

## Megépült középmagas panelos szerkezetek billenésének csökkentése

DR. CSOBÓ ISTVÁN — MAJOR BÉLA

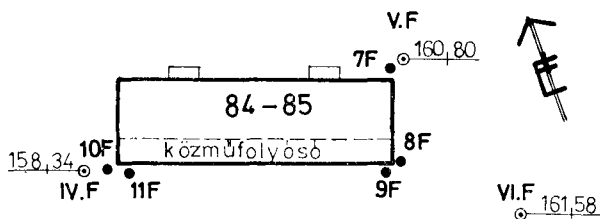
### Bevezetés

Pécs siklósi városrészének területén két szomszédos, síklapozású, középmagas KC-51 típusú panelos lakóépület (82—83 és 84—85 jelű) a szerelés befejezése után egy hónappal megbillent. A bekövetkezett billenés mértéke túllépte a panelos műszaki előírásban megengedett határértéket. Az észlelés utáni ellenőrző mérések azt mutatták, hogy a konszolidáció még nem zajlott le, az épületek további billenése várható, ennek megakadályozása végett sürgős beavatkozásra volt szükség. A rendkívüli tervezési feladatra a Dél-dunántúli Tervező Vállalatnál statikus, számítógépes és talajmechanikus szakemberekből álló team alakult, megvizsgálták a lehetséges beavatkozási módokat, elsőrendű szempont volt az épületek állékonyságának biztosítása. Végül olyan beavatkozási mód mellett

döntöttünk, amely biztonságos, számítási módszerekkel ellenőrizhető, ugyanakkor alkalmas arra, hogy a további billenést megakadályozza, illetve a bekövetkezett billenést csökkentse.

### Talajviszonyok, épületek ismertetése

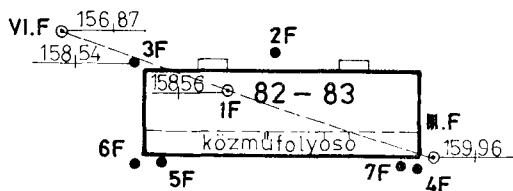
Az építési terület a Mecsek hegység déli előterében helyezkedik el. A felszínen 5—10 m vastagságban pleisztocén korú lösztalaj található, amely helyenként erősen homokos, mészrögös, roskadó képessége változó. A fajlagos roskadási tényező értéke  $i_m = 0,015—0,066$  között változik. Nagyobb mélységben pannon korú rétegek települnek. A kettő közötti hordalékos, homokos átmeneti talajrétegeket a mélyebb fúrások feltárták, egy jellemző talajszelvényt mutat be az 1. ábra, a talajvíz a terepszint alatt 20 m mélyen helyezkedik el.



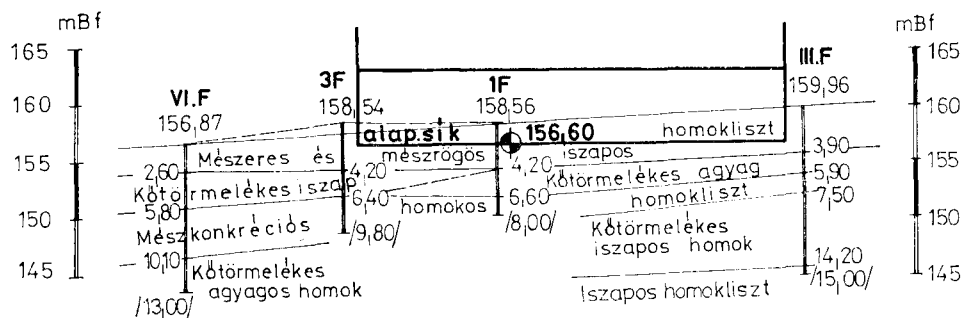
### JELMAGYARÁZAT

VI.F 156,87 tervezést megelőző talajmechanikai szakvélemény fúrásai (1977. április)

4F • károsodás utáni ellenőrző fúrások (1979. június — október)



82 — 83 jelű épület



MSZ 586/1

1. ábra. Helyszínrajz és talajszelvény

Az épületek panelos szerkezetűek, 11 szerelt szinttel, monolit vasbeton dobozalapozással. A pincedoboz alaplemeze 50 cm, a falak 25 cm vastagságúak, a födém előregyártott. Az épület déli oldalán közműfolyosót alakítottak ki a pincedobozban, az épület teljes hosszában (l. 1. ábra). Az alaplemez mérete  $11,35 \times 36,55$  m, az épület teljes magassága 35,62 m. Az épület súlya a terhek alapértékéből számítva 59 700 kN. A súlypont tervezett külpontossága hosszanti irányban  $s(x)=0$ , harántirányban  $s(y)=16,6$  cm. A talpfeszültség értéke az északi élen  $q=157,4$  kN/m<sup>2</sup>, a déli élen  $q=130,4$  kN/m<sup>2</sup> (arányuk 1 : 1,207, az ME 95—74-nek megfelelő).

