

Székvölgyi Katalin – Gondár Károly- Gondárné Sőregi Katalin- Weiser László

SMARAGD-GSH Kft.

1114 Budapest Villányi út 9.

KARSZTOS VÍZBÁZIS SÉRÜLÉKENYSÉGI VIZSGÁLATA

1. Bevezetés

A Víz Keretirányelv célja, hogy vízgyűjtőszinten megvalósuljon a jó vízminőségi és vízmennyiségi állapot. A jó vízminőség megőrzésében nyújthatnak segítséget a víztartók sérülékenységi vizsgálatai, melyet a felszín alatti vizek károsodásának megelőzése érdekében vezettek be az 1960-as években. A víztartók szennyezőkkel szembeni sérülékenységének vizsgálata azon belső tulajdonságoknak a bemutatására szolgál, melyek meghatározzák, hogy a rájuk ható szennyező terhelések milyen mértékben érintik kedvezőtlenül.

A karsztos képződmények kiemelkedő sérülékenysége és a porózustól jelentősen eltérő hidraulikai jellege miatt COST keretén belül ezen vízadókra sérülékenységi és kockázat térképezési keretmódszert dolgoztak ki, az Európai Megközelítést (Zwahlen F. ed. 2003). A keretmódszerhez igazodva több módszert alakítottak ki, melyek közül a rendelkezésre álló adatokat is figyelembe véve a Malagai Egyetem Hidrogeológiai csoportja által kidolgozott COP módszerrel (Vias et al. 2006) határoztuk meg a karsztvíztartó sérülékenységét a Kács-Sályi vízbazis utánpótlódási területén.

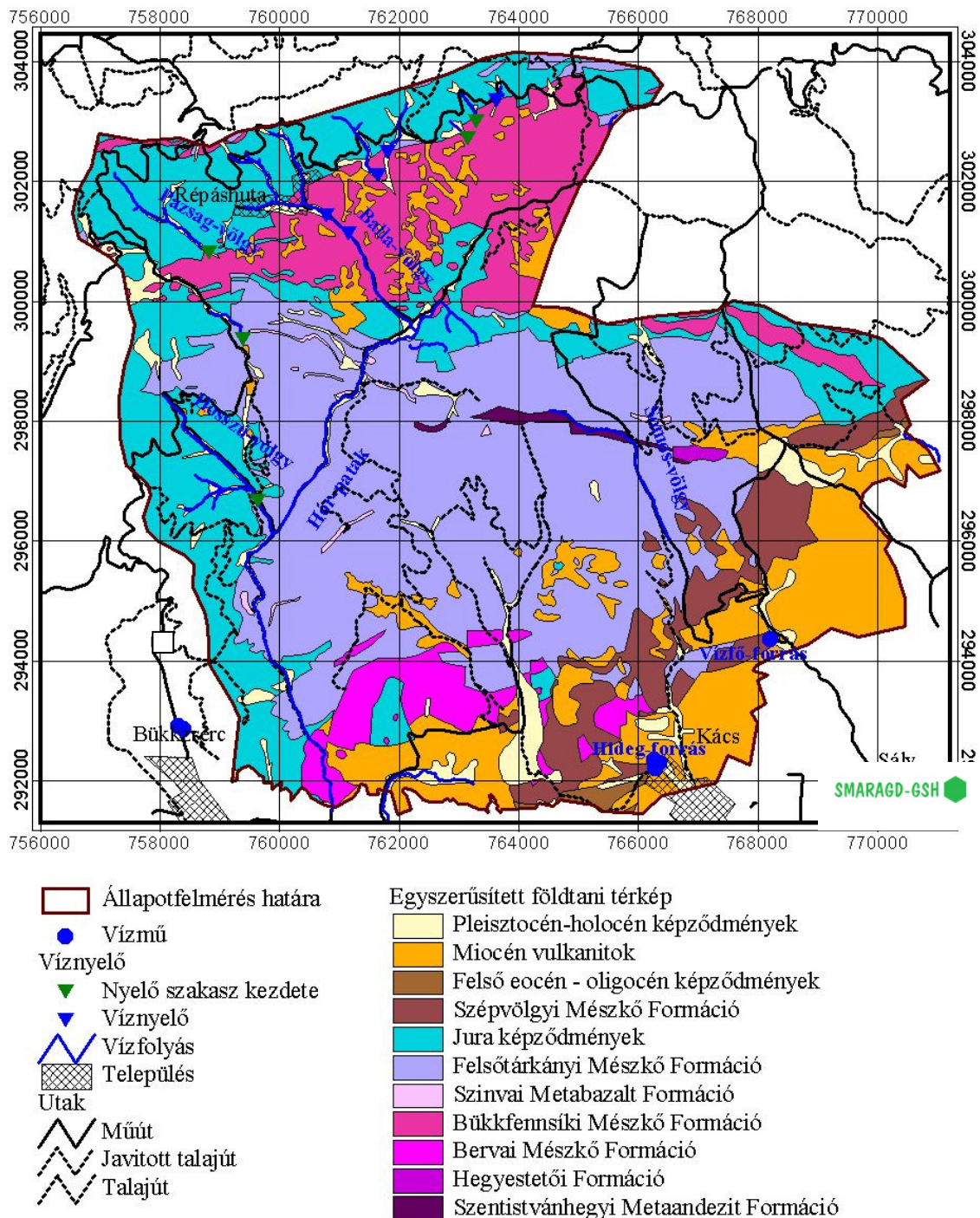
A Dél Borsodi régió vízellátását az Északmagyarországi Regionális Vízművek ZRt. a kácsi Hideg- és a sályi Vízfő-forrás vizéből biztosítja. A forrásokat az 1970-es években foglalták. A források védőterületének meghatározását a Nehézipari Műszaki Egyetem végezte 1982-ben, majd a VITUKI tervdokumentációja alapján módosították (Ráday Ö. 1988). A jelenleg hatályos jogszabály szerinti védőterületük kijelölése folyamatban van, a sérülékenységi értékelést a diagnosztikai vizsgálatok keretében végeztük el, melyet az Új Magyarország Fejlesztési Terv, Környezet és Energia Operatív Program keretében rendelt meg az üzemeltető ÉRV ZRt.

