

Csepcsényi Lajos Lászlóné Balogh Melinda

# Térbeli elemek modellezése – domborzat modellezés és elemzés



 **NSZFI**  
NEMZETI SZAKKÉPZÉSI  
ÉS FELNŐTTKÉPZÉSI INTÉZET

A követelménymodul megnevezése:  
**CAD-ismeretek**

A követelménymodul száma: 0557-06 A tartalomlelem azonosító száma és célcsoportja: SzT-016-50

## DOMBORZATMODELLEZÉS AUTOCAD PROGRAMMAL

### ESETFELVETÉS – MUNKAHELYZET

A mérnöki létesítmények tervezését és kivitelezését jelentősen befolyásolja, a tervezési terület terepi adottsága, magassági jellemzője. A tervezésnél mindig törekedni kell arra, hogy a tervezett létesítmény a legjobban illeszkedjen a környezethez. Számos szerkezeti elem kialakítását befolyásolja a domborzat és az abból származó egyéb tényezők, mint például a vízgyűjtő terület, valamint a terep kitettsége, lejtése. A tervezést jelentősen megkönnyítik a tervező szoftverek, melyek körében egyre inkább elterjedt a 3 dimenziós tervezés támogatása is, melynek első lépése a munkaterület domborzati viszonyainak feltárása. Az alábbiakban egy ilyen problémával ismerkedhet meg:

Ön egy tervezéssel foglalkozó mérnöki iroda munkatársa. Feladata, hogy készítse elő út tervezését. A feladat megoldásához rendelkezésére állnak a földmérő által készített pontvázlatok, koordináta-jegyzékek és digitális felvételek. Az előkészítés során modellezze a domborzatot, elemezze azt és készítse el a szükséges rajzi munkarészeket: a domborzatmodellt, szintvonalas térképet, vízgyűjtő területek megjelenítését, lejtőkategória térképet.

A tananyag további részeiben áttekintjük, hogy az AutoCad programmal illetve annak opcionális moduljaival milyen módon lehet a tervezést támogatni, felületeket szemléltetni, domborzatmodellt létrehozni és elemezni. A tananyag az AutoCad Map 3D programot ismerteti Civil kiegészítéssel, melyben leírt lépések és elvek más programok használata esetén is alkalmazhatók.

### SZAKMAI INFORMÁCIÓTARTALOM

#### A DOMBORZATMODELLEZÉS ALAPJAI

A digitális domborzatmodell a terepfelszín célszerűen egyszerűsített mása, amely számítógéppel olvasható adathordozón tárolt terepi adatok rendezett halmazaként jelenik meg. A domborzatmodell információkat szolgáltat a terep egészéről vagy annak sajátosságairól.

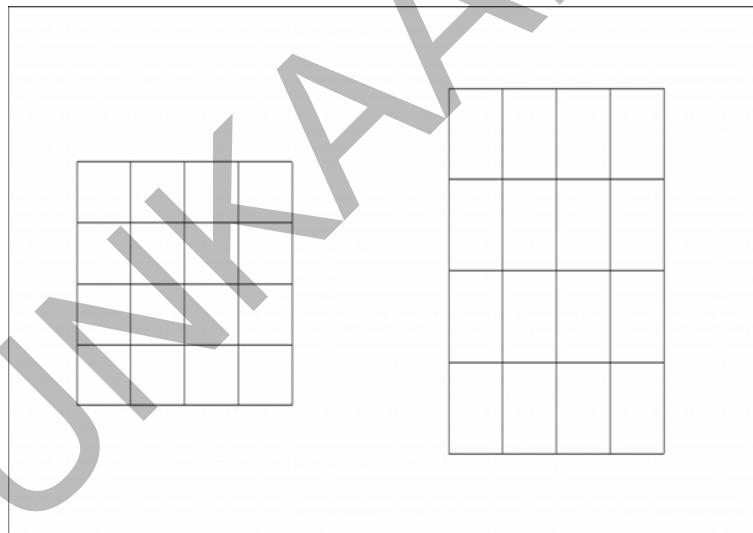
A domborzatmodellek készítésekor mindig valamilyen 3 dimenziós adatból kell kiindulnunk. Ebben az esetben az adat egy 3 (Y, X és Z) koordinátájával ismert, mérésből származtatott és annak rögzítésével keletkezett mennyiség vagy más néven térbeli pont. Ahhoz csatlakozhatnak különböző attribútum adatok: a pont jelölése, típusa, pontszáma stb.

Domborzatmodelleket mérési eredményekből kiindulva készíthetünk. Ekkor meg kell vizsgálnunk, hogy a mérésből származó támpontoknak milyen a struktúrája.

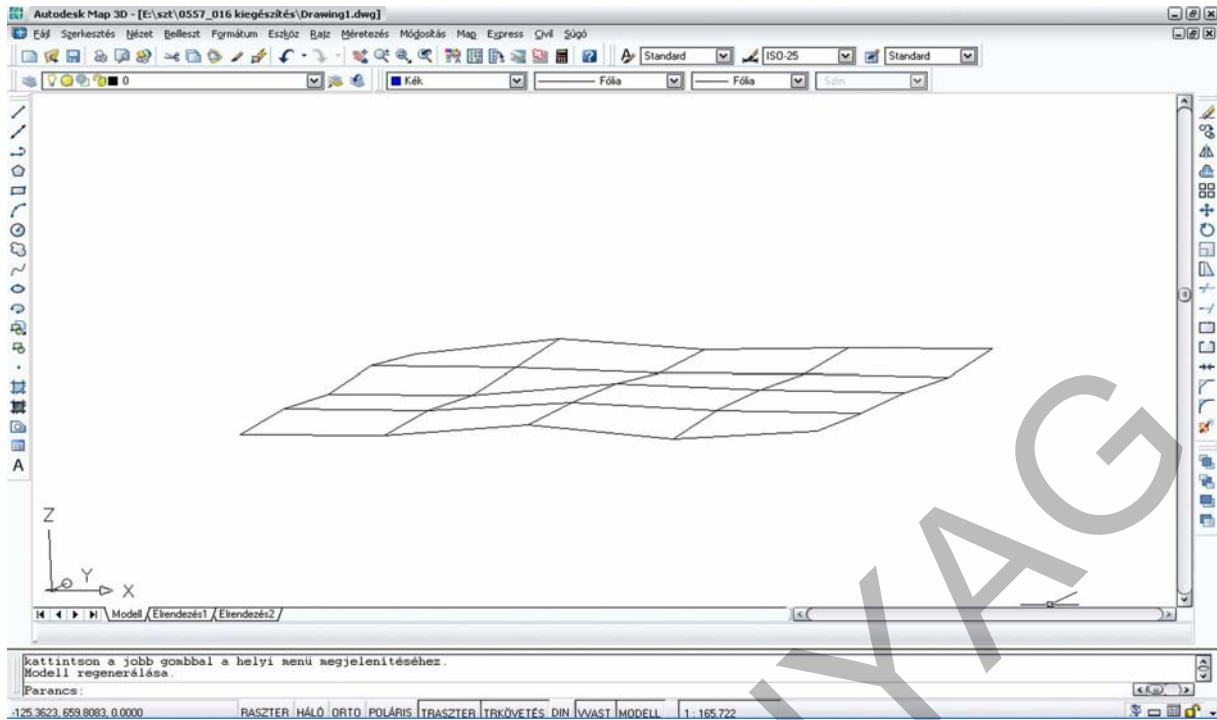
A támpontok a terep célszerűen kiválasztott pontjai, amelyek lehetnek adott vagy mért pontok, amelyeknek mindhárom koordinátájuk a rendelkezésünkre áll. A további pontok magasságát ezekre a pontokra támaszkodva lehet levezetni különböző módszerekkel (interpoláció, dinamikus felületek modellje stb).

A támpontok eloszlása szerint különböző szerkezeteket különböztetünk meg:

- Szabályos modell: a támpontok egy szabályos rácsháló metszéspontjaiban helyezkednek el. A támpontok származhatnak területszintezésből kis mértékű magasságkülönbségű területek esetén, vagy meglévő térképről történt mérésből, magasságolvasásból (másodlagos adatgyűjtésből származó adat – pontossági vizsgálat szükséges) GRID MODELL

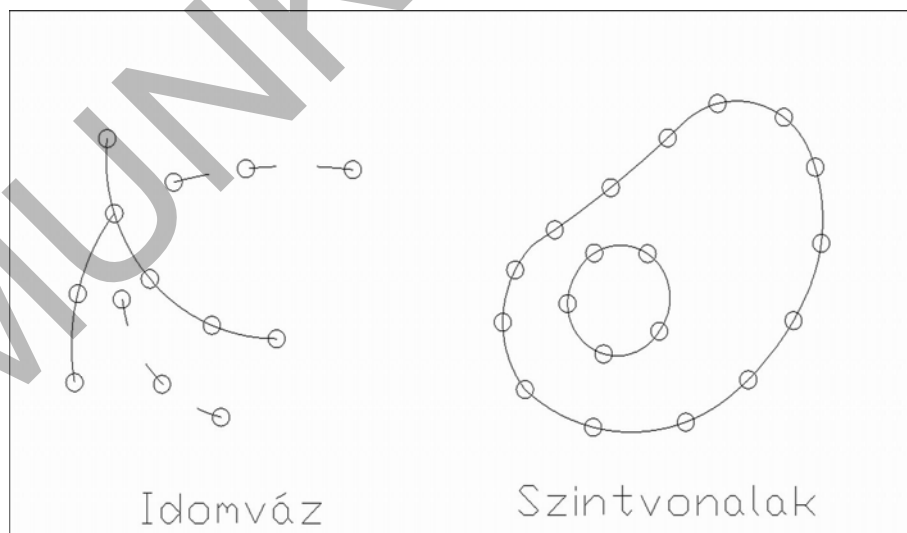


1. ábra. Szabályos támpont eloszlás



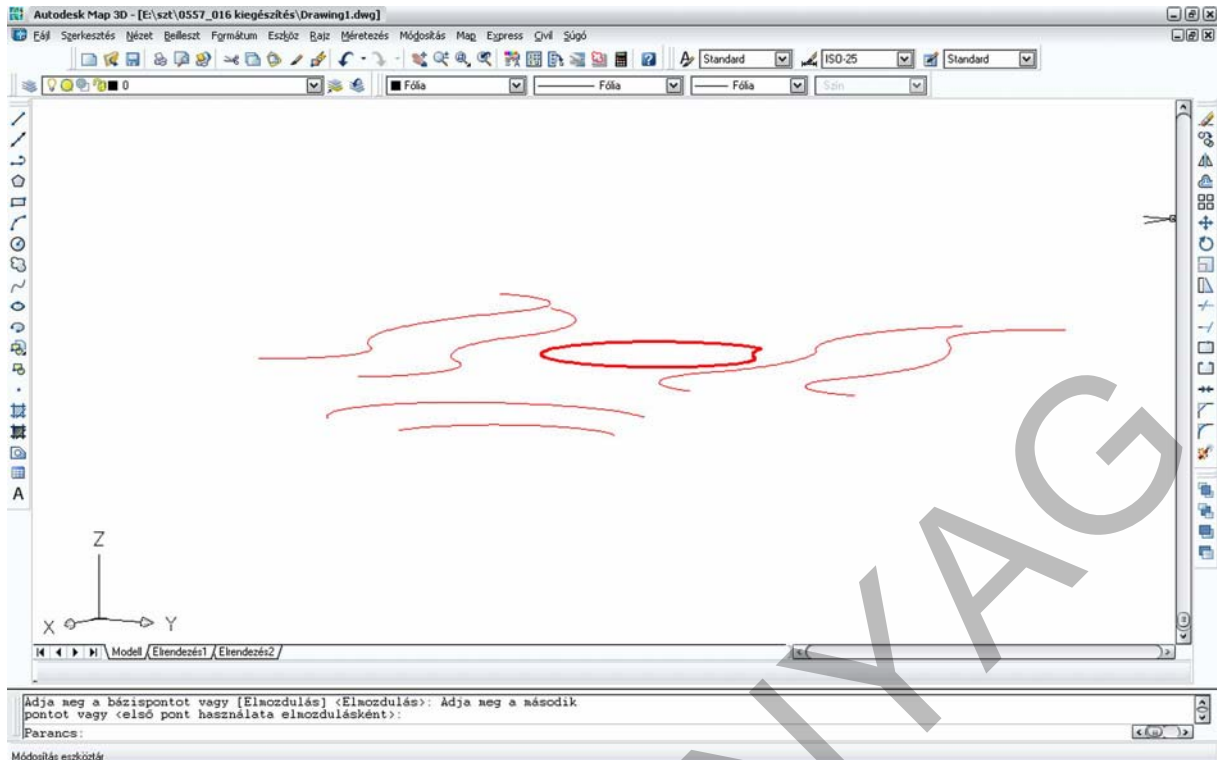
2. ábra. GRID modell térbeli képe

- Strukturális eloszlás: a mérést a terepviszonyok figyelembe vételével végzik el. Ekkor megjelennek a domborzati idomok, a hátaK és völgyek valamint egyéb jellemző pontjai a domborzatnak. Ezek az adatok származhatnak tahimetriai mérési módszer alkalmazásából, poláris részletmérésből, vagy GPS technológiával történt részletmérésből.