**A billenés és az ezt követő vizsgálatok ismertetése**

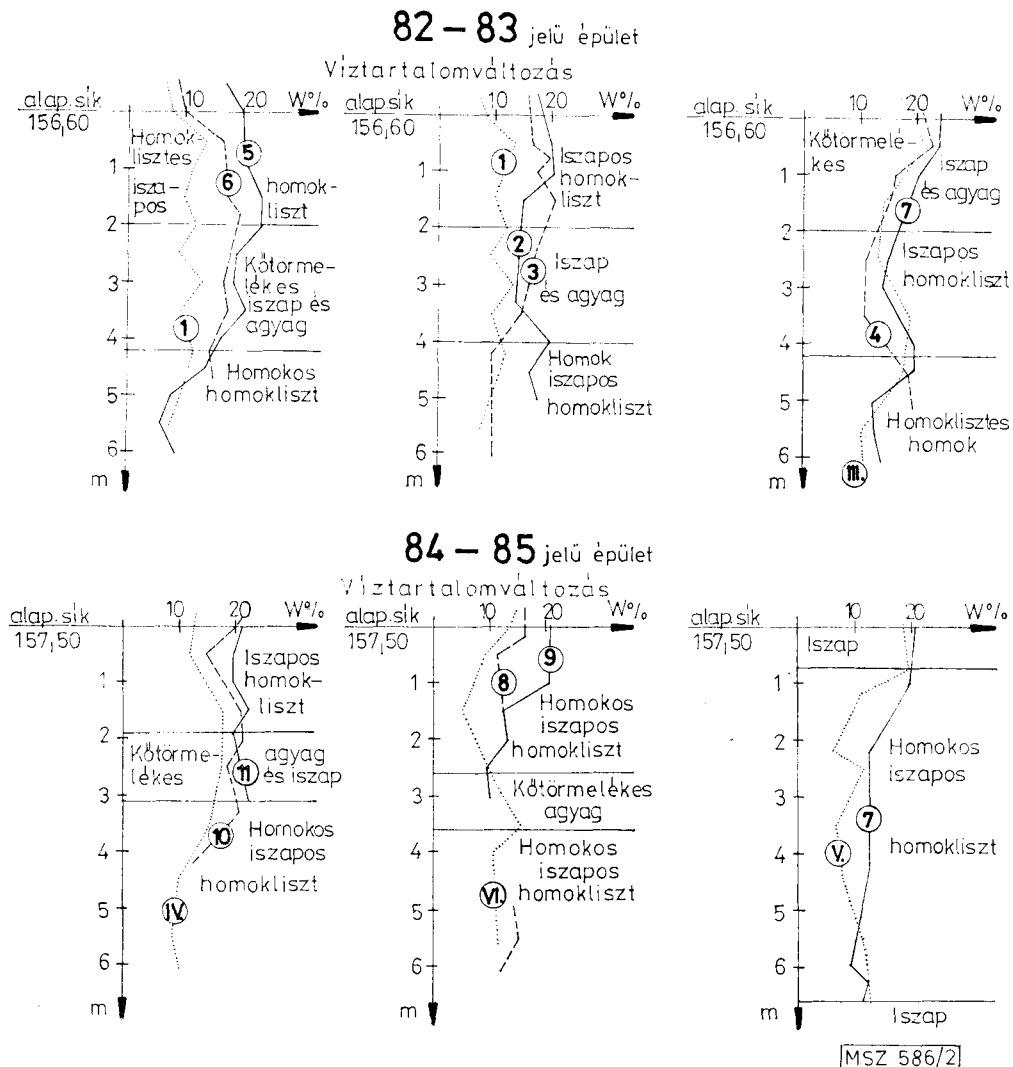
Építés közben az épületek süllyedésének meghatározására ellenőrző mérések történtek. Süllyedésmérés a panelszerelés befejezése és a billenés észlelése között nem volt. Billenést a panelszerelés utáni liftakna függőzésekor még nem észlelték. A liftszerelést megelőzően ismételten elvégzett függőzés alkalmával észlelték az épületek billenés-

esét. Ezt követően (1979. május 21-én) bemértük az épületek helyzetét, amit a 9. ábra szerint az 5. táblázat tartalmaz. Az építés közbeni szintezéshez felhasznált alappont időközben tönkrement, így nem állt módunkban meghatározni az épületek abszolút süllyedését, ami további munkánkban sok problémát okozott.

Az 5. táblázat a relatív süllyedések értékeit tartalmazza a legmagasabban fekvő (A) sarokponthoz viszonyítva. A 10. ábrán látható az épület felső sarokpontjának mérésel meghatározott kibillenése is.

Az épületek mellett ellenőrző fúrásokat mélyítettünk le az 1. ábra szerinti helyeken. A laboratóriumi vizsgálat eredményeit, összevetve a tervezést megelőző talajmechanikai szakvélemény adataival, a 2. ábrán és az 1. táblázatban tüntettük fel.

A billenés észlelése után rendszeres méréseket végeztünk a további süllyedések és azok időbeli változásának megállapítására. Az építés közbeni, valamint az észlelést követő süllyedésmérés eredményeit összedolgozva a 3. ábrán tüntettük fel. Az ismertetett mérési hiányosságok miatt az ábrázolást úgy végeztük el, hogy az épületek legmagasabban fekvő (A) sarokpontját a panelszerelés



2. ábra. A vízirtalomban észlelt változások

1. táblázat

## Talajfizikai jellemzők összehasonlítása

	Mélység (m)	Konzisztencia <i>lc</i>		Hézagtényező <i>e</i>	
		1977	1979	1977	1979
82—83 j. épület 1-2-3-5-6 fúrásokban	alapsík—2,0	1,6	1,05—1,30	0,58—0,59	0,62—0,87
	2,0—4,0	1,4	1,20—1,30	0,51	0,55—0,58
	4,0—	1,7	1,5	—	0,45—0,78
III.-4-7 fúrásokban	alapsík—2,0	1,2	1,3	0,84	0,67
	2,0—4,2	1,5	1,7	0,84	0,59
	4,2—	1,3	1,3	—	—
84—85 j. épület IV.-10-11 fúrásokban	alapsík—1,9	1,31	1,1	0,56	0,51—0,71
	1,9—3,1	1,04	1,3	0,66	0,65—0,74
	3,1—	1,3	1,3	0,67—0,71	0,45—0,52
	alapsík—2,6	2,0	1,6	0,68	0,60—0,80
VI.-8-9 fúrásokban	2,6—3,6	1,10—1,30	1,2	0,95	—
	alapsík—0,7	0,92	1,3	0,91	—
V.-7 fúrásban	1,0	1,5	1,3	0,75	0,80
	6,0	1,2	1,5	0,68	0,72