2. A terület földtani felépítése

A vízbazis utánpótlási területe a DK-Bükk vízföldtani, szerkezeti egységhez tartozik. A vizsgált területen a felszínen a paleozoós és alsó triász képződmények teljesen hiányoznak. A dél-keleti Bükkben legidősebb fúrásból ismert képződmény a Hámori Dolomit Formáció, mely középső-triász elején kialakuló karbonát platformon folytatódó üledékképződés eredménye (Pelikán P. szerk. 2005). A platformfejlődést a középső triászban többször vulkáni működés szakította meg, a ladini elején ebből keletkezett a Szentistvánhegyi Metaandezit Formáció. A vulkáni tevékenység után a Déli-Bükkben folytatódott a karbonát platform fejlődése, melyen egyenletes, lassú süllyedéssel lépést tartó üledékképződés közben nagyvastagságú mészkő rakódott le (Bervai Mészkő Formáció és Bükkfennsíki Mészkő Formáció). A platform terrigén üledékektől való elszigeteltsége miatt ezen mészkövek rendkívül tiszták, csak a padhatárokon lehet vékony agyagfilmeket látni, ennek következtében kitűnően karsztosodnak. A felső-triászban a karbonát platform lezökkent, a pelágikus medencében, lejtőn képződött mészkő (Répáshutai Mészkő Formáció, Felsőtárkányi Mészkő Formáció) a délkeleti Bükkben nagy területen fordul elő. Alsó része még közepesen karsztosodó, de fölfelé egyre kevésbé alkalmas a karsztosodásra. A következő vulkáni esemény terméke (Szinvai Metabazalt Formáció) már medence környezetbe települt. A

vulkanizmus összefüggésben lehet a Vardar-zóna nyugati ágának a középső triászban kezdődő felnyílásával. Kapcsolatban állhat ezzel a vulkanizmussal a süllyedés felgyorsulása, mely a nori elejére a karbonát platformok megfulladásához, nyílt tengermedence általános elterjedéséhez vezetett.

A triász rétegsor a nori-rhaeti határ közelében megszakad, a felső-triászra közvetlenül települnek késő-dogger–malm korú jura képződmények (*Bányahegyi Radiolarit Lökvolgyi Formáció*). A mezozoos rétegsorban alsó-malmnál fiatalabb képződményt a Déli-Bükkben jelenleg nem ismerünk.



1. ábra: Egyszerűsített földtani térkép

Az eocén képződmények diszkordanciával települnek az alaphegységen. A kiemelkedés kezdetétől a késő eocén elejéig folyamatos szárazulati periódus és lepusztulás valószínűsíthető. A paleocén-kora eocén során zajlott a hegység első jelentős karsztosodása. A kora eocén üledékeket szárazföldi környezetben leülepedett képződmények (Kosdi Formáció) képviselik. Erre, illetve közvetlenül az alaphegységre eocén mészkő települ (Szépvölgyi Mészkő Formáció). A mészkő a felszínen a Bükk déli peremén bukkan elő, ebből a képződményből fakadnak a vizsgált források is.

Az oligocénben az üledékképződést a tenger transzgressziója, és a szárazföldről történő üledékbeszállítás mértéke határozta meg, melytől függően márga, mészmárga, agyag, agyagmárgás aleurit, agyagmárga (Budai Márga, Tardi Agyag Kiscelli Agyag, Egri Formáció) képződött.

A miocén kezdetén a Bükk fő tömege valószínűleg újra szárazra került, az eocén-oligocén üledékes kőzetek lehordódtak. Ennek következtében a középső miocén üledékek sok helyen közvetlenül az alaphegységre települnek. A délkeleti Bükkre jellemzőek a paleokarsztos kitöltések, melyet az Rh-3-as fúrás 41,0 m, a Cs-3 fúrás 210 m, a projekt során létesített HUTA-1 figyelőkút pedig 126 m vastagságban tárt fel. A miocén vulkanizmus üledékei is közvetlenül az alaphegységre, illetve az említett szárazföldi üledékekre települnek (Gyulakeszi Riolituffa, Tari Dácituffa és Harsányi Riolituffa Formáció).

D-en a pannon képződményeket deltasíksági (folyóvízi, mocsári, tavi) kifejlődésű agyag, agyagmárgás aleurit, huminites agyag, szenes agyag (Edelényi Tarkaagyag Formáció). fluviális és tavi eredetű laza, közép és finomszemű homok, homokkő és aleurit, agyag és agyagmárga, illetve lignit (Zagyvai, Bükkaljai Lignit, Nagyalföldi Tarkaagyag Formáció) képviseli.

A negyedidőszakban, összhangban a hegységterület gyors kiemelkedésével és intenzív lepusztulásával, a hegyvidéki területen málladéktakaró alakult ki, míg a völgyekben alluviális feltöltődésből származó kavicsos patakhordalék rakódott le.