3. ábra. Strukturált támponteloszlás

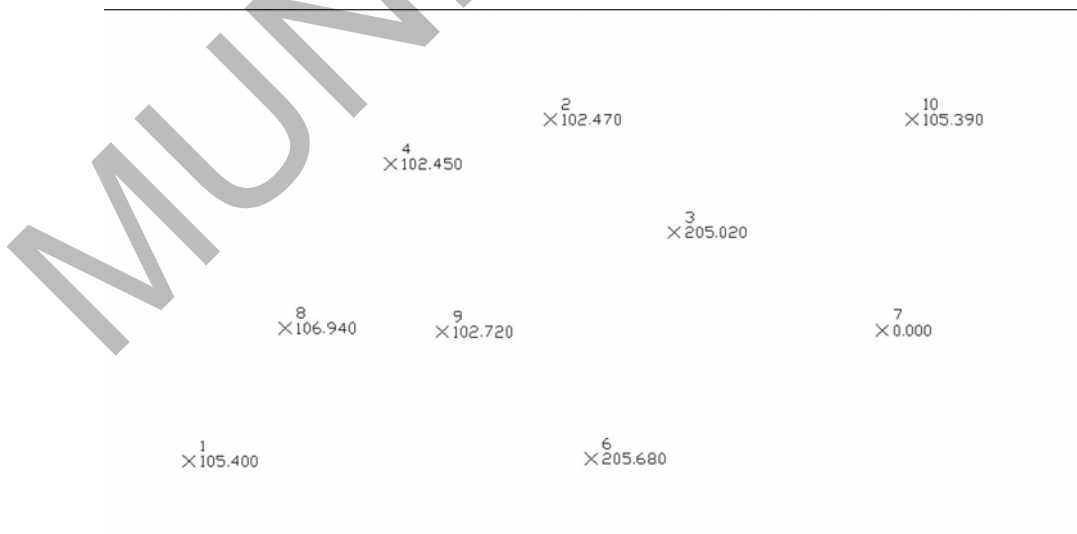




4. ábra. Szintvonalak térbeli elhelyezkedése

Szintvonalaknak nevezzük a terep azonos magasságú pontjait összekötő görbe vonalakat. Más szakmák esetében izovonalokról beszélünk, amelyek azonos tulajdonságú pontokat kötnék össze.

- Véletlenszerű modellek: a mérés nem igazodik a terepfelszín jellemző pontjaihoz.



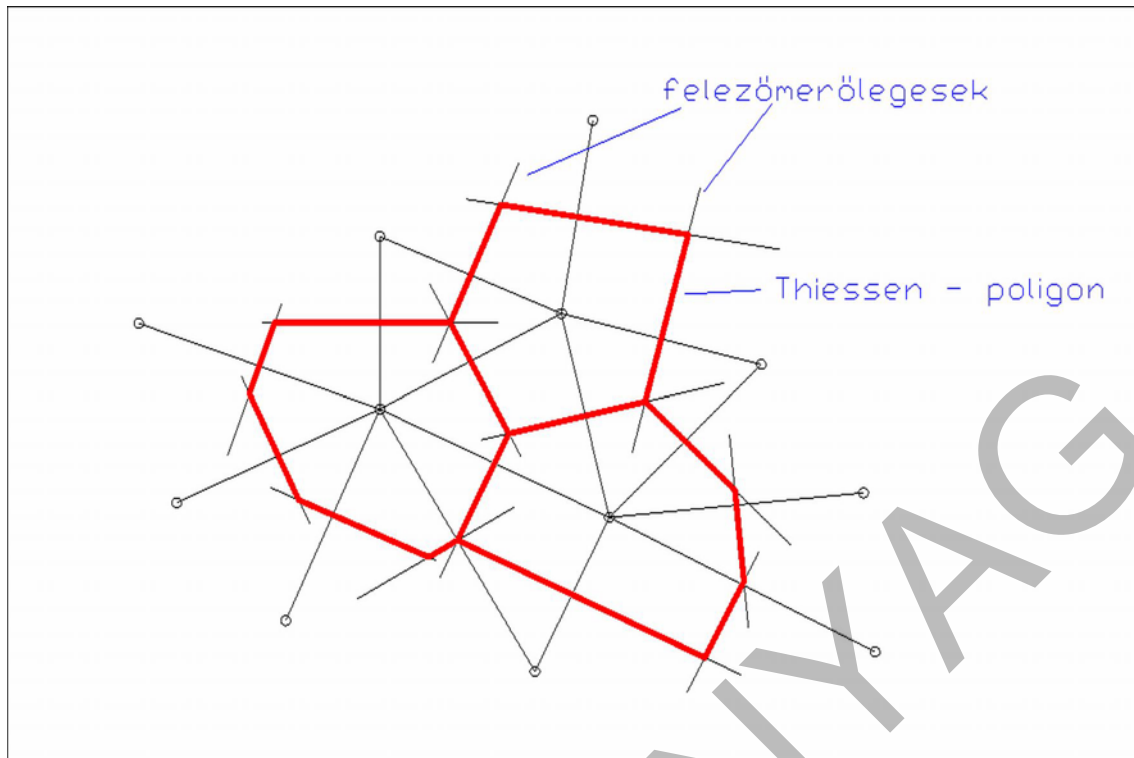
5. ábra. Szabálytalan támponteloszlás

Szabálytalan ponteloszlás esetén az elsődleges feladatunk az, hogy erre a ponthalmazra valamilyen szabályos rácsot illesszünk, mert az írható le matematikai egyenletekkel, és könnyíti meg a számítást. A rácsot létrehozhatjuk háromszögeléssel majd interpolációval, vagy közvetlenül a pontok alapján történő interpolációval (kriegelés).

A digitális domborzatmodellek esetében korábban az egyszerűbb kezelhetőség miatt a 2. ábrán látható négyzet hálózatban tárolták a magassági adatokat. Problémát az okozott, ha a támpontok strukturáltan helyezkedtek el, mert ekkor a mérési eredmények nem estek egybe a rádspontokkal. A rádspontok magasságát számítási eljárással határozták meg.

A domborzatmodellezés célja az, hogy a terepet minél jobban közelítse meg az általunk készített rácsháló. Ehhez a legjobb geometriai alapalakzat a háromszög. A 80-as évektől kezdtek el alkalmazni a Delaunay-háromszögelést, amely a Thiessen poligonképzés duál feladata. A háromszögelés eredményeként egy olyan szabálytalan háromszögekből álló felület jön létre, amely a legjobban megközelíti a valóságot a mérési eredmények alapján, mert síkháromszög lapokból álló poliéderekkel történik a terepidomok modellezése. Ezáltal lehetővé válik a domborzat szélesebb körű elemzése is. Hátránya a modellnek, hogy nem veszi figyelembe a terepfelszín változását, amelyet törésvonalak megadásával tudunk korrigálni, tehát a terep felmérésénél a törésvonalakat is meg kell mérni.

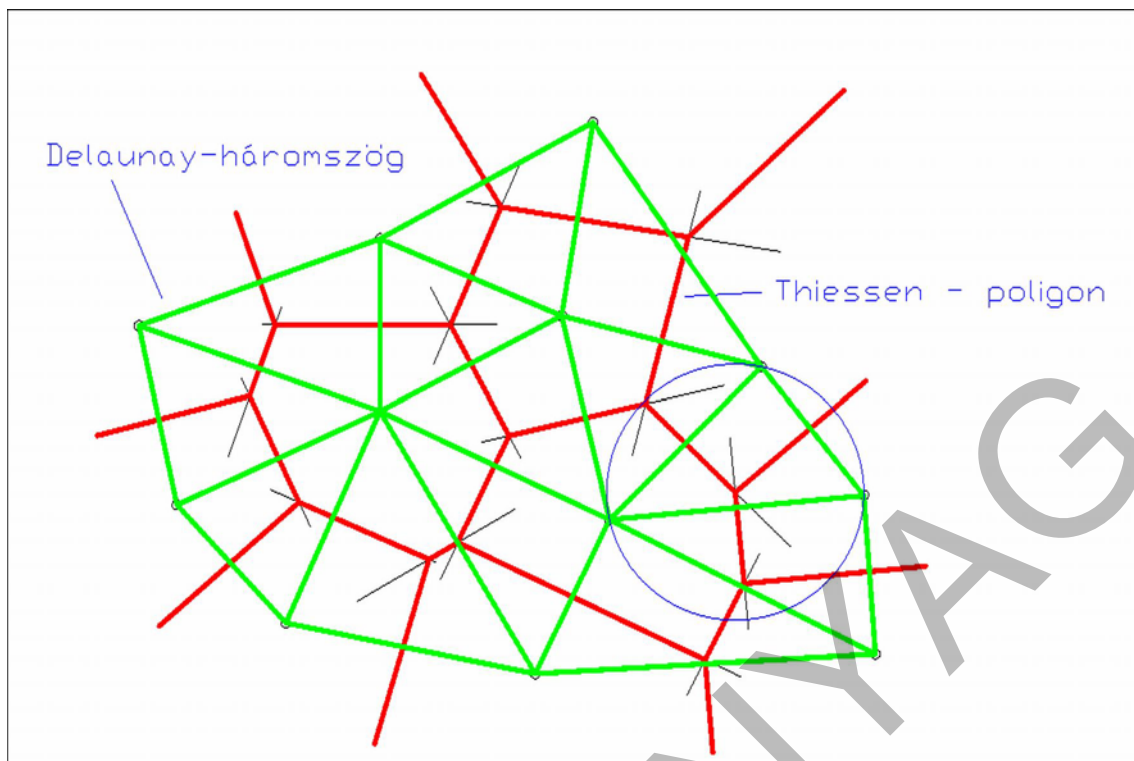
A Thiessen - poligonok megszerkesztésével egy ponthalmazhoz szerkeszthetünk érvényességi területeket. Ez geometriailag azt jelenti, hogy egy adott ponthalmaz minden egyes támpontjához megkeressük azokat a pontokat, amelyek ahhoz és csakis ahhoz vannak a legközelebb. Ezt a következőképpen tesszük. A vizsgált támpontot összekötjük a vele szomszédos támpontokkal, majd megkeressük az így megrajzolt szakaszok felező merőlegesét. A felezőmerőlegesek metszik egymást, egy poligon rajzolódik ki a támpont körül, amely maga az érvényességi terület. Példaként tekintsük meg a következő ábrán látható szabálytalan ponthalmazra illesztett Thiessen - poligonokat.



6. ábra. Thiessen - poligonok szerkesztése

A háromszögelés készítésekor sokféle feltételt adhatunk meg, amelyek vonatkozhatnak a háromszöges területeire, szögeire, oldalak számára stb. A Delaunay - háromszögelés a következő tulajdonságokkal rendelkezik:

- Egyértelmű
- A háromszögelés a pontokat konvex alakzattal veszi körül
- A Thiessen poligonok és a Delaunay háromszögek kapcsolatban állnak: a terepet legjobban megközelítő háromszöghálózat elemei a szomszédos Thiessen poligonokhoz tartozó támpontokra épülnek fel.
- A háromszögek súlypontjai a háromszögbe eső poligonok csúcsai, melyek egyben a háromszögek köré rajzolható körök középpontjai is.



7. ábra. Delaunay háromszögelés

A Delaunay háromszögelés a TIN modell készítésének legelterjedtebb változata, jól automatizálható, a magasságszámítás pedig erre a hálózatra alapozva történik.

## DOMBORZATMODELL KÉSZÍTÉSE CAD PROGRAMMAL

### 1. A domborzat megjelenítése hagyományos rajzelemekkel

A mai gyakorlatban legtöbbször geometriai elven történő domborzatábrázolási módszerekkel találkozhatunk. Ennek legismertebb formái a színfokozatos ábrázolás (pl. földrajzi atlaszokban) és a szintvonalas ábrázolás (topográfiai térképek) kiegészítve kóttált pontokkal.

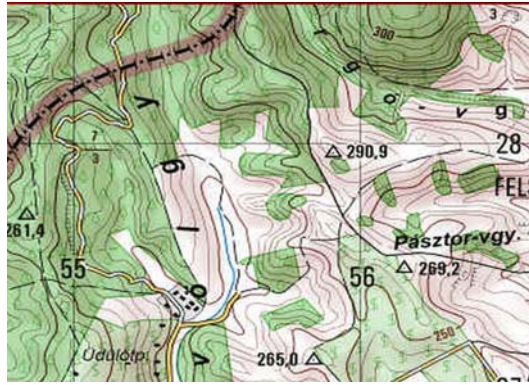
Színfokozatos ábrázolási módszer esetében az azonos magassági övezetekbe tartozó területeket azonos színekkel jelöljük.

Szintvonalas ábrázolást csak a természetes terep modellezésére alkalmazunk, ahol minden ponthoz csak egy magassági érték tartozik.

A szintvonal egy választott alapszinttől azonos magasságban lévő pontokat összekötő görbe vonal, amelyek önmagukba visszatérő görbék, egymást soha nem metszik és minél lankásabb a terep, annál távolabb helyezkednek el egymástól.

A következő ábra egy topográfiai térképrészletet mutat be, a szintvonalakat barna színnel rajzolták meg.

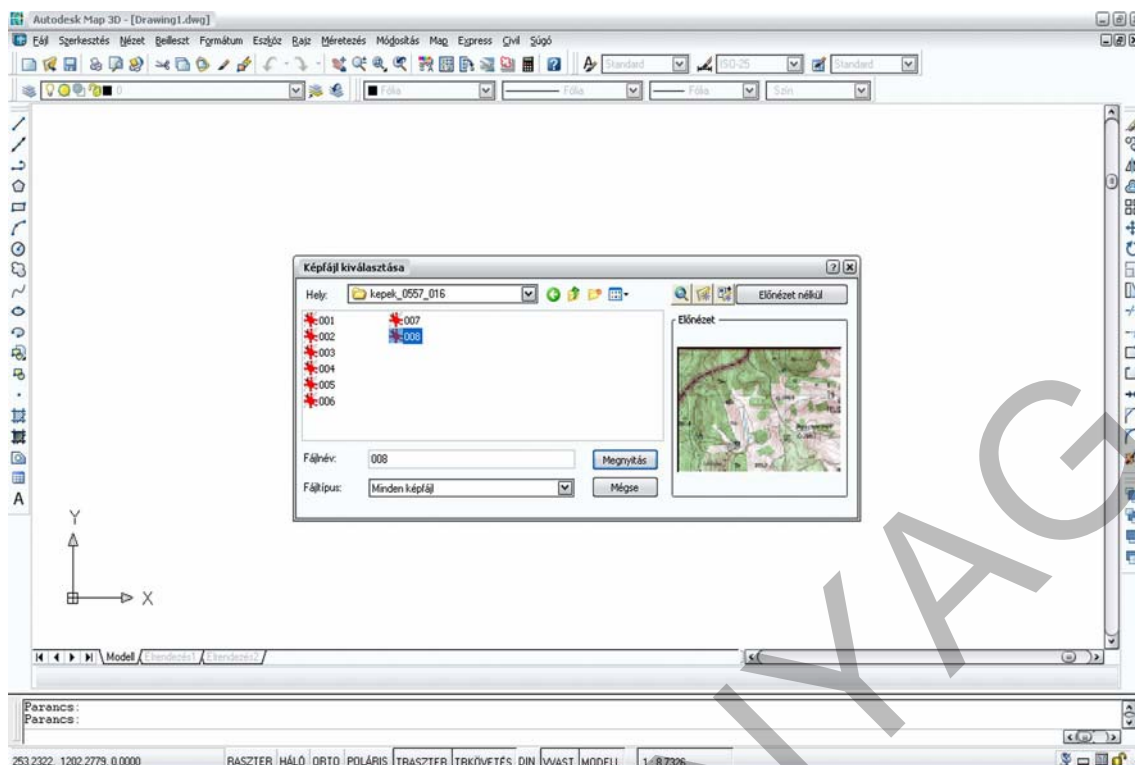




8. ábra. Szintvonalas térkép. Forrás: [http://fold1.ftt.uni-miskolc.hu/~foldshe/abra10/12\\_6.jpg](http://fold1.ftt.uni-miskolc.hu/~foldshe/abra10/12_6.jpg) (2010. 06. 04.)