befejezésétől mozdulatlanok tételeztük fel és a többi sarokpont május 21-i állapot (l. 9. ábra) szerinti süllyedéskülönbségét felrakva indulnak a további süllyedési görbék. A hiányzó időszak görbeszakaszai nem valószínűsüllyedési görbék, csupán az egyes pontok süllyedéskülönbségeinek és az épületek billenésének tendenciáját szemléltetik. Ezekből kitűnik, hogy az épületek billenése a panelszerelést követő időszakban zajlott le.

Az észlelés utáni mérések értékelésénél egyértelművé vált, hogy az épületek egyenlőtlen süllyedése tovább fokozódik.

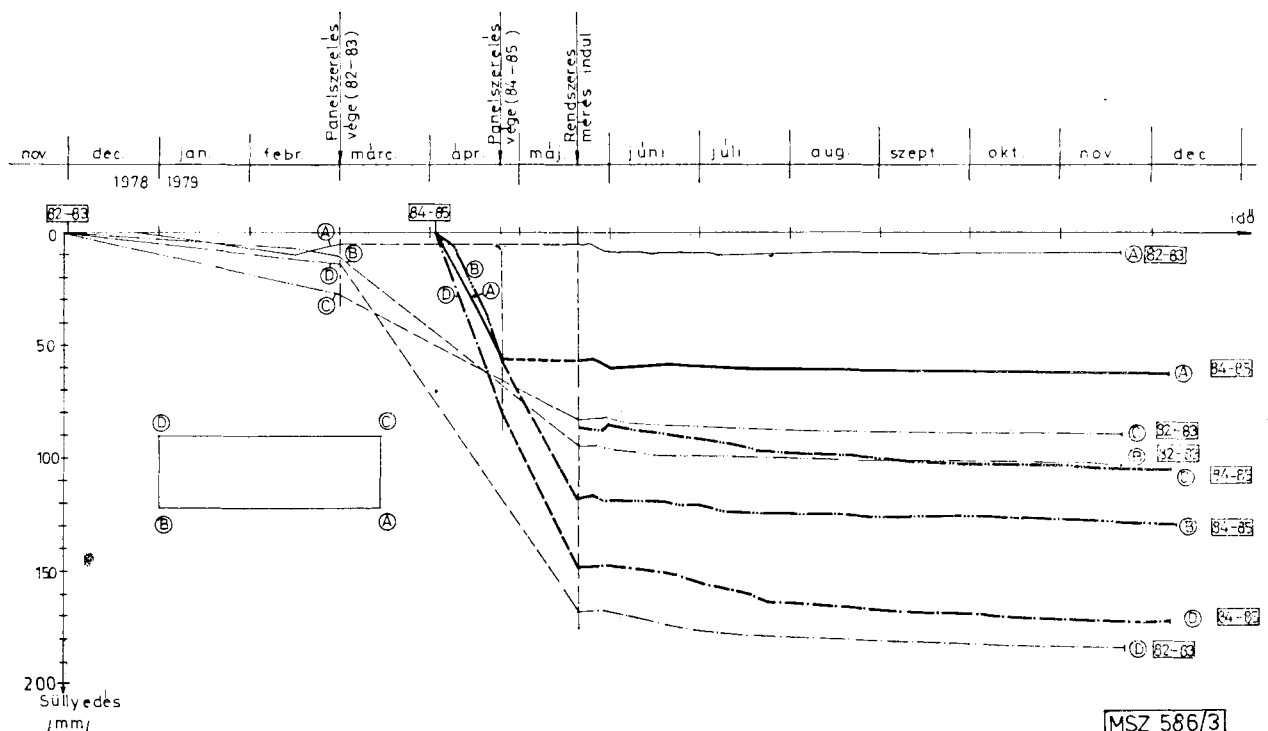
A billenés értéke mindkét épületnél jelentősen meghaladta a panelos műszaki előírás szerinti határértéket (1:1500). Ilyen mértékű billenés indokoltá tette a felszerkezet állapotának ellenőrzését. Az alapos helyszíni szemlén egyik épületnél sem tapasztaltunk a felszerkezeten jelentősebb repedéseket, csupán a panelos épületeknél megszokott helyeken észleltünk hajszálrepedéseket.

Vizsgáltuk a további billenés hatását a szerkezetre. Ehhez megközelítően ismernünk kellett a várható süllyedések értékét. A rendelkezésünkre álló mérési eredmények felhasználásával, a legkisebb négyzetes eltérés módszerével, meghatároztunk egy folytonos süllyedési görbét, melynek segítségével megkaptuk a még várható süllyedés mértékét. Ennek ismeretében elvégeztük a megbillent felszerkezet statikai vizsgálatát. A megbillenés hatására keletkezett többlet igénybevételeket három esetre vizsgáltuk: egy már bekövetke-

2. táblázat

## A sarokfeszültségek értékei

	Terv szerint	22,5 cm 25 cm 28 cm		
		<i>qA</i>	130,4	119,9
<i>qB</i>	130,4	122,3	121,3	120,3
<i>qC</i>	157,4	165,5	166,5	167,5
<i>qD</i>	157,4	167,9	169,1	170,5



3. ábra. Az épületek süllyedési görbét

zett értékre, egy teljes biztonsággal várható és egy becsült biztonsági értékre. Ezekhez az épületek felső sarokpontjának az alsóhoz képesti kimozdulását 22,5 cm, 25 cm és 28 cm-es végértékűre tételeztük fel. Az így számolt alaptest alatti sarokfeszültségek értékei ( $\text{kN/m}^2$ ) a 2. táblázatban láthatók.