A források fő utánpótlódási területe a Bükk délkeleti része, melyet főként jó vízvezető képességű, repedezett Felsőtárkányi Mészkő Formáció alkot. A kiváló vízvezető képességű Bükkfennsíkai Mészkő a forrásoktól távolabb helyezkedik el, míg az ugyancsak kiváló vízvezető képességű, de kisebb kiterjedésű Bervai Mészkő, illetve Szépvölgyi Mészkő alkotja a források közvetlen utánpótlódási területét. Ezekben a többnyire nyílt, illetve kis vastagságban fedett területeken történik a beszivárgás. Ennek egy része kis mélységben szivároghatva a hideg vizű források, talajszivárgások és patakok formájában megcsapolódik, a többi viszont mélyebb áramlási pályát megjárva a langyos források termális komponensét alkotja.

A Tebe-pusztá – Kisgyőr és Répáshuta – Bükkszentkereszt vonulatban található jura agyagpala sávok alatt a mészkőösszlet folyamatosnak tekinthető, vízvezetés szempontjából egységes karsztvíztárolót képez. A projekt során végzett geofizikai vizsgálatok is ezt a képet támasztották alá (SMARAGD-GSH Kft. 2010). A jura agyagpalának elsősorban beszivárgást módosító szerepük van, vastagabb kifejlődés esetén azonban a karsztvíztartó az agyagpala alatt nyomás alattivá válik. Az agyagpala sávjában tapasztalt vízrekesztő jelleg nem a palák torlasztó hatására, hanem inkább a fedettség miatt a mészkő karsztosodásának hiányára vezethető vissza.

A hegység déli előterében a lesüllyedt karsztra, vastag oligocén, miocén és fiatalabb üledékösszlet települ, amely agyagos, agyagmárgás, tufás vulkanit jellegénél fogva vízzáró és hőszigetelő jellegű. Ebből következően a D-i előtérben nyomás alattivá válik a termálkarszt.

3. A sérülékenység fogalma és az Európai Megközelítés módszer

Mádlné Szőnyi Judit (2009, 1997) meghatározása szerint „a sérülékenység a víztartó rendszer azon becsült jellemzője, amely a felszínre vonatkoztatva megadja a felszíni eredetű közvetlen szennyezők víztartó rendszerre gyakorolt hatásának kompenzációs lehetőségét a behatolás és a víztartó adott pontjáig történő tovaterjedés során”.

A sérülékenység relatív, nem mérhető, dimenzió nélküli tulajdonság. Megkülönböztethető belső (természetes) sérülékenység és specifikus sérülékenység. Az előbbinél csak a morfológiai, talajtani, geológiai, hidrogeológiai és hidraulikai tulajdonságokat vesszük figyelembe egy univerzális, vízben jól oldódó szennyezőanyagot feltételezve. Az utóbbinál a szennyezőanyag, szennyezőanyag-csoport, illetve szennyező tevékenység tulajdonságait is értékeljük.

Az általunk követett módszer a forrás-útvonal-célpont modellt használja kiindulópontként a sérülékenység vizsgálatához. A forrás a szennyezőanyag feltételezett kibocsátási pontja a felszínen. Az útvonal a szennyezőanyag kibocsátásától a védeni kívánt pontig tartó áramlási út. A célpont a víz, amit védeni kívánunk. A vízkészlet (víztartó rendszer) védelemnél a célpont az adott víztartóban a víz felszíne, így az útvonal leginkább függőleges, ahogy a víz átszivárog felszín alatti víz, illetve a fedett víztartó feletti rétegeken.

Az Európai Megközelítés négy faktort vesz figyelembe: fedőréteg (O=overlying layers), „áramláskoncentráló faktor” (C=concentration of flow), csapadék (P=precipitation regime), karsztrendszer fejlettsége (K=karst network development). Az O, C és K faktorok a rendszer belső sérülékenységét írják le, míg a P faktor a rendszerre gyakorolt külső hatást. Vízkészlet sérülékenységi vizsgálatánál az O, P, és C faktort kell figyelembe venni, míg a forrás sérülékenységi vizsgálatánál ezek kiegészülnek a K faktor vizsgálatával.

Ezen faktorok számítását a COP módszer szerint a 2. ábra mutatja. Valamennyi faktor alapján a területeket 5 osztályba soroltuk. A térképeken a kis védelmi funkciójú, erősen sérülékeny területeket pirossal, míg a legnagyobb védelmi funkciójú legkevésbé sérülékeny területeket kézzel jelöltük.

