa bekövetkezésének előre jelzése.

Az élettartam vizsgálat magában foglalja a szerkezetekre telepítendő monitoring rendszerek és azok adatainak elemzését, kiértékelését, numerikus modell alapú fáradásvizsgálatot, valamint megjelenő repedések esetén a repedésterjedés veszélyességének értékelését a szerkezet élettartamára nézve. A kutatás célja olyan kiértékelő algoritmusok és integrált rendszerek fejlesztése, melyek részben helyszíni mérések, részben számítógépi szimulációk együttesével képesek hídszerkezetek tönkremenetelét előre jelezni.

# KMM-P4-T15

Létesítmények tartószerkezeteinek viselkedése tűzhatásra

Kapcsolattartó: Dr. Horváth László

Az ipari és más létesítmények tűzhatás következtében bekövetkező szerkezeti viselkedésének pontosabb megismerése hozzásegít a károsodások mértékének jelentős mértékű csökkentéséhez. Szimulációs eljárások segítségével modellezhető a tartószerkezetek felmelegedése, a kialakuló alakváltozások és várható károsodások.

A tapasztalatok nemcsak a létesítmények hatékonyabb és gazdaságosabb tervezése során kamatoztathatók, de meglévő létesítmények tűzbiztonságának különböző tűzszcenáriókkal való ellenőrzésére és vizsgálatára is alkalmazhatóak.

Lehetőséget nyújtanak arra is, hogy tűzkárosodást szenvedett létesítmények tartószerkezeteinek állapotáról megbízhatóbb képet alkossunk, és a kár utáni helyreállítás, megerősítés lépéseiről megalapozott döntés születhessen.

# KMM-P4-T16

Intézkedési tervek, protokollok matematikai logikai vizsgálata

Kapcsolattartó: Dr. Sági Gábor

A katasztrófa okozta károk mérséklésének fontos eszköze lehet, hogy a katasztrófa bekövetkezte előtt intézkedési terveket (vagy akár számítástudományi értelemben vett algoritmusokat) dolgozunk ki: mit fogunk tenni, ha a katasztrófa bekövetkezik. Sok esetben azonban annyi – egymásra is ható – paraméter van, hogy nem világos, hogy a megtervezett beavatkozások után a rendszer egészen biztosan a kívánatos állapotba kerül majd.

A matematikai logika eszközöket biztosít a hasonló nehézségek kezelésére. Adott algoritmusról – matematikai precizitással – ki lehet mutatni, hogy hibátlan végrehajtása után teljesül-e egy-egy előre adott feltétel. Ilyen jellegű módszerek alkalmazásával az intézkedési tervek jóval biztonságosabbá tehetők.

A kutatás célja konkrét intézkedési tervek matematikai logikai elemzése, illetve annak vizsgálata, hogy a hasonló jellegű biztonsági elemzések készítése milyen mértékben automatizálható.

# KMM-P4-T17

Felrobbanás feltételei reakciókinetikai modellekben

Kapcsolattartó: Dr. Tóth János

A kémiai reaktorokban lejátszódó folyamatok leírására a reakciókinetika modelljei szolgálnak. Fontos kérdés az, hogy egy ilyen modellről a reakciók szerkezete alapján eldönthető-e, hogy a megfelelő differenciálegyenlet megoldásai felrobbannak-e. Erre vonatkozó kezdeti vizsgálatainkat szeretnénk kiterjeszteni minél több reakcióosztályra, továbbá olyan modellekre, amelyek a hőmérsékletváltozást, illetve a diffúziót is figyelembe veszik.

# KMM-P4-T18

Katasztrófa-szótárak közép-európai nyelveken

Kapcsolattartó: Dr. Kornai András

Kornai András, a TTK Matematika Intézet munkatársának vezetésével egy nemzetközi projektben készülőben van egy olyan soknyelvű (22 nyelv + angol) szótár, amely áll egyrészt egy kb. 1,000 szavas alapszókincsből és egy ugyancsak kb. 1,000 szavas katasztrófa-helyzetekre kialakított szókincsből (emergency response vocabulary) amiben ilyenek lesznek mint “sátor”, “kötél”, “iszapvulkán-kitörés” stb. Ez a munka a harmadik világban beszélt nagyobb nyelvekre (amilyen pl. a tamil vagy a szuahéli) készül, kelet-európai nyelvek egyáltalán nincsenek benne. A fordítások algoritmikusan, számítógépes nyelvészeti eszközökkel készülnek, tehát a feladat nagyon is belevág a profilunkba.

Az a javaslatunk, hogy végezzük el ugyanezt a munkát ne csak a magyarra, hanem azokra a nyelvekre, amin a hazánkat is érintő nagyobb, országhatárt nem ismerő katasztrófák áldozatai beszélnek, hiszen mind az áldozatokkal, mind a környező országok katasztrófavédelmiseivel kell tudni kommunikálni. A legfontosabb szóba jöhető nyelvek tehát a határos országok nyelvei: német, szlovák, ukrán, román, szerb, horvát, szlovén, illetve a kisebbségi nyelvek, elsősorban a roma. A jelenlegi migrációs krízisre való tekintettel szóba jöhet az arab is.