Nem állt rendelkezésünkre az abszolút süllyedésre vonatkozó adat és nem ismertük azt sem, hogy a nagymértékű süllyedéskülönbség létrejöttékor az épület, illetve fogadósíntje milyen deformációt szenvedett. Így ennek hatását számításainkban nem tudtuk figyelembe venni.

A vizsgálatok eredményeként megállapítottuk, hogy a 25 cm-es billenési végérték feltételezésével a szerkezeti elemek megfelelnek az igénybevételnek. A 28 cm-es végértéknél nem lehetett kimutatni hogy a szerkezet a legnagyobb csomóponti nyírásokat elviseli, a koszorúterhek meghaladnák a teherbírási határértéket, és egyes helyeken a panelek megerősítésre szorulnának. A mérési eredményekből és vizsgálatainkból az alábbi következtetéseket vonhattuk le:

- Az épület billenése csak nagyon lassan konszolidáló jellegűt mutat.
- Amennyiben a felső sarokpont billenése túllépi a 25 cm-es határt, a felszerkezeti elemek megnövekedett terheit nem tudják az előírt biztonsággal viselni.

A további mozgás megakadályozása azonnali beavatkozást igényelt. Az épületeken létrejött elmozdulás nagyságrendileg olyan külpontosságokat, alaptest alatti feszültségáramokat eredményezett, amelyek a szabványok, illetve a műszaki előírások követelményeit már nem elégítik ki annak ellenére, hogy a felszerkezet az átrendeződött igénybevételek elviselésére még alkalmas volt. Ezek alapján olyan beavatkozást terveztünk, ami nemesak megállítja az épületet, hanem az eredetivel ellentétes irányú mozgást hoz létre.

#### Beavatkozási lehetőségek vizsgálata

A beavatkozás kiválasztásánál a következő megoldások lehetőségét vizsgáltuk:

- a süllyedéssel ellentétes oldalon az alapsík alatti talaj vízzel történő elárasztása,
- az épület bizonyos mértékig történő visszabontása,
- a megbillent oldalon mikrocölöpök készítése, az épület terhét ráhordva,
- talajszilárdítás,
- a billenéssel ellentétes oldalon a pincedoboz közmű-leterhelése nagy fajsúlyú, később kitermelhető anyaggal, illetve annak végleges kibetonozása,
- ugyanezen oldalon az alapfelület roncsolásos módon történő csökkentése,
- az alapfelület csökkentése az alaptest alatti talajban tömörítéssel létrehozott réssel, illetve az alaptest alatti alávágással.

Vizsgálatunk kiterjedt a biztonságra, a számításal történő modellezhetőségre, a kockázat mértékére, a kivitelezhetőségre és a költségekre. Végül a billenéssel ellentétes oldalon történő alapsík alatti alávágás mellett döntöttünk (l. 6. ábra).

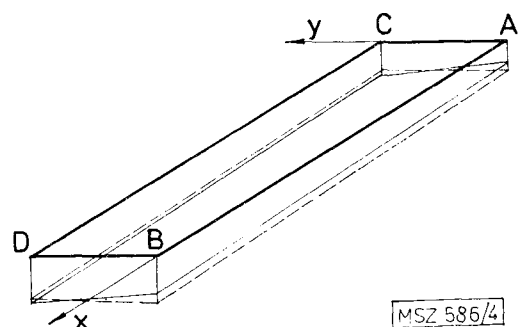
A feltámaszkodó alapfelületet csökkentve az alávágás irányába tolódik el az épületek súlypontja, a megbillent oldalon csökken, az ellentétes oldalon növekszik a talajigénybevétel, ezt az alávágás mértéke határozza meg. Az alávágás mélységének határai viszont a szabványban előírt talpfeszültségi viszonyoktól, valamint a felszerkezet teherviselő képességétől függenek.

A beavatkozással kapcsolatos vizsgálatainkat a Winkler típusú rugalmas ágyazaton fekvő lemez számítási módszerével végeztük. Számításaink elvégzéséhez vállalatunk TPA-8 típusú számítógépét vettük igénybe, az épületek vizsgálata véges elemes elmozdulásmódszerrel történt. A lemez alatt az ágyazási tényezőt nem állandónak, hanem lineárisan változóként tételeztük fel. Az alaplemezt végtelen merevnek tekintettük. A számítások során különválasztottuk a két épület vizsgálatát a megbillenes különböző mértéke miatt.

Mivel a billenést okozó talajállapot-változás időbeli és térbeli lezajlását nem ismertük, épületenként két számítási sorozatot készítettünk, melyekkel a várható helyzetet kívántuk két oldalról behatárolni. Az ágyazási tényező meghatározásához az épület sarokpontjainak mért és előrebecsült süllyedéseit, továbbá a megbillent épület alatti feszültségttest sarokpontjaiban fellépő feszültség értékeit vettük figyelembe. Az épületek teljes (bekövetkezett és mért) süllyedési (teljes süllyedési görbe) értékeinek felhasználásával az ún. „puha” ágyazatot; a billenés utáni (mért) süllyedések értékeinek felhasználásával pedig az ún. „kemény” ágyazatot hoztuk létre. Az így előállított változó ágyazási tényező megoszlások kis korrekció után megfelelő módon modellezték az épület alatti talajt, aminek ismeretében a beavatkozások számításal követhetők.