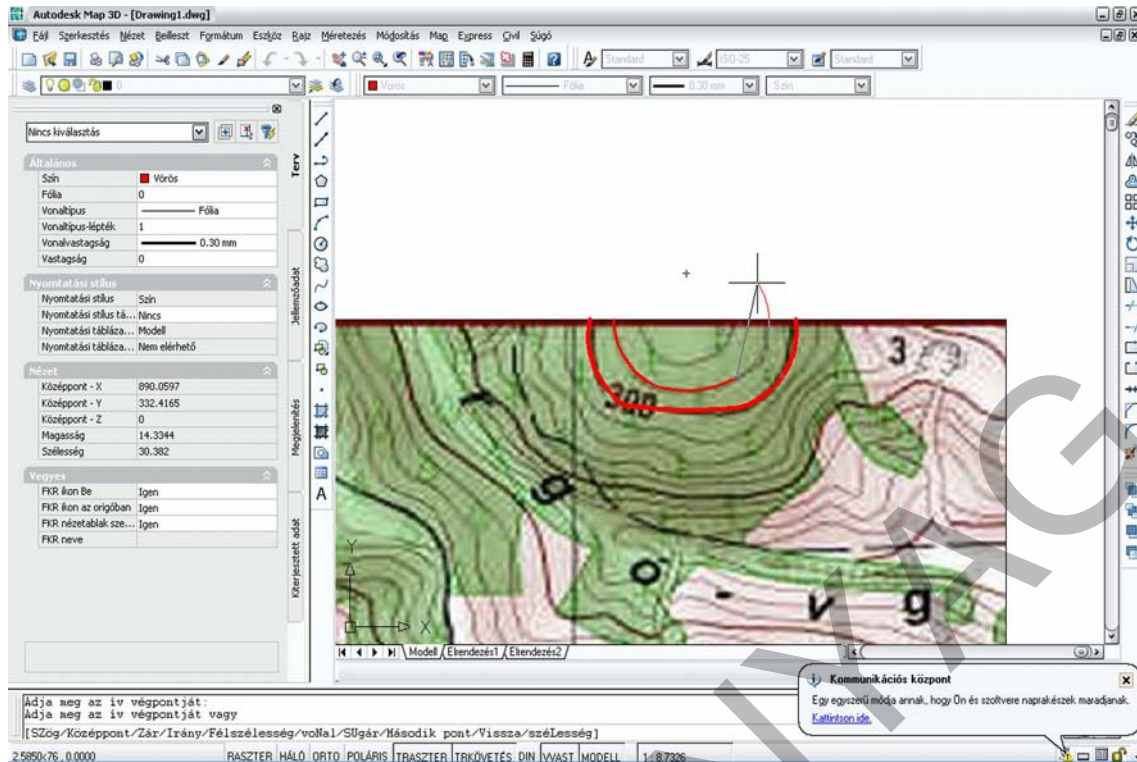
A 8. ábrán látható kép egy analóg térkép számítógéppel kezelhető változata. Ezen ugyan megjelennek a térbeli adatok, de azok térben nem kezelhetők. Digitális domborzatmodellé történő átalakításához a szintvonalakat kell digitalizálni. A digitalizálás ebben az esetben a szintvonalak képernyőn történő digitalizálását jelenti, vagyis vonalláncokkal ábrázoljuk a szintvonalakat és azokat a megfelelő szintre emeljük. A következő ábrásor ezt a műveletet mutatja be.

A raszterképet illesszük be egy üres állomány 0 nevű alapértelmezett fóliájára. Ez a beillesztés menü raszterkép parancsával történik. A párbeszédpanelon keressük meg a kép elérési útvonalát, majd a blokkoknál megismert párbeszédpanelon adjuk meg a nagyítás és elforgatás mértékét. Ha szükséges, és ismertek a sarokpontok országos-rendszerbeli koordinátái, akkor eltolással, elforgatással és méretarány változtatásával igazítsuk a képet a helyére. A kép helyre való illesztése megoldható a Map menü Eszközök parancsának Helmert-transzformáció alparancsával is.



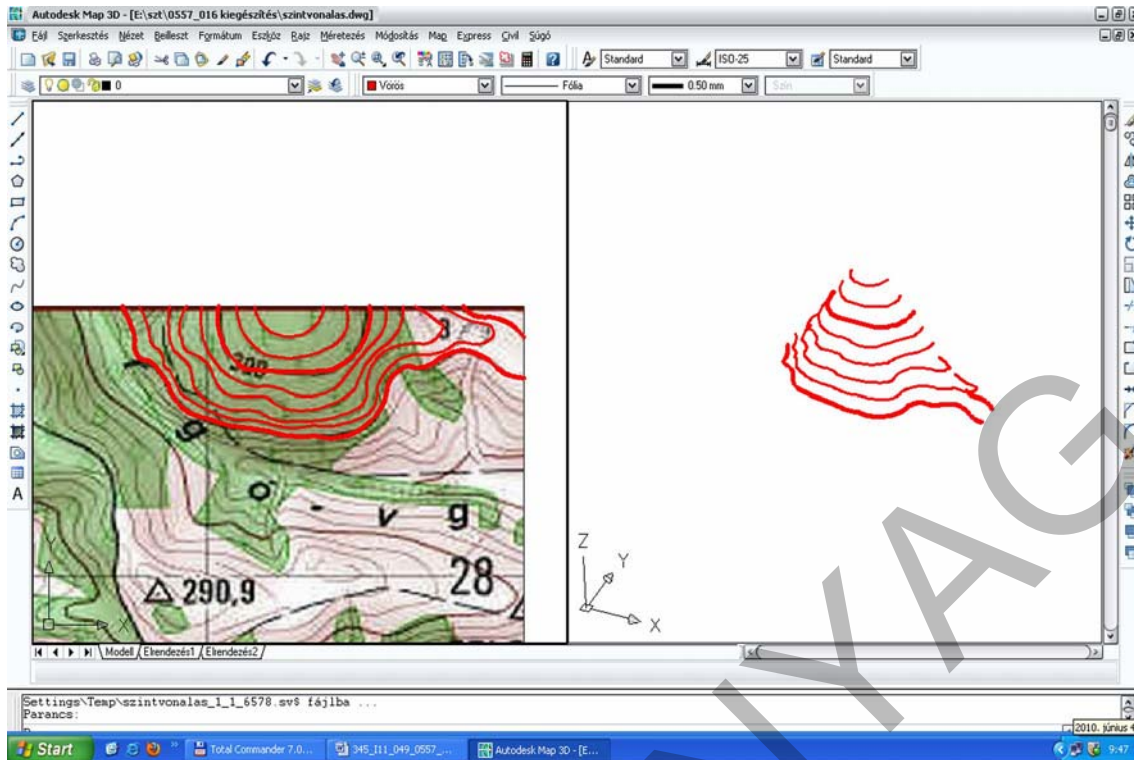
9. ábra. Raszterkép beillesztése

Ezután a szintvonalakat a vonallánc paranccsal át kell rajzolni egy erre kijelölt fólián. Ügyeljünk arra, hogy a 0 nevű fólián csak a raszterkép legyen, hiszen arra a további munka során nem lesz szükség, így ki kell majd kapcsolnunk. A fólia kikapcsolásával nem törlődik a raszterkép, így ha még szükség lenne rá, nem kell újra beilleszteni és a helyére transzformálni, hanem az azt tartalmazó réteget bekapcsolni. A szintre emelést a Módosítás menü Tulajdonságok paranccsával tudjuk megadni. Ekkor megjelenik a képernyő bal oldalán a tulajdonságok párbeszédpanel, és itt adhatjuk meg a vonallánc szintjét. A szintvonalak rajzolásánál a vonallánc parancs elindítása után adjuk meg a vonallánc első pontját, vagyis kattintsunk a szintvonal rajzára. Ezután az í karakter lenyomásával megadjuk a programnak, hogy íveket fogunk szerkeszteni, majd az m karakter megadásával pedig azt, hogy a következő általunk megadott pont az ív középpontja lesz. Az ív végpontját is adjuk meg, majd utána anélkül, hogy kilépnénk a parancsból ismét m karakterrel és az ív középpontjának megadásával folytassuk a munkát a szintvonal elkészültéig. Ezután emeljük a vonalláncunkat a kívánt, térképről leolvasott szintre.



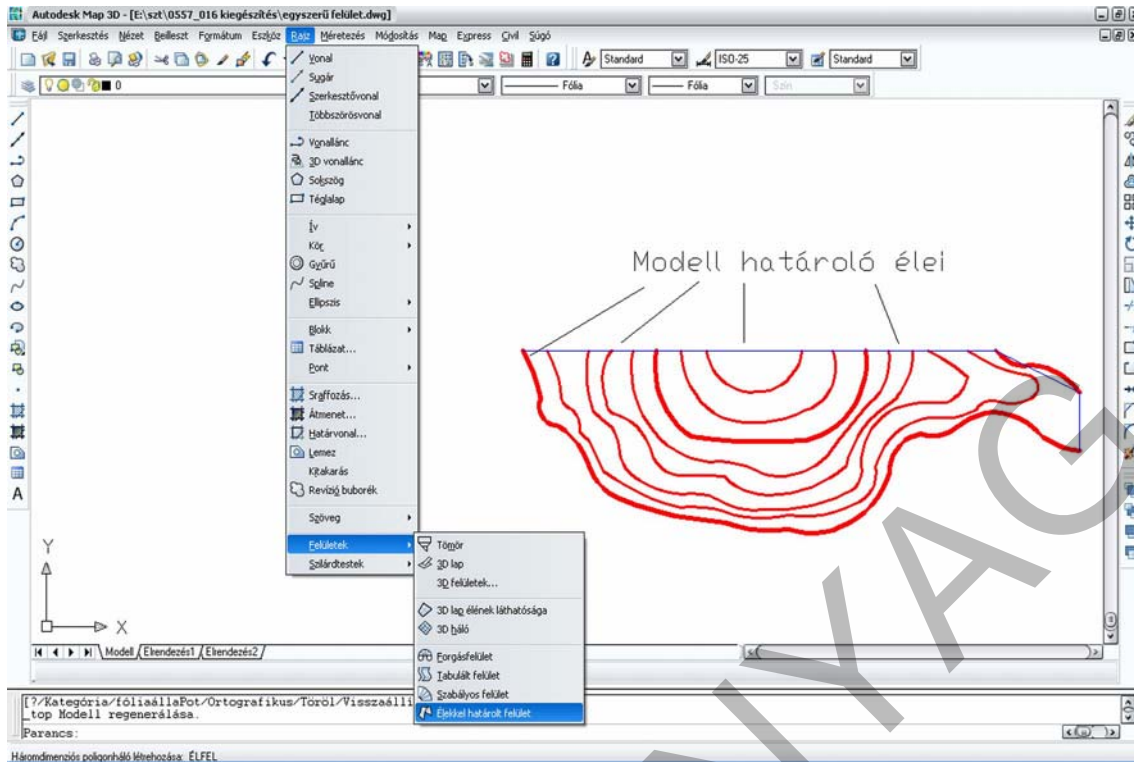
10. ábra. Szintvonalak digitalizálása

Az AutoCad program alapbeállításban mindig felülnézetben mutatja meg a rajzunkat. Térbeli szerkesztések esetében célszerű a rajzot térben szemlélni. A nézőpont változtatását a Nézet menü parancsaival változtathatjuk meg. Használhatunk 3D nézeteket, ahol a program által felkínált nézőpontok közül választhatunk, vagy adhatunk meg magunk is nézetet a 3D keringés paranccsal. Ha egyszerre szeretnénk felülnézetben és térben is szemlélni a rajzunkat, akkor osszuk fel a rajzteret több nézetablakra, melyet szintén a Nézet menü nézetablakok parancsával tehetünk meg. Adjuk meg, hány ablak legyen, milyen elrendezésben, és rendeljük az ablakokhoz a teret is. A 11. ábrán bal oldalt a bedigitalizált szintvonalak láthatók felülnézetben, a jobb oldalon pedig a szintvonalak térbeli elhelyezkedése térben. Az aktuális koordináta-rendszer állását a nézetablak bal alsó sarkában látható koordináta-rendszer ikon mutatja.