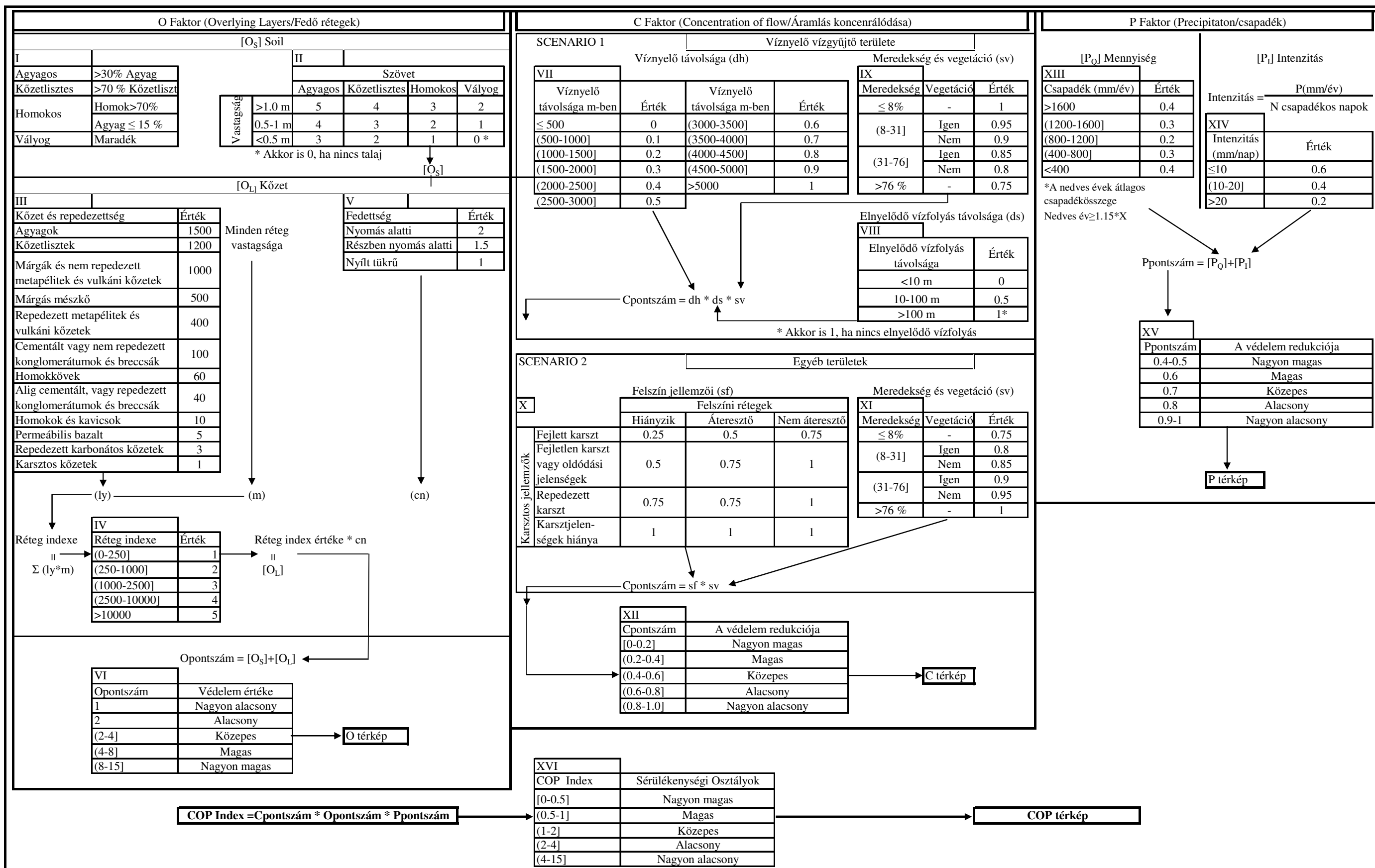
4. Fedő rétegek vizsgálata (O térkép)

A módszer a fedő rétegek közül a feltalajt (OS) és a telítetlen fedőréteg közettani összetételét veszi figyelembe (OL). A feltalajnál a szemcseméret összetétel és a vastagság alapján határozza meg a sérülékenységi pontszámot. A feltalaj meghatározásakor M=1:100 000 méretarányú AGROTOPO térképre támaszkodtunk. A talajképző kőzet esetében szembevetendő volt, hogy méretarányok, valamint az agrotopográfiai térkép készítése során rendelkezésre álló földtani térképek pontatlansága miatt jelentős elcsúszás van a talajtani és a földtani térkép között, ezért a talajtani térképet a földtani térkép alapján módosítottuk. A fizikai talajféleség szerint az agyagpalákon nem vagy részben mállott durva vázrészeket tartalmazó talajok, a mészköveken és a délen elhelyezkedő vulkanitokon vályog talajok alakultak ki. Az agyagpalákon a talaj vastagsága 20-40 cm, a mészköveken 40-70 cm délen a vulkanitokon pedig 100 cm-t meghaladó.