Meghatároztuk a szabványban előírt talpfeszültségi viszonyt (1:1,3) előidéző alávágási mélység felső határát, ami a 82—83 jelű épületnél 106,2 cm, a 84—85 jelű épületnél 96,2 cm értékre adódott. Ennek alapján 1,0 m behatolású alávágásból, illetve ennek következtében átrendeződött talpfeszültségekből a felszerkezetet ellenőriztük. A számítás során figyelembe vettük a felszerkezet merevítő hatását és az épület közelítően merevtest-szerű viselkedését.

Összességében megállapítható volt, hogy az alávágás a vizsgált mélységig végrehajtható, az épület állagának veszélyeztetése nélkül.



4. ábra. Az épületek térbeli helyzetének változásai

3. táblázat

Számított süllyedések beavatkozás előtt és különböző bevágási mélység esetén  
82—83 j. épület

		„Puha ágyazat”				„Kemény ágyazat”			
		ágyazási tényező (kN/m <sup>3</sup> )							
		<i>C<sub>A</sub></i>	<i>C<sub>B</sub></i>	<i>C<sub>C</sub></i>	<i>C<sub>D</sub></i>	<i>C<sub>A</sub></i>	<i>C<sub>B</sub></i>	<i>C<sub>C</sub></i>	<i>C<sub>D</sub></i>
		3610	950	1470	10 180	19 060	15 650	13 590	10 180
alávágás (cm)		számított süllyedés (mm)							
		<i>S<sub>A</sub></i>	<i>S<sub>B</sub></i>	<i>S<sub>C</sub></i>	<i>S<sub>D</sub></i>	<i>S<sub>A</sub></i>	<i>S<sub>B</sub></i>	<i>S<sub>C</sub></i>	<i>S<sub>D</sub></i>
0		17,8	110,4	101,1	197,5	5,9	7,7	12,1	15,4
67,5		34,8	138,7	88,2	191,0	8,1	10,3	11,0	14,2
90,0		42,5	151,3	82,0	188,5	9,0	11,4	10,5	13,7

		„Puha ágyazat”				„Kemény ágyazat”			
		ágyazási tényező (kN/m <sup>3</sup> )							
		<i>C<sub>A</sub></i>	<i>C<sub>B</sub></i>	<i>C<sub>C</sub></i>	<i>C<sub>D</sub></i>	<i>C<sub>A</sub></i>	<i>C<sub>B</sub></i>	<i>C<sub>C</sub></i>	<i>C<sub>D</sub></i>
		1250	780	1100	790	19 160	10 180	5390	5430
alávágás (cm)		számított süllyedés (mm)							
		<i>S<sub>A</sub></i>	<i>S<sub>B</sub></i>	<i>S<sub>C</sub></i>	<i>S<sub>D</sub></i>	<i>S<sub>A</sub></i>	<i>S<sub>B</sub></i>	<i>S<sub>C</sub></i>	<i>S<sub>D</sub></i>
0		99,7	163,9	147,0	210,9	4,7	10,5	22,5	28,0
27,5		113,1	179,3	139,4	204,2	5,4	12,0	21,9	27,4
40,0		119,8	187,5	135,5	201,5	5,9	12,7	21,6	27,1
67,5		135,9	206,2	126,3	193,8	7,2	14,5	20,9	26,4

A különböző alávágásokhoz tartozó, legjellemzőbb (sarokponti) számított süllyedési értékek a 4. ábra szerint a 3. táblázatban láthatók, feltüntetjük az ágyazási tényező számított értékeit is. Egy-egy alávágáshoz számított süllyedések a mindenkori terheletlen állapothoz viszonyított értékek. Az összetartozó futtatások süllyedéseinek különbsége a beavatkozás hatására bekövetkező várható változást adja meg.

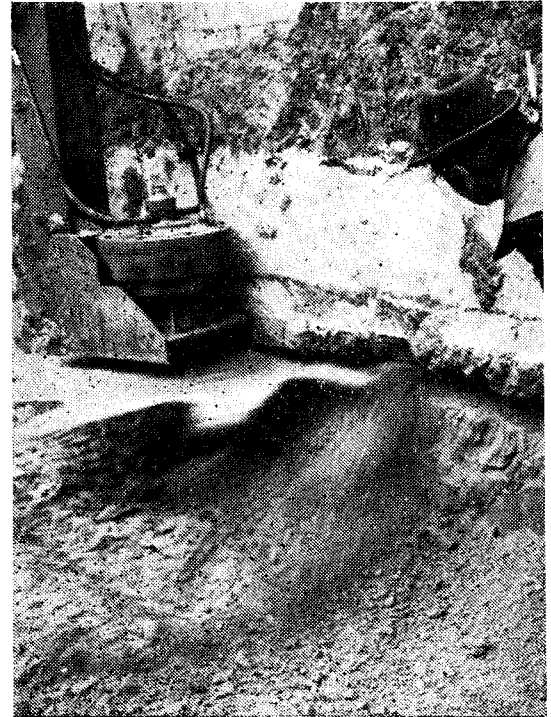
Kétféle alávágási mélységhez számított, valamint két időpontban mért süllyedésekből meghatározott sarokfeszültségi értékeket a 4. táblázatban ismertetjük. A 84—85 jelű épület esetében, a 82—83 jelű épületnél időközben végrehajtott beavatkozás tapasztalatai alapján, változó mértékű alávágással számoltunk (a ténylegesen végrehajtható értékek megfelelően).