11. ábra. Az elkészült szintvonalak

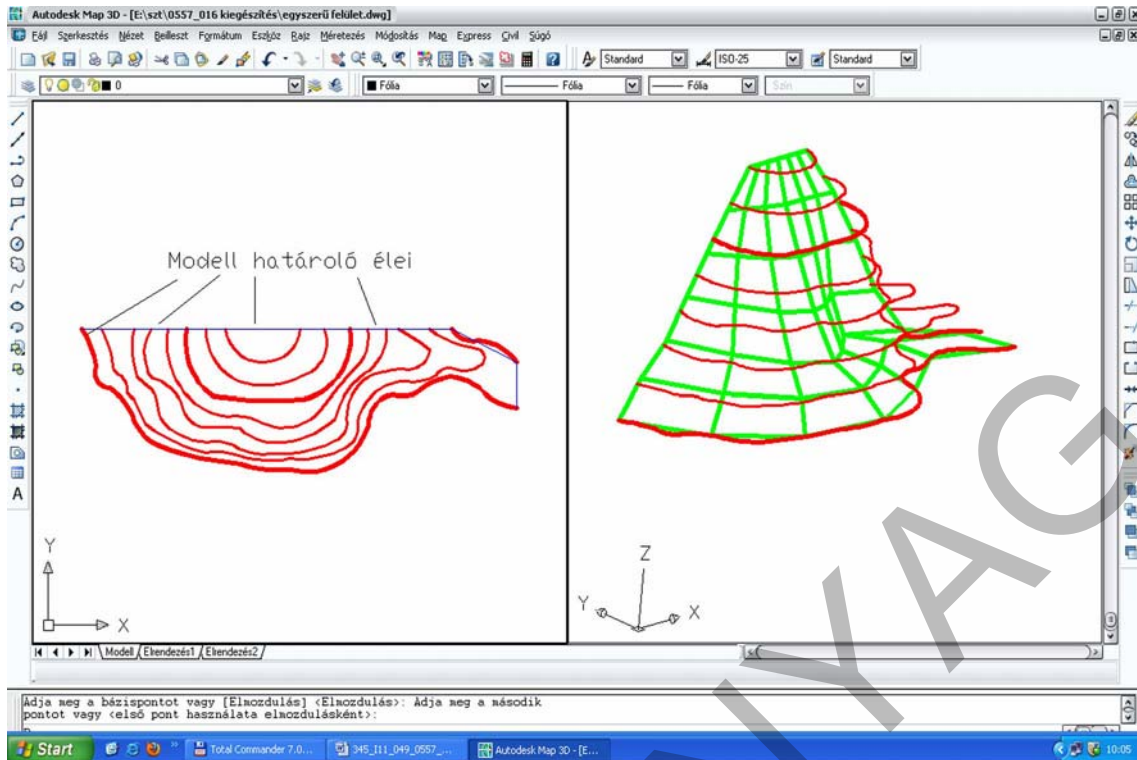
A szintvonalas ábrázolás azonban nem minden mérnöki feladathoz elegendő, szükséges a felületmodell létrehozása. Az AutoCad alap programjával felületeket éllel határolt felületekként tudunk modellezni. Először állítsunk elő térbeli görbéket, amelyek a modellezendő munkaterület határoló vonalai. Térbeli görbéket 3D vonallánc paranccsal lehet létrehozni, de felhasználhatjuk a már megrajzolt szintvonalakat is. Ezután a rajz menü – felületek – éllel határolt felületek parancsának indításával készítsük el a felületmodellt. Első lépésként meg kell adnunk 4 db határoló vonalat, melyek az előbb ismertetett szintvonalakkal ábrázolt felületnél a legalacsonyabb és a legmagasabb szintvonal, valamint a szintvonalak végpontjait összekötő 3D vonalláncok. A modell határoló éleit a 12. ábra mutatja be, a kész felületmodellt pedig a 13. ábra.



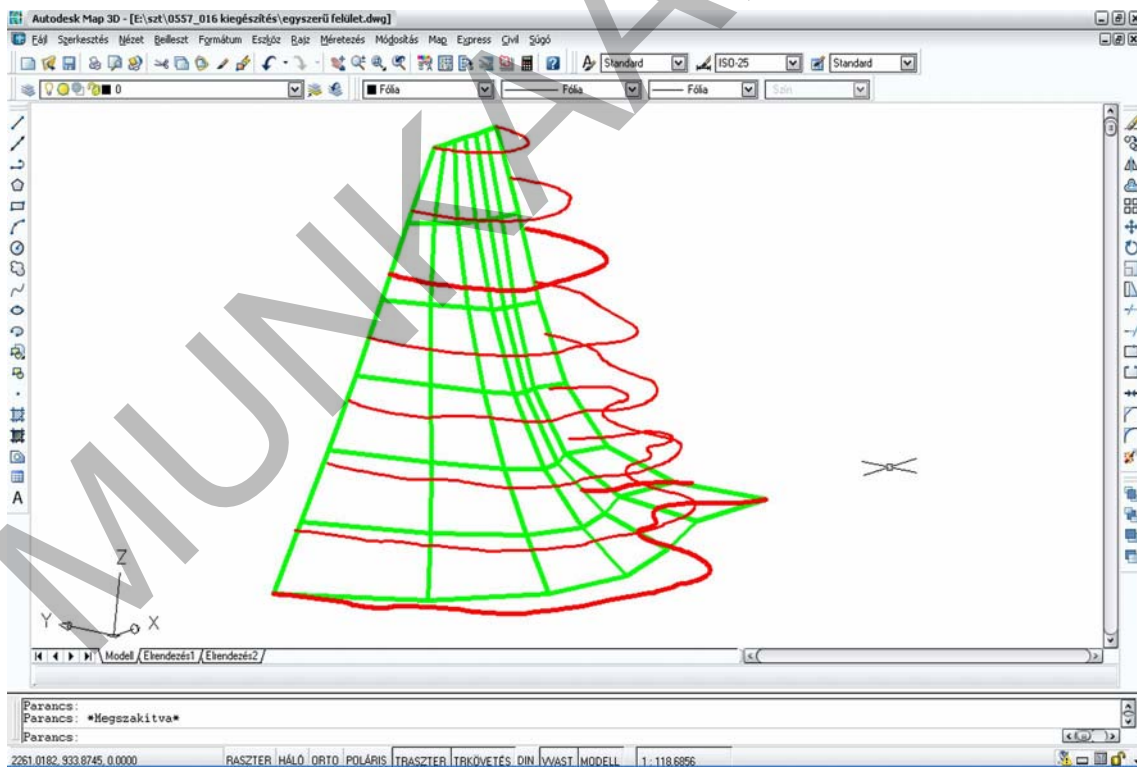
12. ábra. Élekkel határolt felületek készítése

A 13. ábra jobb oldalán látható zöld színnel jelölt rácsháló a felület GRID modellje, amely mint látható elég darabos és nem minden esetben illeszkedik tökéletesen a felülethez. A minőségen javíthatunk a háló csúcspontjai számának növelésével, az oszlopok és sorok számának növelésével, vagy pedig alkalmazhatunk simítást is. A rácsháló leírható matematikai egyenlettel. Minél magasabb ennek az egyenletnek a fokszáma, annál jobban közelíti meg az eredeti felületet is. Az előbb ismertetett módosításokat a módosítás párbeszédpanelen tehetjük meg. A módosítás menü tulajdonságok parancsára kattintva kapunk egy párbeszédpanelt, majd a rajzfelületen jelöljük ki a rácshálót. Ekkor megjelennek a párbeszédpanelen az alakzatra jellemző tulajdonságok, ezek közül módosíthatjuk a kívántat. A 14. ábra egy simított felület modellt mutat be a 14. ábra Bezier féle simítást alkalmazva. Látható, hogy a simítás elvégzése után a modell sokkal jobban megközelíti azt az eredeti felületet, amelyet a topográfiai térkép alapján szintvonalakkal leírtunk.



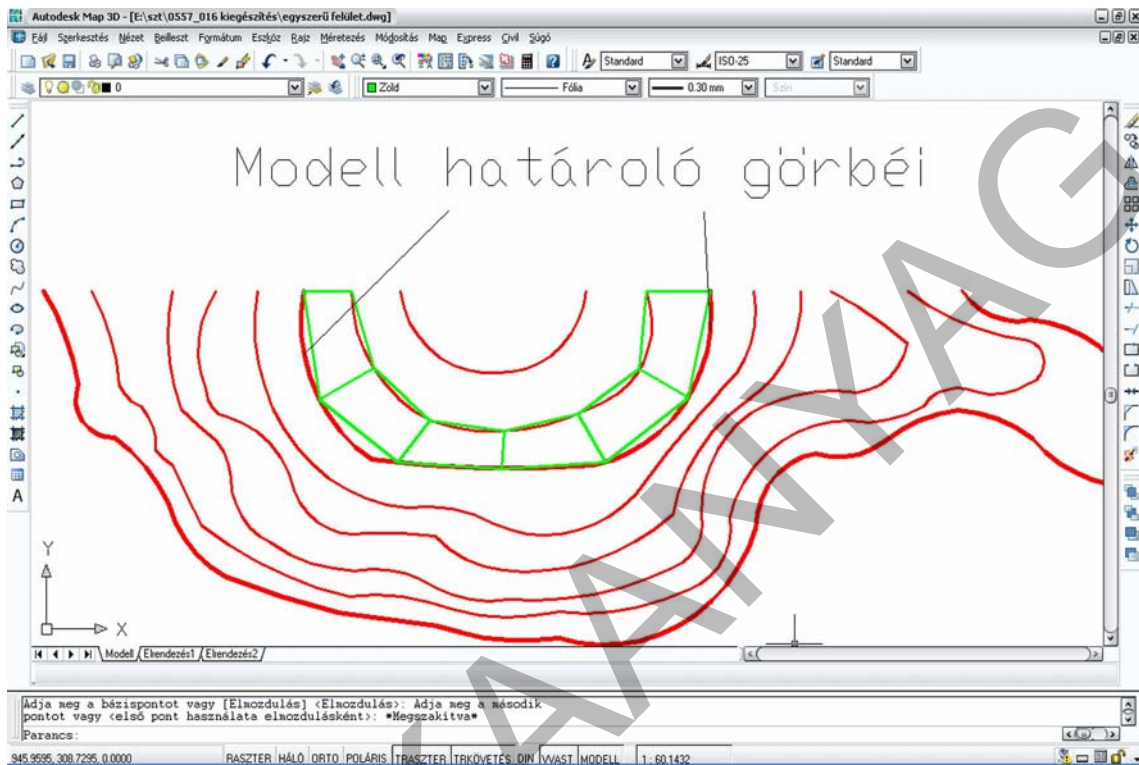


13. ábra. Felületmodell élek megadásával



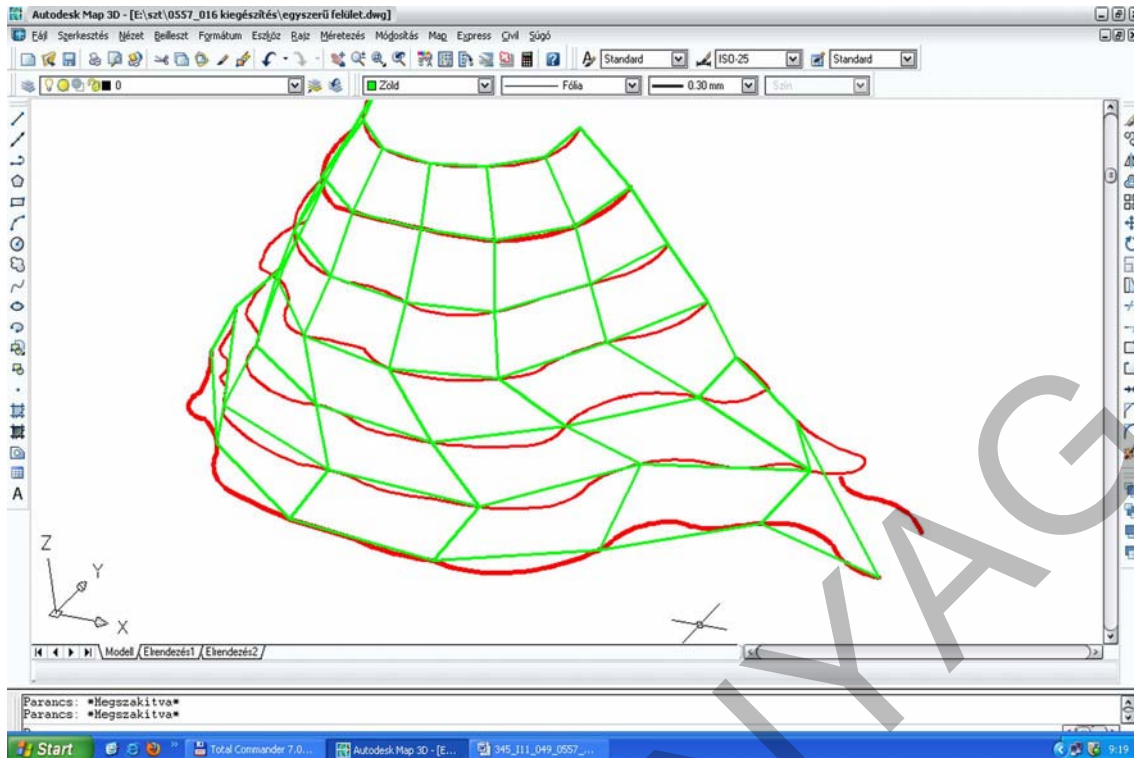
14. ábra. Simítás alkalmazásának hatása a felületmodellen

A felületet jobban megközelíthetjük egyszerűbb parancsok alkalmazásával, ha a szabályos felületek parancsot használjuk. Ekkor a szintvonalakból, vagy valamilyen térbeli vonalakból kell kiindulni, a végeredmény pedig egy szabálytalan négyzetekből álló rácsháló. A parancs indítása után mindig két térbeli görbét kell megadni, amely a felületmodell darabot határolja. A 15. ábrán a zöld színnel jelölt modelldarab határoló görbéinek megadása látható.