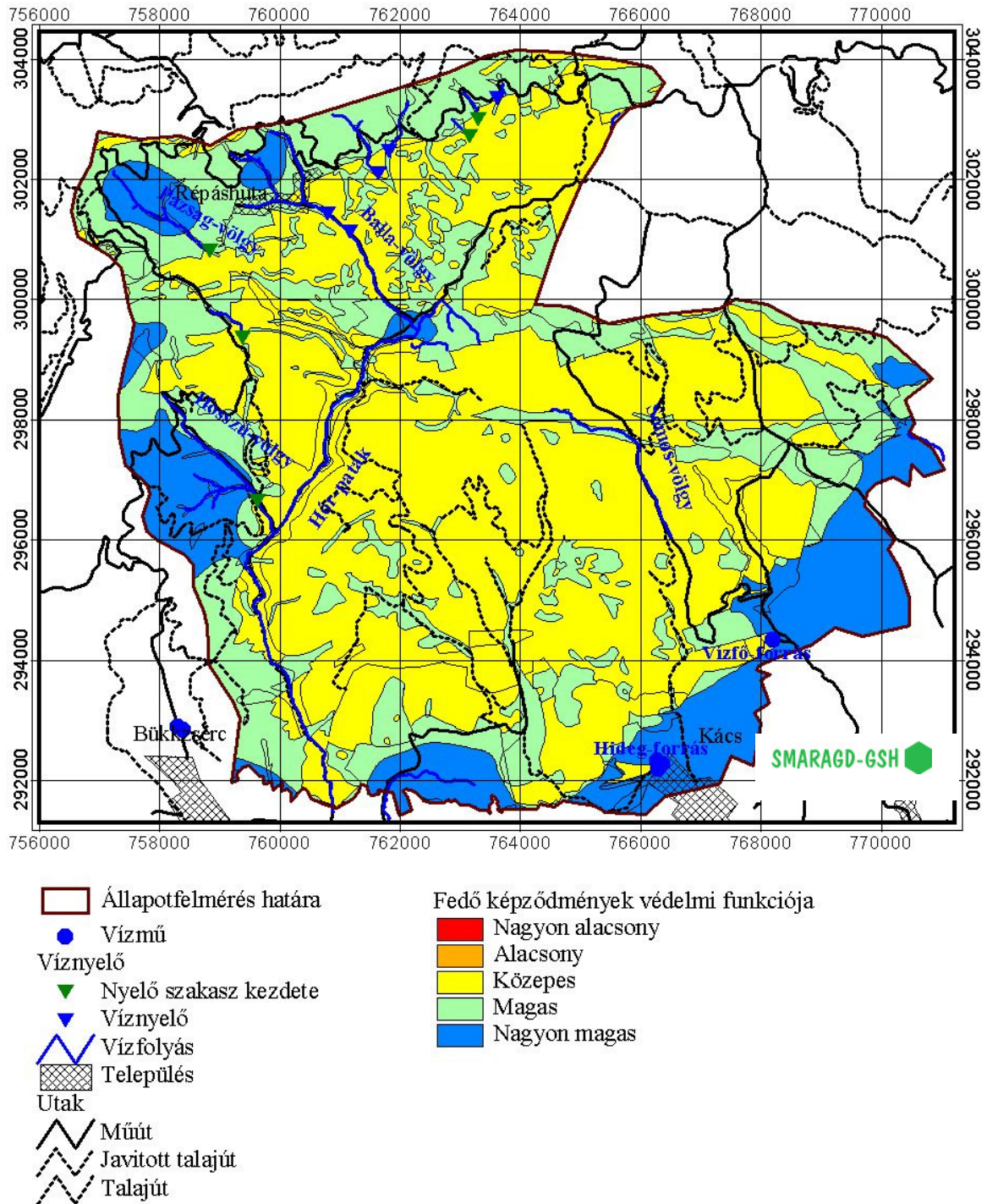
A kőzetösszetételnél a Bükk M=1:50 000 fedett földtani térképét használtuk (Pelikán P. szerk. 2005). A képződmények vastagságának meghatározásakor a projekt során végzett geofizikai mérésekre, a területen mélyített földtani fúrások rétegsorára és a területbejárásunkra támaszkodtunk. A telítetlen zóna vastagságának becslésekor a szerkesztett kasztvízszint térképet vettük figyelembe.

A fedő rétegek karsztvízrendszert védő funkcióját a 3. ábrán bemutatott térképen tüntettük fel. Nagyon nagy védelmi funkciójú (kék szín) területek közé csak azok a területek tartoznak,

ahol a karsztvíztartó nyomás alatti helyzetben található. Ilyen fordulhat elő az agyagpalával fedett területek egyes részein, valamint a déli fedett területeken, ahol a karsztvíztartó a mélybe zökken. Az agyagpalával fedett területeken a fedő rétegek védelmi funkciója nagy (zöld szín) míg a karsztos területeken a vályog típusú talaj védelmi funkciója közepes (sárga szín). A fedő rétegek védelmi funkciója alapján nem találunk kicsi, vagy nagyon kicsi védelmi funkciójú területeket. .



2. ábra: A COP módszerrel történő sérülékenység meghatározás folyamatábrája (Vias et al 2006 nyomán)