4. táblázat

		Sarokfeszültségi értékek			
		Sarokfeszültség (kN/m <sup>2</sup> )			
Épület		<i>q<sub>A</sub></i>	<i>q<sub>B</sub></i>	<i>q<sub>C</sub></i>	<i>q<sub>D</sub></i>
82—83	május 21.	119,8	121,9	164,2	166,2
	november 8.	118,8	121,0	165,1	167,3
	80 cm alávágás	160,9	163,3	165,1	146,8
	90 cm alávágás	167,0	169,4	141,3	143,7
84—85	május 21.	125,6	127,1	158,9	160,6
	november 8.	123,6	125,3	160,7	162,4
	változó alávágás	146,0	144,5	152,4	151,0

Döntésünknel figyelembe vettünk egyéb hatásokat is, melyek a feszültségi értékeket, az épületmozgásokat valamilyen módon befolyásolhatták:

- a munkagödört az alapsík alatt 50 cm mélyen kellett kiemelni a kivitelezhetőség érdekében, hatására a visszabilenés megindulásával számoltunk,
- a munkagödör visszatöltésének hatásával,
- az épületek használatbavételének hatásával, mivel a hasznos teher nagy valószínűséggel az alávágás irányába idéz elő külpontosságot.

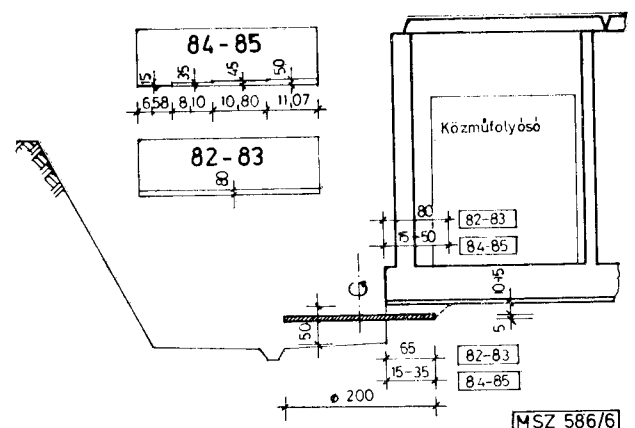


5. ábra. Hidraulikus működésű talajréseelő

### A beavatkozás ismertetése

Az alávágást a Baranya megyei Állami Építőipari Vállalat végezte, külön e célra készített Poclain TY 45 kotrógépre szerelt hidraulikus működésű talajréseelővel (5. ábra).

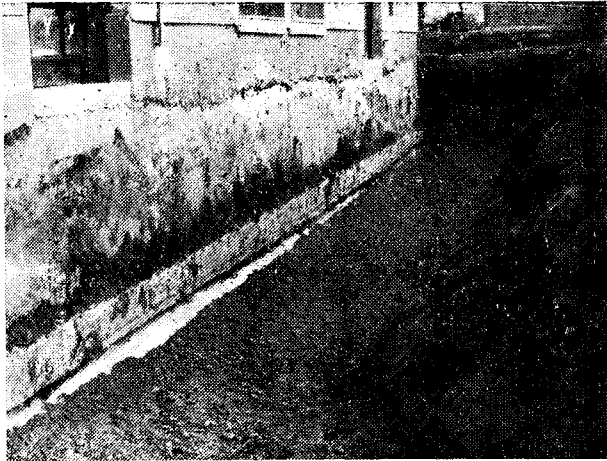
Először a 82—83 jelű épületnél került sor a beavatkozásra. Valamennyi tényező mérlegelésével ennél az épületnél 80 cm elméleti mélységű bevágás mellett döntöttünk az épület teljes hosszában. Az aljzatbeton egyenetlenségeivel számolva az alávágást nem közvetlenül az aljzatbeton alatt hajtottuk végre (elővigyázatosságunk kivitelezés közben indokoltnak bizonyult).  $\pm 5$  cm kivitelezési pontossággal számolva a tényleges bevágási mélységet a 82—83 jelű épületnél 65 cm-ben határoztuk meg és hajtottuk végre. Ennek eredményeként adódott az elméleti 80 cm bevágási mélység (6. ábra).



6. ábra. Az alávágás mértéke

A kivitelezés végrehajtása az alábbi fázisokban történt:

- munkagödör kiemelése, fenék-kiképzés,
- folyóka kiképzése, csapadécsatornába történő bekötés,
- alávágás végrehajtása,
- munkagödör csapadékvíz elleni védelme PVC fólia fektetéssel,