15. ábra. Szabályos felületmodell készítése

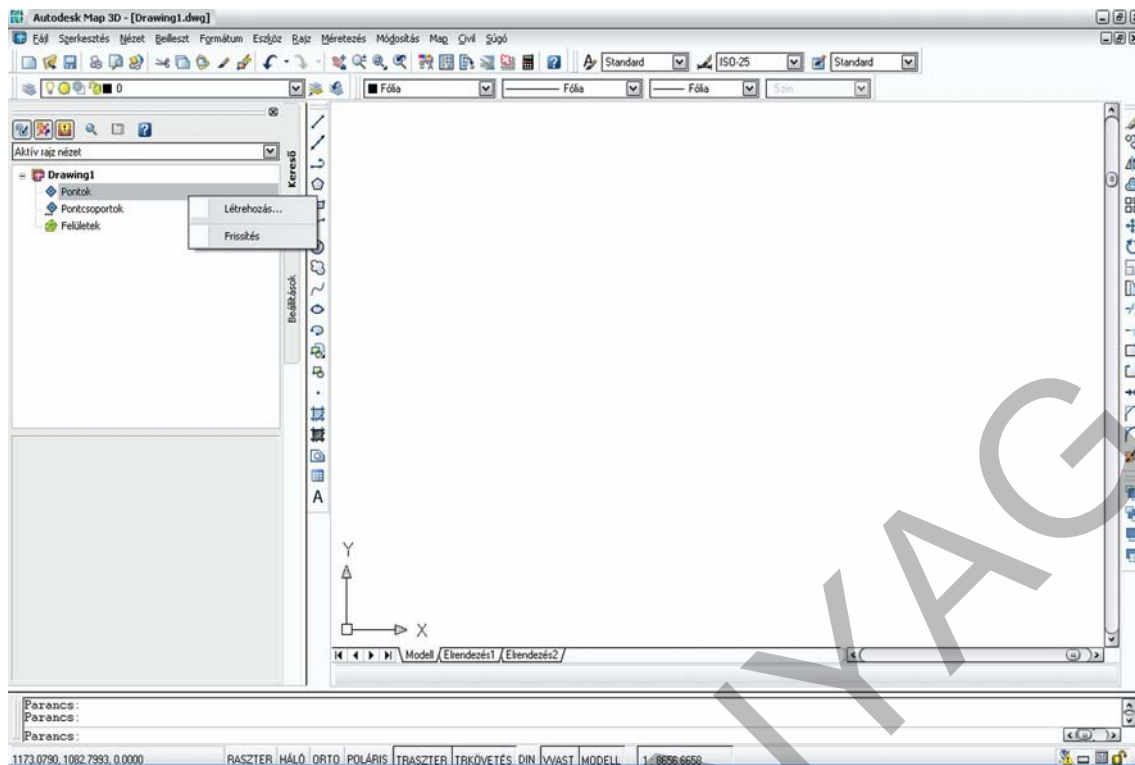
A szabályos felület előállításának eredményét a 16. ábra mutatja be. Megállapítható, hogy az éllel határolt felületek előállításánál jobban közelíti a szintvonalakkal leírt felületet.



16. ábra. Szabályos felület

## 2. Domborzatmodellezés AutoCad Map 3D Civil programmal

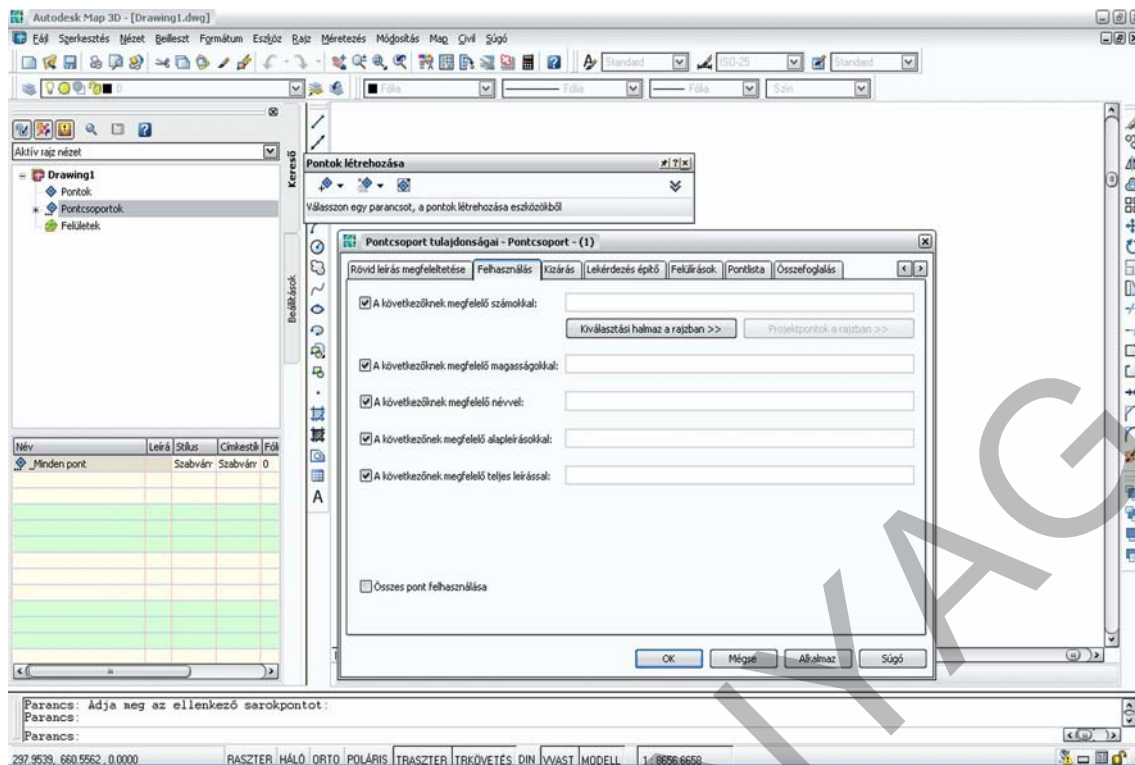
A mérnöki munkálatok során a leggyakrabban az az eset fordul elő, amikor geodéziai mérésből származó 3 koordinátával rendelkező ponthalmaz áll rendelkezésünkre a terepről, és ezek alapján kell elkészíteni a domborzatmodellt, illetve szintvonalas térképet, mint a tervezés bemenő adatait. A domborzatmodell elkészítéséhez egy olyan számítógéppel kezelhető koordináta-jegyzékre van szükség, amelynek formátuma alapján a feldolgozó szoftver meg tudja különböztetni a koordinátákat egymástól, és azokat térben is meg tudja jeleníteni. Ehhez az egyik ilyen lehetőség az Autocad Civil kiegészítésének használata, melynek kezelőfelületét a 17. ábra mutatja be. A rajzfelület és az ikonok elrendezése megegyezik az AutoCad eddig megismert elrendezésével, de a baloldalon kiegészül egy Civil eszköztárral. Az eszköztár segítségével adjuk meg a pontokat, a felületeket és a felületeket jellemző egyéb fontos vonalakat, poligonokat. Az eszköztár hasonlóan működik, mint a számítógépen lévő könyvtárak kezelésére szolgáló fa-struktúra. Az elemcsoportok alá újabb elemeket létrehozni minden esetben a jobb egérgomb megnyomásával előugró helyi menüvel lehet.



17. ábra. A Civil eszköztár

A felületmodell létrehozásának első lépéseként a rendelkezésünkre álló koordinátajegyzéket kell a program által kezelhető formába hozni. A szoftver több változatot is felkínál, de a legcélszerűbb a pontszám, X koordináta (keleti), Y koordináta (északi), magasság sorrendet választani, ez a földmérési gyakorlatban legelterjedtebb sorrend. Ezek az adatok a koordináta jegyzékben szóközzel vagy vesszővel legyenek elválasztva.

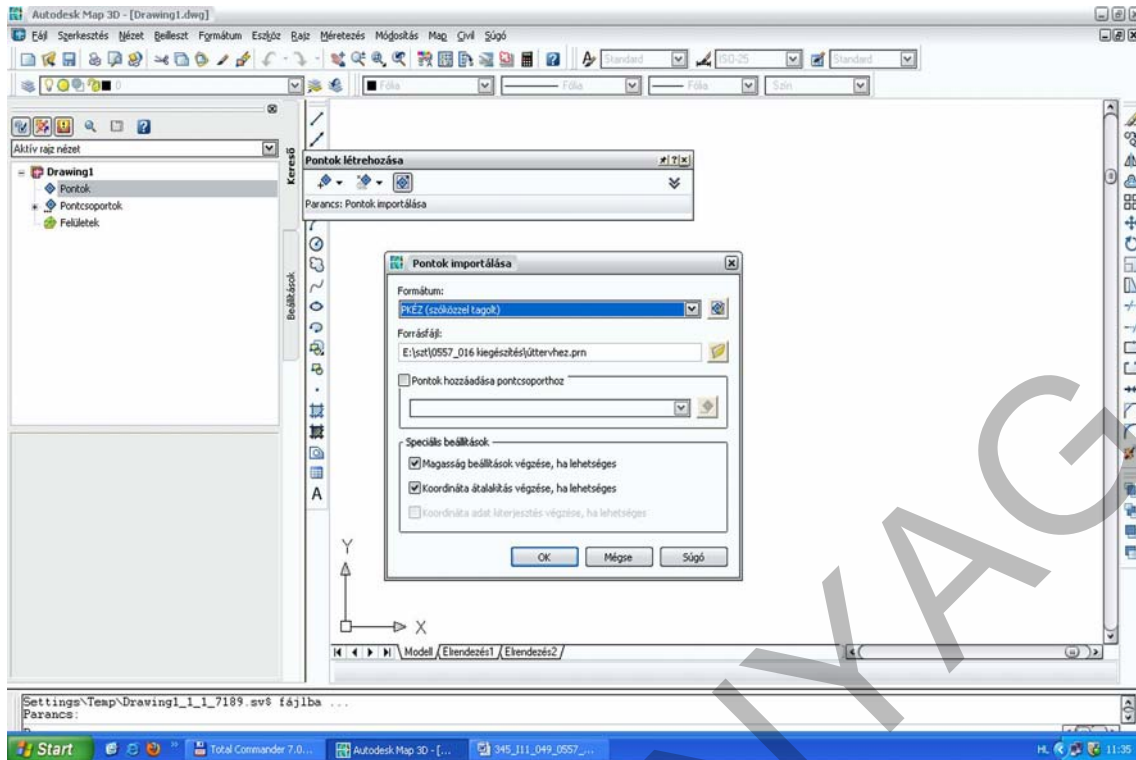
A Civil eszköztárban a pontok feliratra kattintva jobb egérgombbal megjelenik a helyi menü, ahol válasszuk ki a létrehozás parancsot. Ekkor kapunk egy pontok ikonpalettát, ahol számtalan pontlétrehozás típus közül választhatunk. Olyan pontokra van szükségünk, amelyek térbeli koordinátákkal rendelkeznek ún. koordináta-geometriai (COGO) pontok. A rajzon ezek úgy különböznek el a hagyományos geometriai – rajzi pontoktól, hogy a pont jele, a száma és a magassága, mint attribútumok blokkot alkotnak, míg a geometriai pontok rajzelemekből állnak. A COGO pontokat csoportokba is foglalhatjuk valamilyen szempont szerint, ha a pontcsoport feliratra kattintva a helyi menü Új parancsának megadásával. Ezen a párbeszédpanelen több feltétellel válogathatunk ki pontokat és alkothatunk csoportokat. SQL lekérdezés készítését is lehetővé teszi a program, ha a szabvány beállítások nem felelnek meg az igényeinknek.



18. ábra. Pontcsoporthozás létrehozása

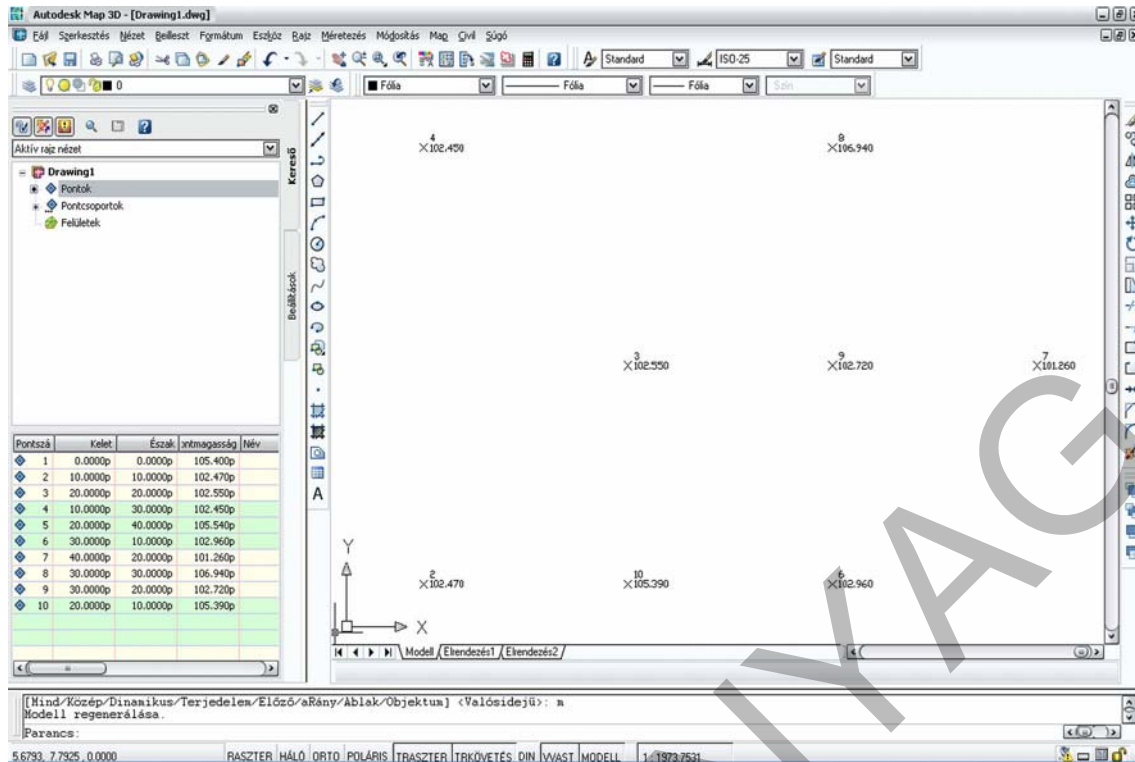
Ha a pontokat egy külön fájlban tároltuk, akkor az ikonpaletta harmadik ikonját – pontok importálása – kell választani. A megjelenő párbeszédpanelen ki kell választani a koordináta-jegyzék formátumát, valamint meg kell adni az állomány elérési útvonalát (forrásfájl). A forrásfájl leggyakrabban txt, prn stb. kiterjesztésű, de lehetőleg szöveges állomány legyen. Ekkor van lehetőségünk az új pontokat egy már meglévő pontcsoporthoz hozzárendelni.