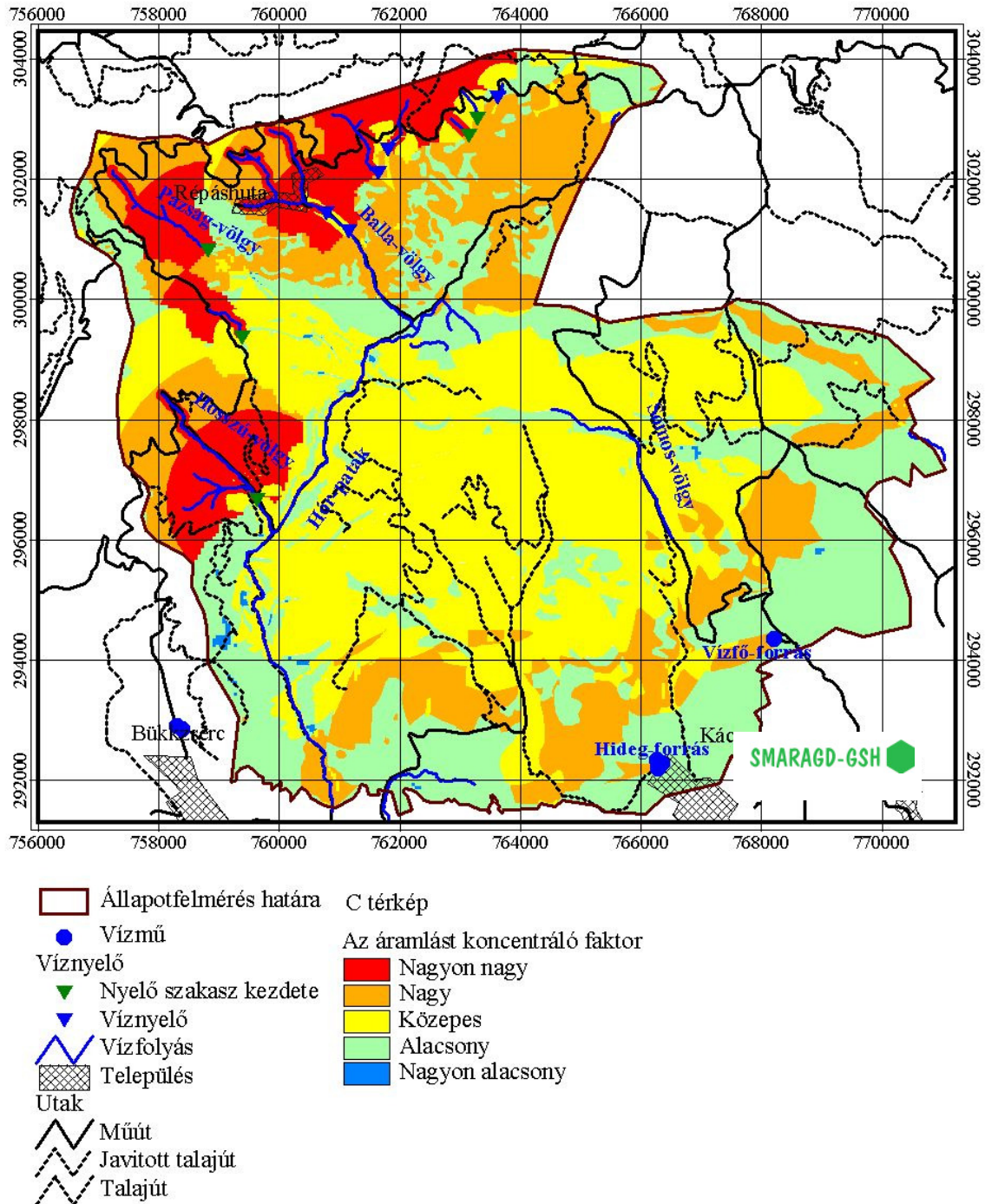


3. ábra: Fedő rétegek védelmi funkciója „O térkép”

5. Az áramlást koncentráló faktor (C térkép)

Az „áramlást koncentráló” faktor azt jellemzi, hogy a lehulló csapadék képes-e koncentrálni és áramlani olyan helyek felé, ahol gyors beszivárgás lehetséges, ezáltal csökkenteni a fedő rétegek védelmi funkcióját. A COP módszer 2 szcenáriót vizsgál. Az elsőbe a víznyelők vízgyűjtő területe tartozik, míg a másodikba a maradék terület. A víznyelők területén a víznyelőtől mért távolság, a vízfolyás távolsága, a vegetáció és a lejtő meredeksége, a maradék területeken pedig a karsztjelenségek gyakorisága, a vegetáció és a meredekség határozza meg az áramlást koncentráló faktort.

Azon nem karsztos vízgyűjtő területű víznyelők esetén, melyek jól fejlettek, és az összes lefolyó hozamot el tudják nyelni, mint például a Pénzpataki-víznyelőbarlang, a meghatározás egyértelmű. Azonban kevésbé fejlett víznyelők, vagy nyelő mederszakaszok esetén, mint a Pazsag-völgy, Hosszú-völgy, Balla-völgy, Hór-patak, Somos-völgy már jelentősebb megfontolást igényel a koncentrált beszivárgáshoz tartozó vízgyűjtő területek kijelölése. A jelen projekt során csak ott számoltunk koncentrált nyelővel, ahol a nyelő mederszakaszban legalább 250 L/perc vízhozam elnyelődik. Többszörös nyelősorozat esetén a felső nyelőt vettük figyelembe, kivétel a Balla-völgy, ahol az alsóbb szennyvíztisztítónál lévő nyelőig határoltuk le a vízgyűjtő területet. Az áramlást koncentráló faktor térképét a 4. ábrán mutatjuk be.



4. ábra: Az áramlást koncentráló faktor „C” térkép

A térkép alapján megállapítható, hogy a védelmi funkciót elsősorban a jura agyagpalán lefolyó és a víznyelőkön beszivárgó víz csökkenti. A víznyelők környezetében és a víznyelőben eltűnő vízfolyások mentén a védelmi funkció csökkenése nagyon nagy, a víznyelőktől, illetve a vízfolyástól távolodva a védelmi funkció redukciója nagy, a nagyobb vízgyűjtőjű területek felső részén közepes. Nagyon csökken a védelmi funkció a víznyelők vízgyűjtőjén kívül, ahol kis lejtőmeredekségű permeábilis fedő rétegekkel rendelkező karszt van a felszínen, mint például a Bükkfennsíki Mészki, vagy az eocén Szépvölgyi Mészki területén. A védelmi funkció csak közepesen csökken a Felsőtárkányi Mészki területén, és nagyon kicsit csökken délen a miocén vulkanitok, valamint északabbra a víznyelő nélküli jura agyagpala területeken.

6. A csapadék eloszlás faktor (P térkép)

A csapadék eloszlás (P) faktor nemcsak a csapadékösszeget, hanem az extrém időszakok gyakoriságát, tartósságát és intenzitását is figyelembe veszi, mely fő hatással van a beszivárgás típusára és mennyiségére. A COP módszerben a csapadék eloszlás faktor a nedves évek csapadékösszegétől, valamint nedves években a csapadék intenzitásától függ. A nedves éveket sokévi átlagos évi csapadékösszeget 15%-kal meghaladó csapadékösszegű évként definiálja, míg a csapadék intenzitása a nedves évek átlagos csapadéka osztva a csapadékos napok számával.