7. ábra. Az épület az alávágás végrehajtása után

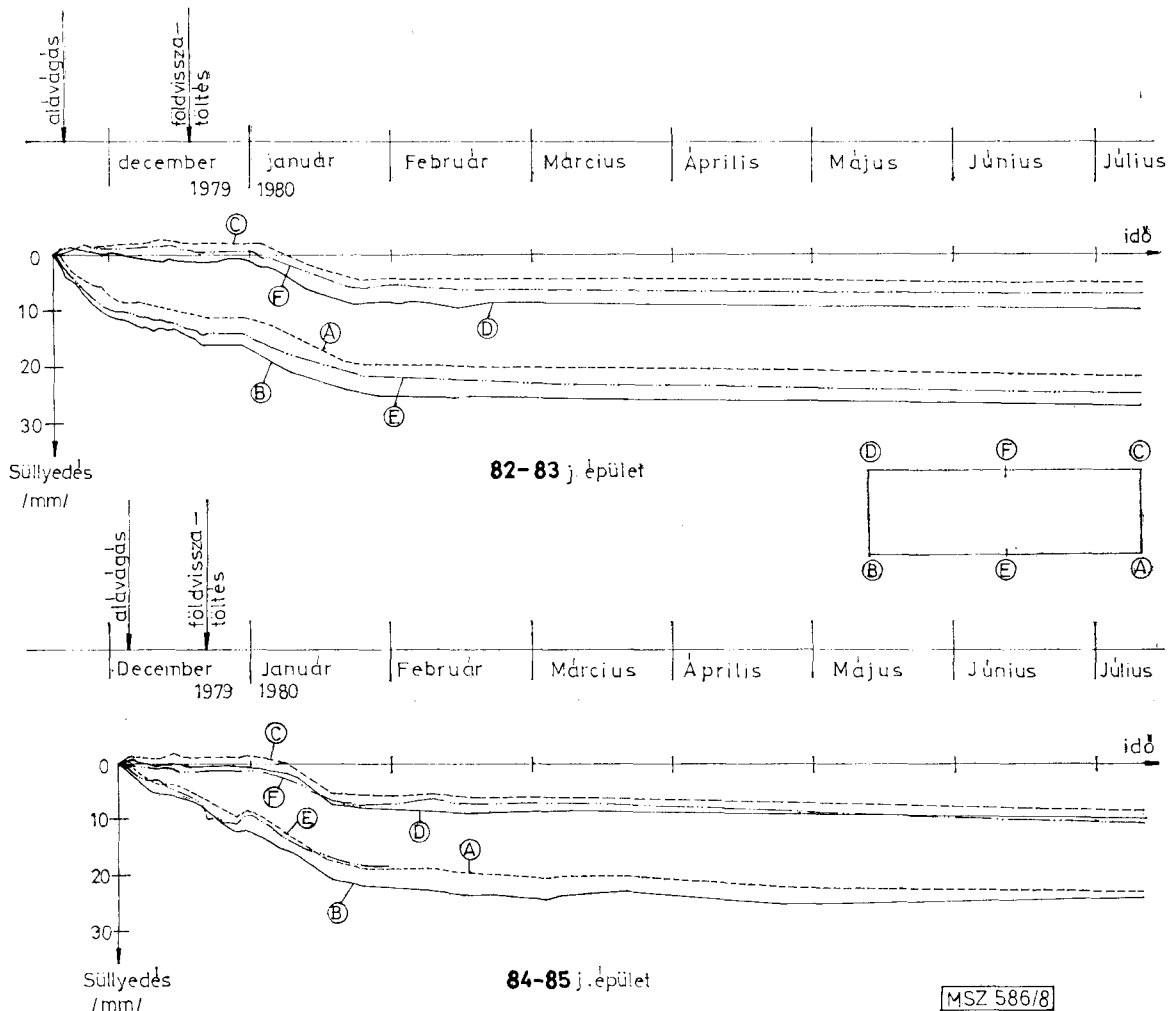
- kivárás,
- az alávágott rés visszatöltése tömörítéssel (eredeti talajjal),
- munkagödör visszatöltése.

A 7. ábrán látható az épület az alávágás végrehajtása után. A beavatkozás kezdetétől folyamatosan mértük az épület süllyedését. A mérési eredményeket a 8. ábrán tüntetjük fel. A 82—83 jelű épület mérési eredményei azt mutatták, hogy az épület visszabilenése mellett, kis mértékben növekedett a hosszirányú billenés. Ezért a 84—85 jelű épületnél változó mélységű alávágást hajtottunk végre (l. 6. ábra).

### Összefoglalás

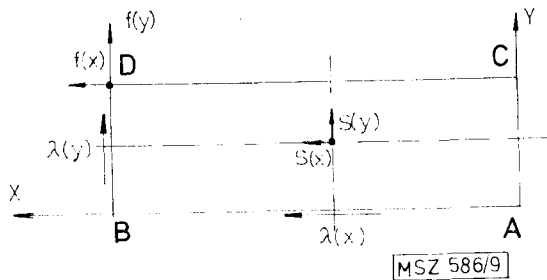
Az egyszerűbb összehasonlítás céljából a 9. ábra alapján az 5. táblázatban tüntettük fel az épületek helyzetének főbb jellemzőit a beavatkozás előtti időpontban és a beavatkozás utáni konszolidált állapotban, a billenés észlelését követő mérések eredményeivel együtt.

Az épületek egy felső sarokpontjának „0” időponttól induló (leírt) mozgását a 10. ábrán szemléltetjük a Műszaki Előírásban megengedett mozgási tartomány feltüntetésével. Az ábrán a „0” időponttól május 21-ig a görbe feltételezett.



8. ábra. A süllyedési görbék beavatkozás után

MSZ 586/8



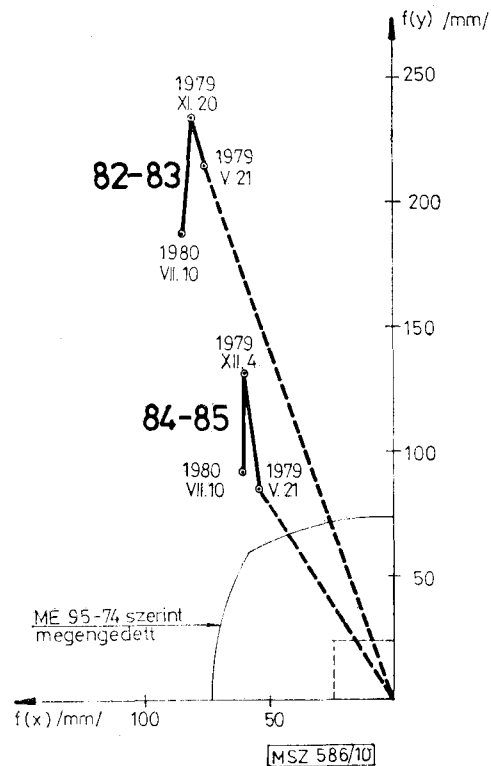
9. ábra. Az épületek térbeli helyzetének jellemzői