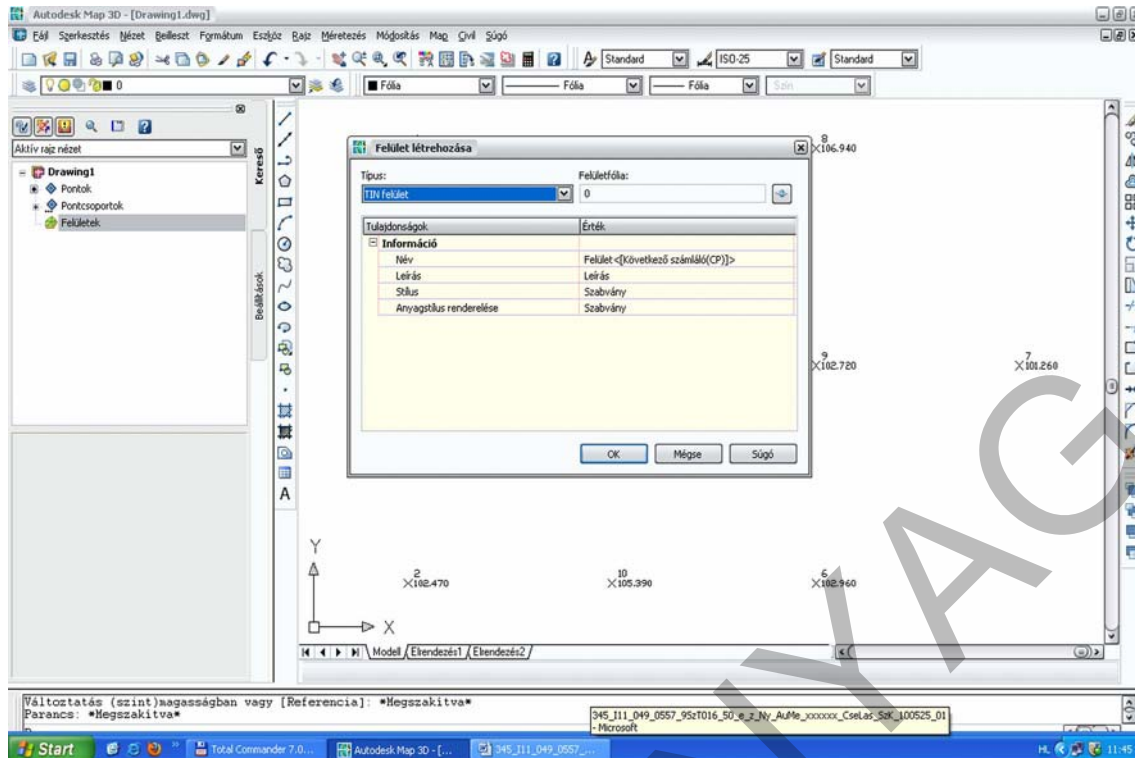
19. ábra. Pontok importálása

Az importálás végeredményeként a pontok megjelennek a rajztérben, illetve szöveges formában a civil eszközök között is. Az eszközöknél megjelent koordináta-jegyzékben van lehetőségünk a koordinátákat javítani, módosítani, attribútum adatokat hozzárendelni.



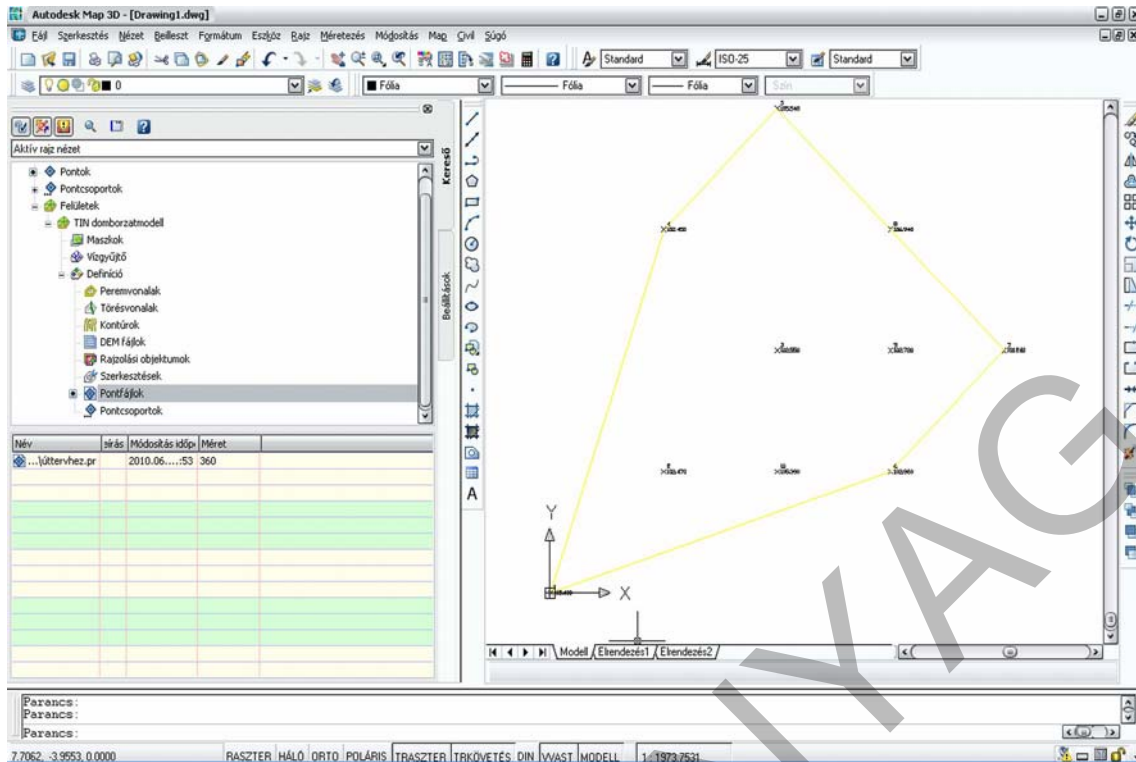
20. ábra. Importált pontok

A 20. ábrán egy szabálytalan struktúrájú ponthalmaz látható. Erre a ponthalmazra kell létrehozni a domborzatmodellt. A domborzatmodellezés alapjai fejezetben leírtak értelmében TIN modellt fog a szoftver generálni, amely a fejezetben ismertetett tulajdonságokkal rendelkezik. Ehhez először hozzunk létre egy új felületet: felület sorra jobb egérgombbal kattintva az új parancsot választva megjelenik a felületek párbeszédpanel, amelyen végezzük el szükséges beállításokat. A felület típusának válasszunk a TIN típust, adjunk neki nevet, hiszen egy rajzon belül több felületet is létrehozhatunk, a többi tulajdonságot hagyjuk szabvány szerintinek. A változtatásokat fogadjuk el az OK gombbal.



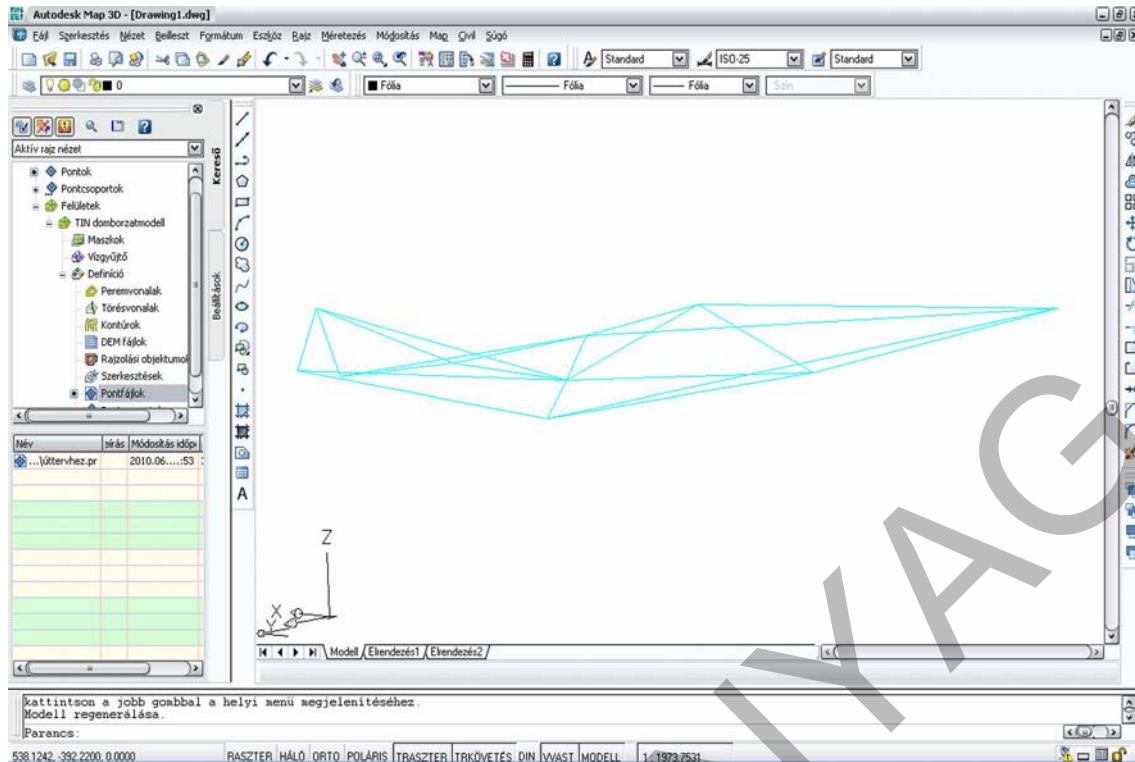
21. ábra. TIN felület létrehozása

Ekkor a Civil eszközök között a fa struktúrában újabb elemek jelennek meg. Ezzel azonban még nincsen felületünk, csupán a tulajdonságait határoztuk meg. A felület definiálni kell a pontok megadásával a 22. ábrán látható paranccsal. Jobb egérgombbal a helyi menüben az új parancsot kell kiválasztani és a pontok forrásállományát kell megmutatni. Az ábra jobb oldalán – a rajzfelületen – a forrásfájl megadása után állapot látható. A sárga vonal a pontok körül a munkaterület peremvonalát jelzi.



22. ábra. Pontok definiálása felülethez

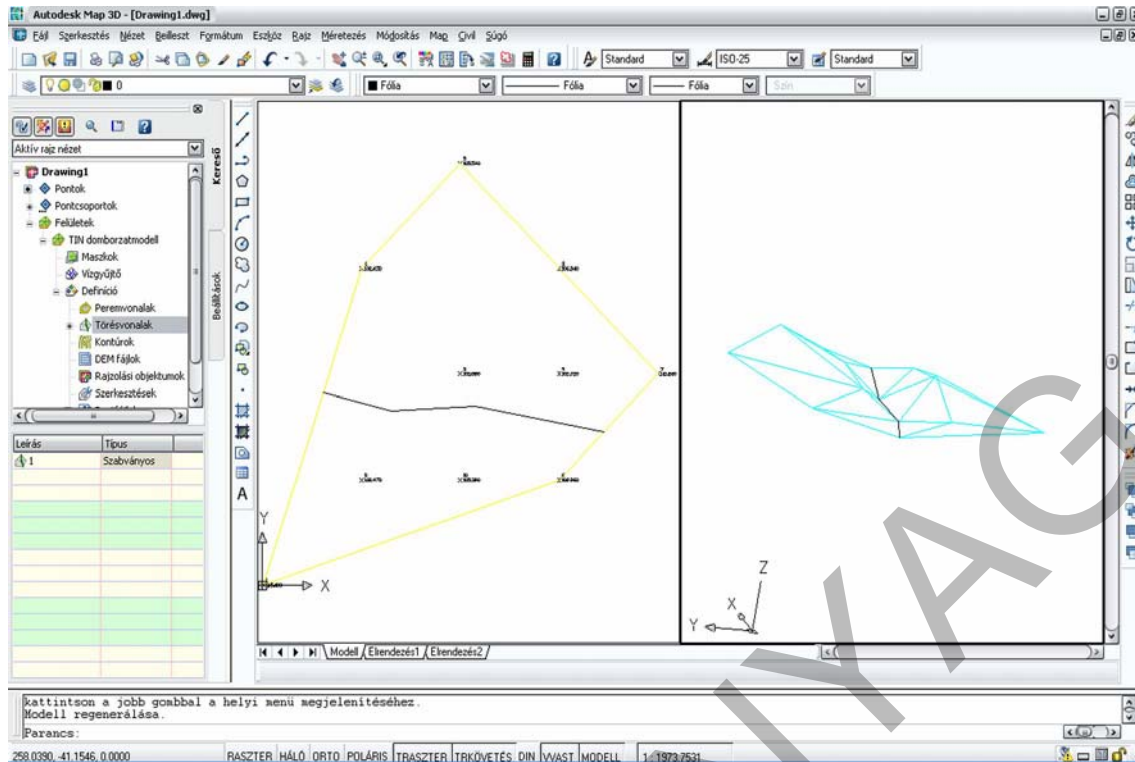
A program a pontok megadása után automatikusan kialakította a felületmodellt, amely felülnézetben azonban nem látszik. Válasszunk valamilyen térbeli nézetet, ekkor az elkészített TIN hálózatot tudjuk szemlélni. A 23. ábra a 22. ábrán látható térbeli ponthalmazra illesztett hálózatot mutatja be.