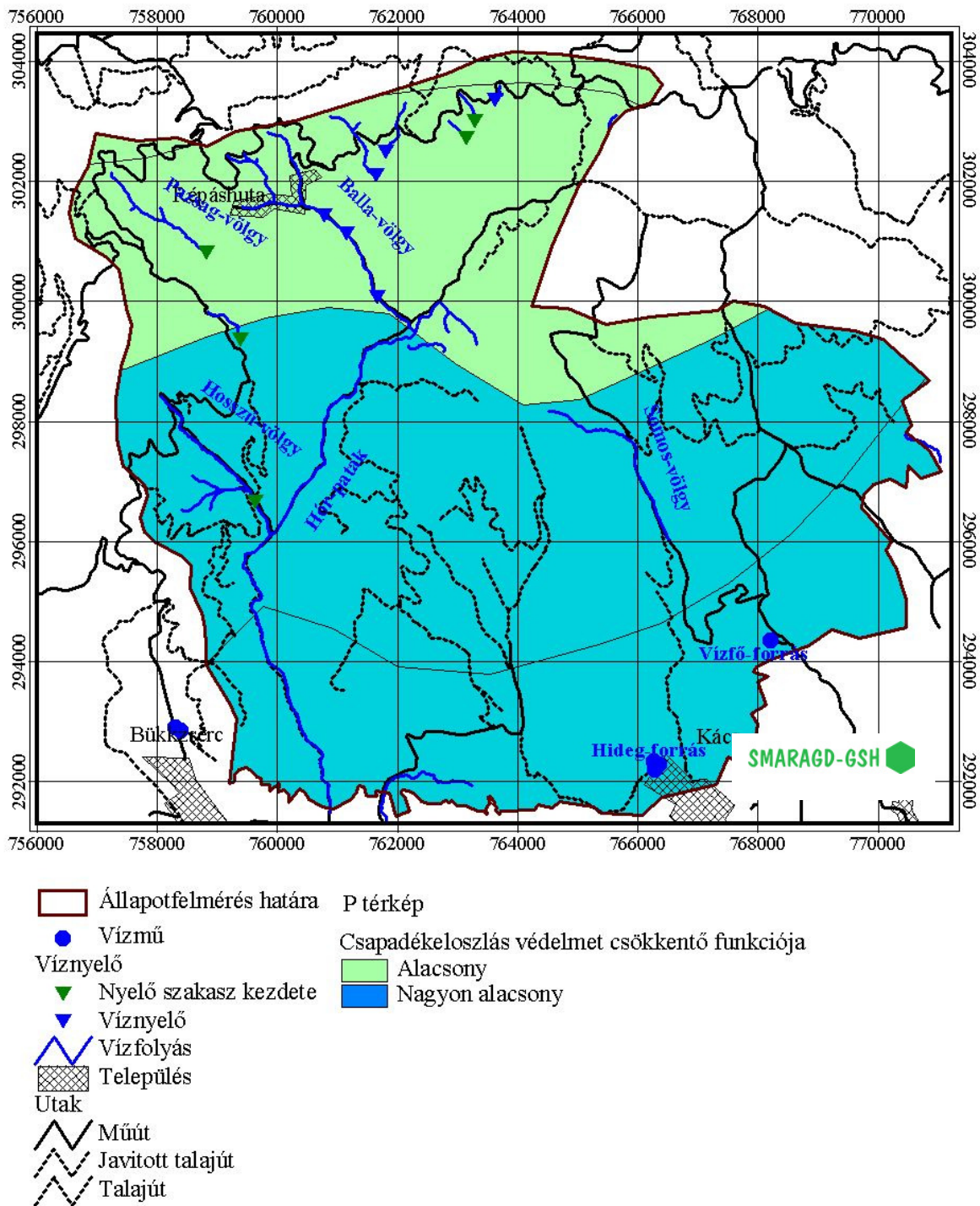
A nedves évek átlagos csapadékösszege a vizsgált területünk déli részén 726-798 mm, míg az északi részén 800-860 mm. A csapadékos években az átlagos csapadékos napok száma délen 87-93, északon 95-96, így a csapadékos napok intenzitása 8-10 mm/nap. Ezek alapján a P pontok értéke délen 0,9, az északi részen 0,8, azaz a védelem redukciója nagyon kicsi, kicsi. Az adatok alapján a csapadék eloszlás faktort (P térkép) az 5. 0ábrán mutatjuk be.