5. táblázat  
Az épületek helyzetének paraméterei a billenés észlelésekor, beavatkozás előtt és után (konszolidált állapotban)

82—83 j. épület				84—85 j. épület					
Relatív süllyedés (mm)									
Időpont	$S_A$	$S_B$	$S_C$	$S_D$	Időpont	$S_A$	$S_B$	$S_C$	$S_D$
1979. máj. 21.	0	87,0	75,5	162,5	1979. máj. 21.	0	61,5	30,0	91,5
1979. nov. 20.	1,5	93,9	83,9	176,3	1979. dec. 4.	4,3	72,9	50,7	119,3
1980. júl. 10.	23,2	120,4	88,9	186,0	1980. júl. 10.	27,0	96,6	59,3	128,9
Felső sarokpont kibillenése (mm)									
Időpont	$f(x)$	$f(y)$	Időpont	$f(x)$	$f(y)$				
1979. máj. 21.	76,0	214,6	1979. máj. 21.	53,7	85,2				
1979. nov. 20.	80,7	234,2	1979. dec. 4.	59,9	131,8				
1980. júl. 10.	84,8	187,3	1980. júl. 10.	60,8	91,7				
Billenési érték									
Időpont	$\lambda(x)$	$\lambda(y)$	Időpont	$\lambda(x)$	$\lambda(y)$				
1979. máj. 21.	1:418	1:148	1979. máj. 21.	1:592	1:373				
1979. nov. 20.	1:394	1:136	1979. dec. 4.	1:530	1:241				
1980. júl. 10.	1:374	1:170	1980. júl. 10.	1:523	1:346				
Súlyponteltolódás (mm)									
Időpont	$S(x)$	$S(y)$	Időpont	$S(x)$	$S(y)$				
1979. máj. 21.	41,3	117,0	1979. máj. 21.	29,3	46,5				
1979. nov. 20.	43,9	127,6	1979. dec. 4.	32,6	71,9				
1980. júl. 10.	46,2	102,1	1980. júl. 10.	33,1	50,0				

Mindkét épületnél a munkagödör kiemelése után — már az alávágást megelőzően — megindult az épület visszabilenése, ami az alávágás hatására fokozódott. A visszabilenés a déli oldal süllyedésével és az északi oldal emelkedésével indult. Különösen szembetűnő ez a 82—83 jelű épületnél, ahol az alávágás mértéke jóval nagyobb volt. Az első épületnél a munkagödör visszatöltésével kívártuk a gyors alakváltozás lezajlását. A munkagödör visszatöltése után újabb süllyedés indult meg. A 84—85 jelű épületnél a munkagödör visszatöltése korábban történt meg, azonban itt is megfigyelhető ugyanaz a jelenség. Ennél az épületnél a kisebb mértékű alávágás miatt a süllyedési görbék kevésbé meredek lefutásúak.

A gyors alávágás hatására az alaptest alatti hirtelen feszültségátrendeződés következtében a déli oldalon feszültségnövekedés, ugyanakkor az északi oldalon feszültségcsökkenés jött létre. Ez a hatás feltehetően az alávágás közvetlen közelében, az alaplemez alatti talajban törést idézett elő. Az északi oldalon a talaj rugalmas alakváltozása jött létre, a terheléscsökkenés következtében. Az épület merevtest-szerű billenését követően az alávágás melletti talajtöréssel kialakult a végleges teherviselő talajfelület (l. 6. ábra), az alaptest alatti teljes talajtömeg viszonylag egyenletes összenyomódása indult meg. A feszültségnövekedés hatására az



10. ábra. A felső sarok térbeli mozgása

alaplemez közepe felé fokozatosan következett be a talaj összenyomódása.

A 84—85 jelű épületnél végrehajtott lépcsős alávágás következtében — a 82—83 épülettel ellentétben — a hosszirányú billenés értéke gyakorlatilag nem változott.

Összességében a billenés irányával ellentétes oldalon az alaplemez alatt végrehajtott talajbevéágás sikeresnek mondható. Mindkét épület esetében az alávágás hatására csökkent a harántirányú billenés mértéke, az épületek helyzete stabilizálódott, és átadásra kerülhettek.

A beavatkozás utáni helyszíni szerkezeti ellenőrzés során sem tapasztaltunk képlékeny alakváltozásra utaló repedéseket. Az épületeknél létrejött — a panelos műszaki előírásban megengedett határértéket jelentősen meghaladó — billenési szél-érték, valamint az ezt követő beavatkozás következtében létrejött visszabilenés nem okozott a felszerkezetben károsodásokat.

Az előzőekből megállapítható, hogy a jól méretezett szerkezet a korábban feltételezettekénél, illetve a megengedettnél nagyobb mértékű mozgásokat, torzulásokat tudott elviselni maradó szerkezeti károsodás nélkül.

## IRODALOM

- [1] Winkler M.: Die Lehre von der Elastizität und Festigkeit Prag, 1867.
- [2] Szóts Miklós: Rugalmas ágyazású lemez számítása véges elemek módszerével. Rugalmas ágyazási konferencia.
- [3] Dr. Varga László: Talpfeszültségeloszlás merev alap alatt. Mélyépítéstudományi Szemle, 1970. 8.
- [4] Dr. Varga László: Síkalapozás. Szakmérnöki jegyzet.
- [5] Dr. Rózsa László főszerk.: Az alapozás kézikönyve. Műszaki Könyvkiadó 1977.