23. ábra. TIN modell

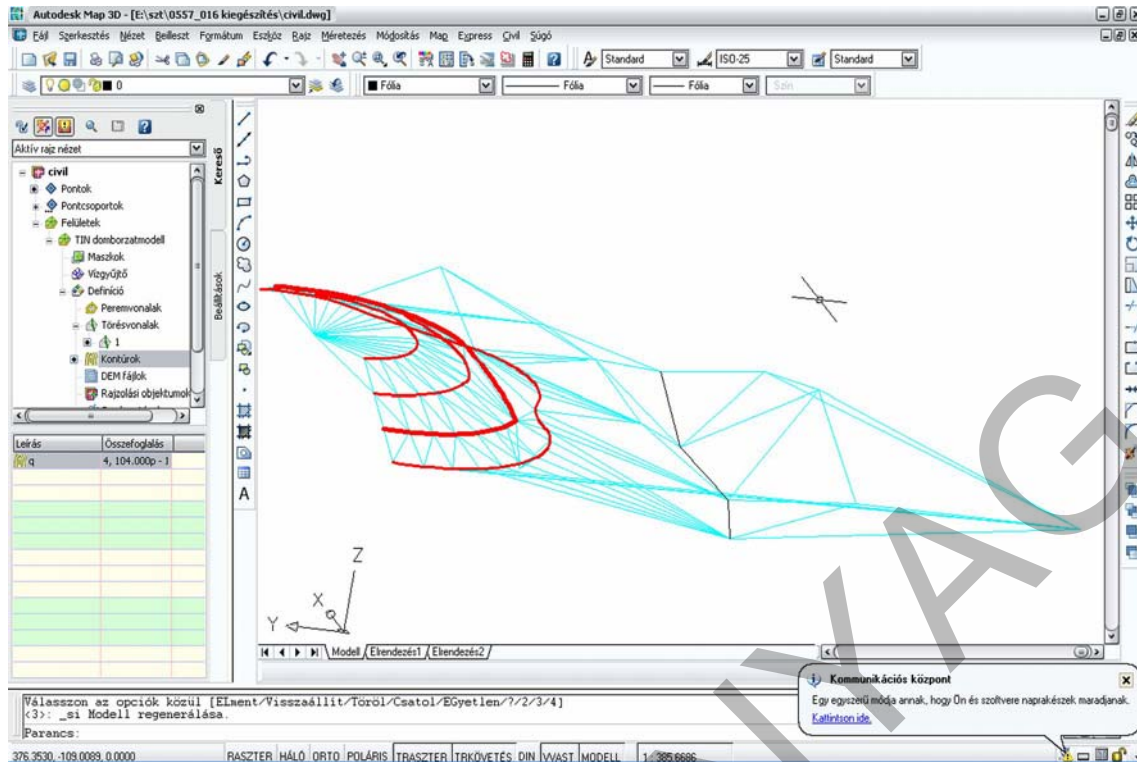
A terep azonban a mért pontok között nem mindig egyenletes lejtésű, ahogy az idáig feltételeztük. Lehetnek a mért pontok között ugrásszerű magasságváltozások is. A vonalakat törésvonalakként tudjuk a programnak megadni. Rajzoljuk be a törésvonalakat vonallánc rajzelemként, majd adjuk meg a szintjüket, vagy 3D vonalláncként. A törésvonalakat a Civil eszköztér törésvonal sorára kattintva a helyi menüben válasszuk ki a hozzáad parancsot és adjuk a törésvonalnak nevet hiszen egy felületen belül több ilyen jellemző vonal is lehet. A rajzi elemek fa szerkezetében a szerkesztés felírra kattintva jobb egérgombbal lehetőségünk van további rajzelemeket is hozzáadni az eddigi munkánkhoz. A rajzfelületen jelöljük ki a névhez tartozó térbeli vonalat. Ha már kész a felület, akkor azt újabb adatok bevitelkor nem kell kitörölni, hanem vigyük be a kiegészítő adatokat, majd a felületünk nevére jobb egérgombbal kattintva válasszuk ki az újjáépítés parancsot. A változások követése automatikusan is történhet, ha ugyanitt az újjáépítés – automatikus parancs bekapcsoljuk. A 24. ábra egy újabb törésvonalat mutat be és a változást az eredeti TIN hálózathoz képest.





24. ábra. A törésvonal hatása a felületmodellre

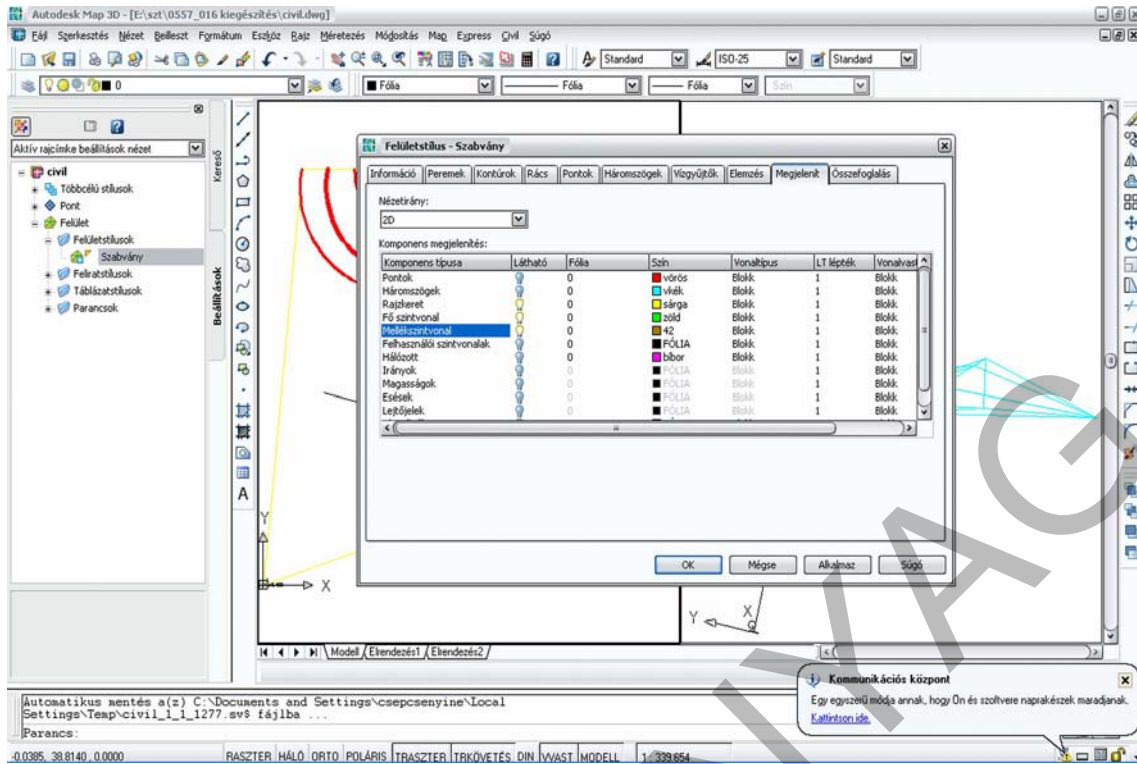
Még pontosabb lesz a felületmodell, ha felhasználjuk korábbi mérésből származó vagy topográfiai térképről digitalizált szintvonalakat is. A program a szintvonalakat kontúroknak nevezi, és hasonlóképpen kell a rajzhoz adni, mint a törésvonalat. A kontúrokra vonatkozó helyi menü hozzáad parancsát választva a párbeszédpanelen adjuk meg a szintvonalcsoport nevét, majd mutassuk meg a rajzon a felhasználni kívánt szintfelületeket. Ezt a módszert olyan esetben célszerű alkalmazni, ha a felületmodell alkotásához kevés a támpont. A 25. ábrán látható, hogy ahol szintvonalakat adtunk a felületmodellhez, ott a háromszöghálózat sűrűbb lett és a felületmodell jobban megközelíti a valós terepet.



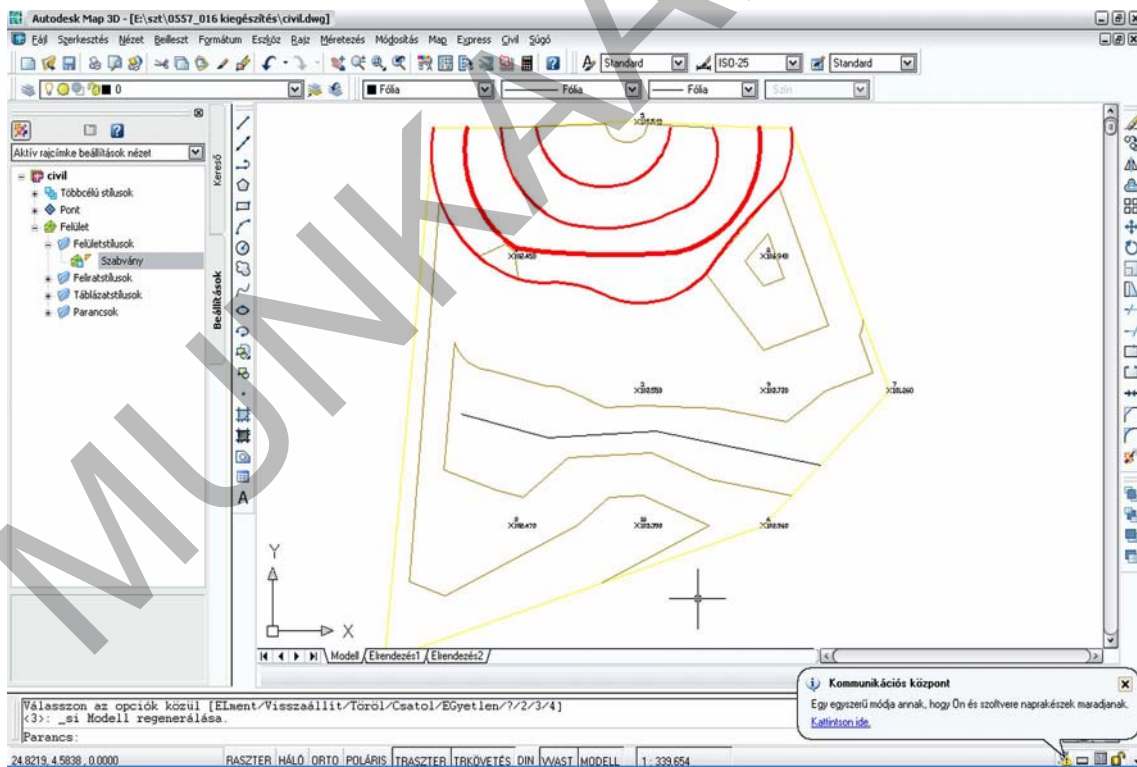
25. ábra. Szintvonalak hozzáadása a felülethez

A fent leírtakhoz hasonlóan létrehozhatunk rácsfelületeket, ahol azonban minden esetben meg kell adni a munkaterületet határoló 3D vonalláncot, amit peremvonalnak hívunk. A rácshálózat esetében sokkal kevesebb lehetőségünk van a felületmodell kialakítására, módosítására.

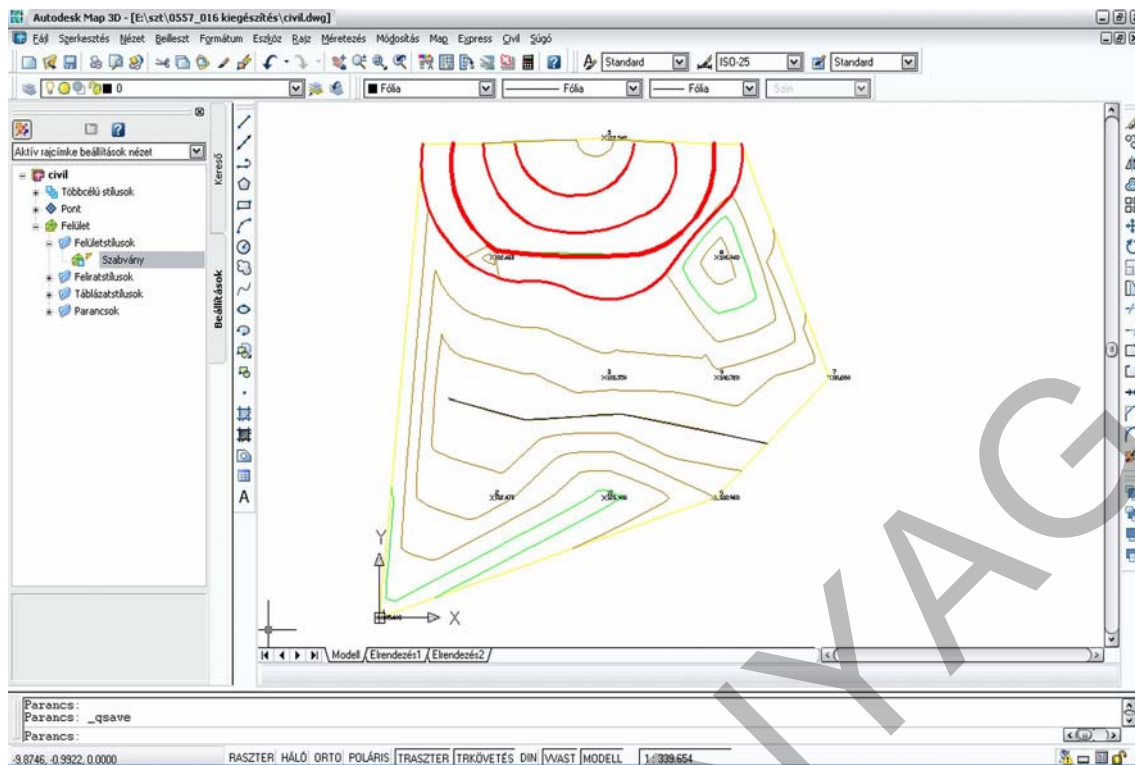
Ha elkészítettük egy terület felületmodelljét, akkor a program automatikusan generálja hozzá a szintvonalakat. A szintvonalakat egy főszintvonal és egy mellékszintvonal nevű fólián jeleníti meg, amely alapesetben ki van kapcsolva, vagyis a képernyőn nem látható. A láthatóvá tételhez a Civil eszköztár beállítások fülére kell kattintani és ott a helyi menüben a felület – felületstílusok – szabvány – módosítás parancssort kell indítani. A felületmodellre jellemző adatokat tartalmazó párbeszédpanel jelenik meg, ahol a szükség szerint beállításokat el tudjuk végezni. A párbeszédpanelon választjuk ki a megjelenítés fület és kapcsoljuk be az előbb említett fóliákat. Ekkor a rajz felülnézetén megjelennek a további szintvonalak, amelyek még elég kezdetlegesek, hiszen a program az íveket szakaszok sorozatából építi fel. A megfelelő szintvonalak kialakítását a kontúrok földre kattintva tudjuk elvégezni. Adjuk meg az alapszintközt a kontúrintervallumok csoportban, és a simítást tegyük igazgá, és ha töréspontok számának növelésével végezzük a simítást, akkor állítsuk minél nagyobb mértékűre. A simítást elkészíthetjük Spline alkalmazásával is.