7. Sérülékenységi térkép (COP térkép)

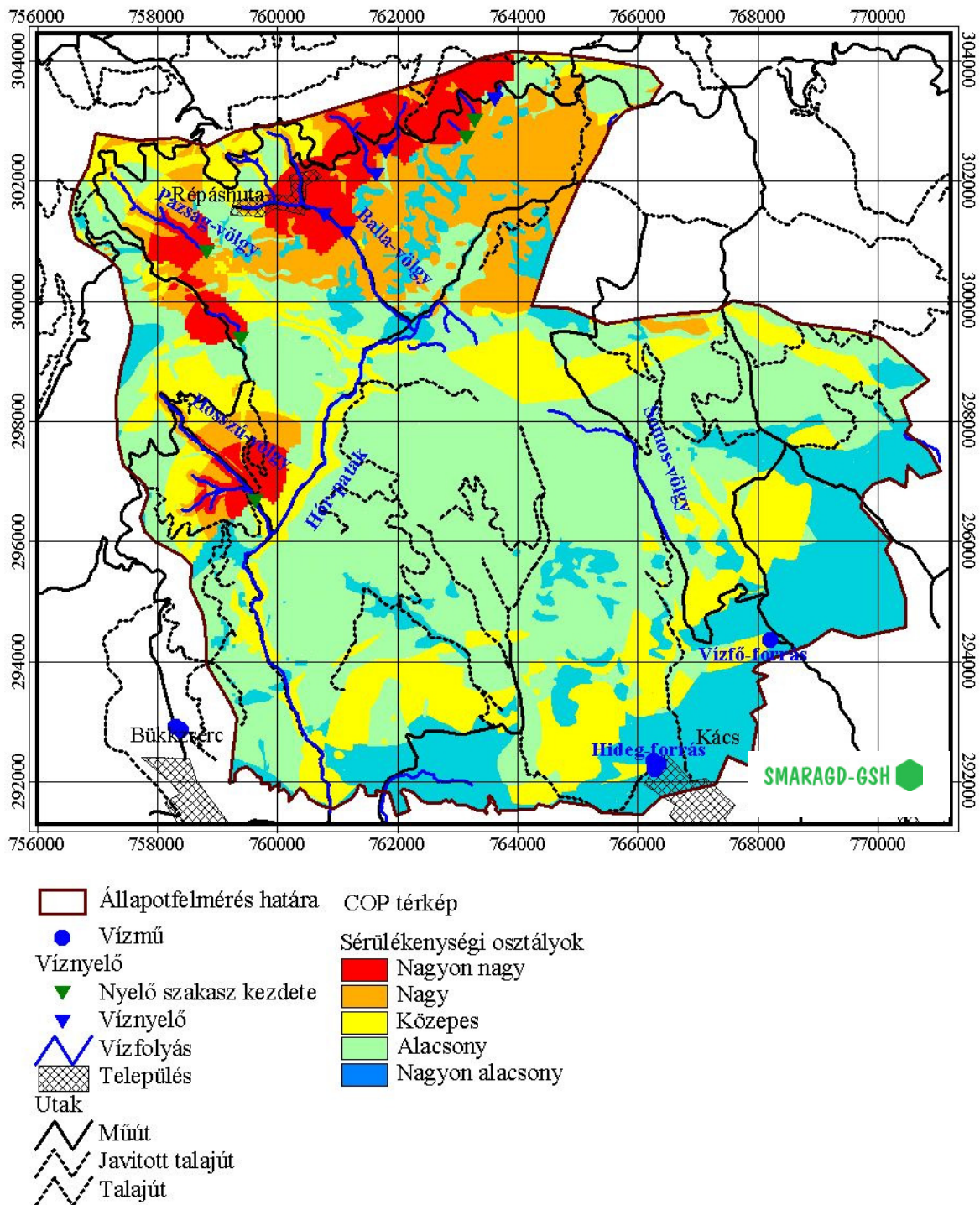
A sérülékenységi térképet az előbb kapott térképek szorzataként kapjuk. A térkép alapján megállapítható, hogy a vizsgált terület sérülékenysége nagyon nagy (piros), illetve nagy (narancssárga) az északi jura agyagpalák alkotta vízgyűjtő területű víznyelők környezetében, ahol a csapadék mennyisége nagyobb. Ugyancsak nagy az északi, Bükkfennsíki Mészki által alkotott felszíneken.

Közepes a sérülékenység (sárga) a víznyelők vízgyűjtőjének távolabbi részén és a Szépvölgyi Mészki területén, valamint a Felsőtárkányi Mészki terület északi részén, ahol nagyobb a csapadék. Alacsony a sérülékenysége (zöld) a Felsőtárkányi Mészki területeknek, és nagyon alacsony (kék) a miocén vulkanitokkal, illetve a jura agyagpalákkal fedett területeknek ott, ahol azok nem tartoznak egy víznyelő vízgyűjtő területébe.

A vizsgált vízbázisok 50 éves elérési idejű területe közepesen, alacsonyan, illetve nagyon alacsonyan sérülékeny. Ez összhangban van a trícium vizsgálati eredményekkel, melyek azt mutatják, hogy a mészki területeken utánpótlódó víz túlnyomórészt lassú szivárgással jut el a forrásokhoz, azonban ezek közelében az eocén mészki területe sérülékenyebb. Ezért elsősorban a források környezetében az eocén mészkövek területére, illetve az eocén mészkövön folyó időszakos vízfolyások vízgyűjtő területére kell fokozott figyelmet fordítani.



5. ábra: Csapadékeloszlás védelmet csökkentő funkciója „P” térkép



6. ábra: Sérülékenységi térkép (COP térkép)

Irodalomjegyzék:

Mádlné Szőnyi J. (2009): Felszín alatti vízkészletek sérülékenységeinek meghatározása in Szűcs P. et al. Vízkészletvédelem A vízminőség-védelem aktuális kérdései Bíbor Kiadó Miskolc pp. 187-237.

Mádlné Szőnyi J. (1997): Vízirtó rendszerek sérülékenységi vizsgálata a dunántúli középhegységi főkarsztváltároló rendszer (DNy-i rész) példáján. Földtani Közlöny 127/1-2, pp. 19-83

Nehézipari Műszaki Egyetem (1982): Kutatási zárójelentés a Kács, Sályi karsztforrások hidrogeológiai védőidomának meghatározásáról p. 49. Kézirat ÉKÖVIZIG Adattár

Pelikán P. (szerk.) (2005): A Bükk hegység földtana Magyarország tájegységi térképsorozata Magyarázó a Bükk-hegység földtani térképéhez (1:50 000) Magyar Állami Földtani Intézet Budapest p. 284.

Rádai Ö. (1988): A Kács-Sályi Karsztforrások hidrogeológiai védőidoma Kézirat VITUKI Tsz. 7623/4/647

SMARAGD-GSH Kft. (2010): Kács VIII. és a Sály VIII/A víztermelő telep sérülékeny földtani környezetben lévő vízbázisainak biztonságba helyezésének diagnosztikai vizsgálata Állapotértékelési és biztonságba helyezési tervdokumentáció Kézirat p. 224.

Vías J.M., Andreo B., Perles M.J., Crasco F., Vadillo I., Jiménez P. (2006): Proposed method for groundwater vulnerability mapping in carbonate (karstic) aquifers: the COP method Hydrogeology Journal 14. p 912-925.

Zwahlen F. ed. (2003): COST Action 620. Vulnerability and risk mapping for the protection of carbonate (karst) aquifers Final Report p. 297.