26. ábra. Szintvonalak megjelenítése



27. ábra. A szintvonalak kezdeti alakja (barna színű)



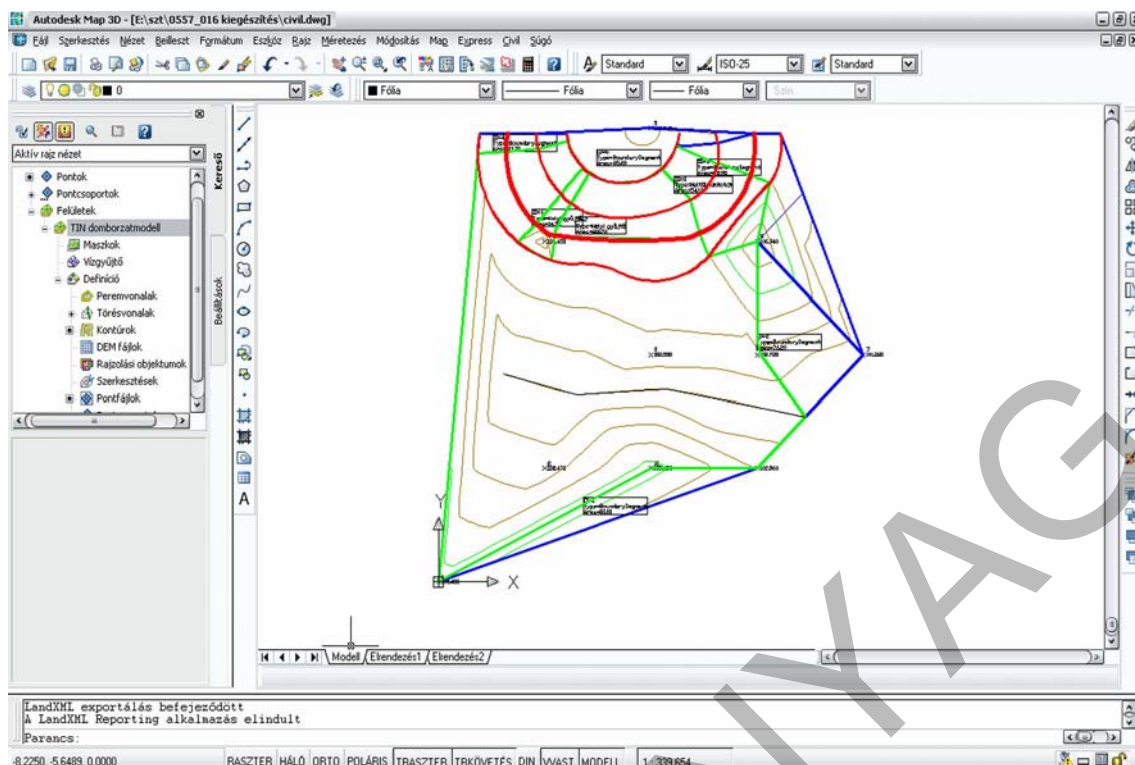
28. ábra. A kész szintvonalas térkép

A 28. ábrán látható a végleges szintvonalas térkép. Piros színnel jelöltek azok a szintvonalak, amelyek digitalizálásból származnak. Néhol látható, hogy a program ott is elkészítette a szintvonalakat, de azokat természetesen egybe kell, hogy essenek az általunk digitalizáltakkal, hiszen azok alapján készült a felületmodell és a felületmodell alapján készített a szoftver a szintvonalakat. A fekete színnel jelölt vonal a törésvonal. Mivel az egy kerek egész magasságon helyezkedik el, ott is meg kell jelennie egy szintvonalnak, amely tökéletesen fedésben van a törésvonallal. A terepen a törésvonal nem mindig egy szintvonal van, a gyakorlatban egy térbeli görbe, amely mentén magasságváltozás történik – "megtörik a terep". Ez a valóságban lehet egy kiemelt szegély utak esetében, egy szakadék, támfal stb.

A szoftver által generált szintvonalakkal azonban kritikusán kell bánni. Előfordulhat az az eset, amikor a szintvonalak között kicsi a vízszintes távolság (a terep túlságosan meredek) ezért a különböző szintvonalak egybeesnek, esetleg metszik egymást. Ezért a szintvonalak megrajzolását át kell nézni, esetenként manuálisan javítani.

A felületmodellből számtalan információt nyerhetünk. A legfontosabb a vízgyűjtő területek meghatározása, amelyet a szoftver automatikusan elkészít egy rétegre, de az a szintvonalak rétegeihez hasonlóan kikapcsolt állapotban van. Ehhez a fent említett módosítás párbeszédpanel megjelenítés fülére kattintva kapcsoljuk be a vízgyűjtő területekhez tartozó fóliát. A 29. ábrán a mintapéldához tartozó vízgyűjtő területek látszódnak vastag zöld vonallal határolva. A program mindegyik vízgyűjtő területnek ad egy belső azonosítót, megállapítja a típusát, és kiszámítja a területét. Ezek az adatok a fekete kerettel ellátott szöveges mezőkben helyezkednek el.



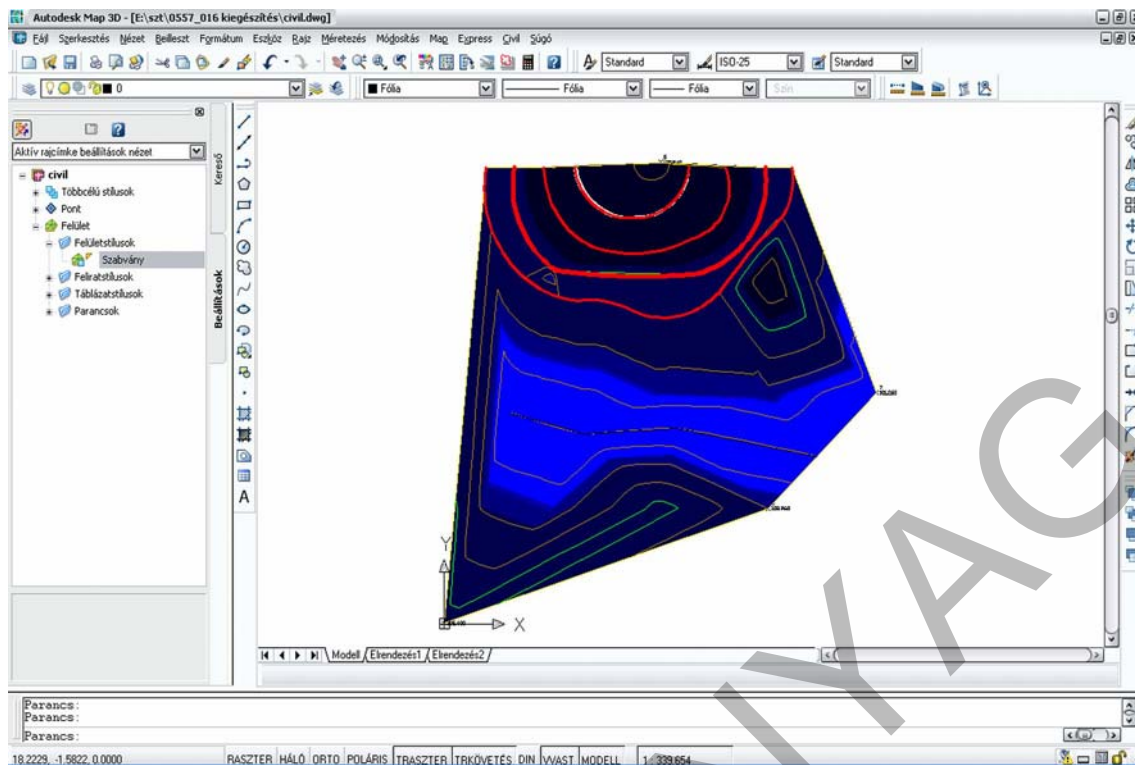


29. ábra. Vízgyűjtő területe

A domborzatelemzéseket azonban nemcsak szakemberek számára készítjük, hanem a döntéshozatalban résztvevő olyan más feleknek is, akik talán kevésbé tudják a műszaki rajzokat értelmezni. A számukra szemléletessé kell tennünk a domborzati viszonyokat. Ennek egyik legjobb és legelterjedtebb módja a színfokozatos ábrázolási módszer. A szoftver ezt szintén automatikusan elkészíti, csupán a réteget kell bekapcsolnunk a már ismertetett módon. A 30. ábrán egy ilyen térkép látható, minél magasabban van az adott terület, annál sötétebb színnel jelölte a szoftver. Van lehetőség több szín alkalmazásának és a kategóriák számának növelésére is.

A terep lejtésének értelmezésére a lejtőjelek fólia bekapcsolásával nyilakkal is jelezhetjük a terep lejtését.





30. ábra. Színfokozatos ábrázolás

Összefoglalásként megállapíthatjuk, hogy kisebb mérnöki munkákhoz a domborzatmodell szemléltetéséhez elegendő néhány egyszerűbb parancs ismerete, de nagyobb kiterjedésű mérnöki munkákhoz, illetve a domborzatelemzésekhez célszerű egy olyan szoftvert választani, amely képes térbeli adatok kezelésére, és különböző térképek megjelenítésére. A tananyagban tárgyalt módszer csak egy szoftver adta lehetőségeket mutat be, ezen kívül vannak más változatok is, de a felületmodell kialakításának lehetőségei, elve és az elemzési lehetőségek ugyanazok.

## TANULÁSIRÁNYÍTÓ

1. Tekintse át a domborzatmodell készítéséhez szükséges alapfogalmakat! Rendszerezze azokat különböző szempontok szerint!
2. Ismételje át az AutoCad alapparancsait, ismerkedjen meg a domborzatmodellezéshez szükséges parancsok végrehajtásával!
3. Önállóan tekintse át az AutoCad program által felkínált térbeli szerkesztési lehetőségeket!
4. Készítsen tetszőleges térbeli ábrákat a parancsok használatának elsajátításához!
5. Gyakorlásként készítsen egy térbeli ponthalmazra különböző domborzatmodelleket!

## ÖNELLENŐRZŐ FELADATOK

### 1. feladat

Készítse el alábbi térbeli ponthalmaz által meghatározott felület vízgyűjtő területeinek terület-kimutatását!

Pontszám	X koordináta	Y koordináta	Magasság
1	0	0	102.96
2	0	10	105.72
3	0	20	105.43
4	0	30	106.26
5	0	40	106.66
6	0	50	104.54
7	0	60	104.37
8	0	70	103.64
9	0	80	105.64
10	0	90	103.18
11	0	100	106.70
12	10	0	102.98
13	10	10	106.66
14	10	20	104.40
15	10	30	103.63
16	10	40	104.18
17	10	50	106.61
18	10	60	105.68

TÉRBELI ELEMÉK MODELLEZÉSE

19	10	70	104.19
20	10	80	105.75
21	10	90	105.81
22	10	100	103.30
23	20	0	106.16
24	20	10	106.78
25	20	20	104.95
26	20	30	101.22
27	20	40	101.66
28	20	50	103.80
29	20	60	105.52
30	20	70	103.36
31	20	80	102.60
32	20	90	106.35
33	20	100	104.62
34	30	0	102.12
35	30	10	105.63
36	30	20	101.17
37	30	30	102.28
38	30	40	106.23
39	30	50	102.58
40	30	60	103.98
41	30	70	103.47
42	30	80	102.96
43	30	90	103.92

44	30	100	103.77
45	40	0	103.15
46	40	10	106.13
47	40	20	105.22
48	40	30	104.27
49	40	40	101.89
50	40	50	101.69
51	40	60	104.49
52	40	70	106.94
53	40	80	106.05
54	40	90	101.59
55	40	100	104.56
56	50	0	104.53
57	50	10	104.17
58	50	20	106.50
59	50	30	104.73
60	50	40	104.99
61	50	50	104.29
62	50	60	101.67
63	50	70	105.28
64	50	80	105.05
65	50	90	101.99
66	50	100	105.99
67	60	0	105.04
68	60	10	106.67

## TÉRBELI ELEMOK MODELLEZÉSE

69	60	20	104.99
70	60	30	101.52
71	60	40	101.45
72	60	50	104.25
73	60	60	105.54
74	60	70	101.13
75	60	80	106.09
76	60	90	102.25
77	60	100	104.22
78	70	0	106.42
79	70	10	102.10
80	70	20	104.48
81	70	30	102.08
82	70	40	105.88
83	70	50	104.15
84	70	60	104.34
85	70	70	105.43
86	70	80	102.31
87	70	90	105.80
88	70	100	105.29
89	80	0	106.62
90	80	10	101.79
91	80	20	103.62
92	80	30	102.48
93	80	40	102.52



94	80	50	103.67
95	80	60	104.28
96	80	70	105.08
97	80	80	103.34
98	80	90	101.42
99	80	100	102.86
100	90	0	101.19
101	90	10	103.38
102	90	20	103.09
103	90	30	104.13
104	90	40	101.65
105	90	50	102.69
106	90	60	102.77
107	90	70	102.38
108	90	80	104.67
109	90	90	106.31
110	90	100	106.34
111	100	0	105.72
112	100	10	101.67
113	100	20	101.82
114	100	30	103.41
115	100	40	106.87
116	100	50	106.93
117	100	60	104.90
118	100	70	105.63

## TÉRBELI ELEMÉK MODELLEZÉSE

119	100	80	106.05
120	100	90	101.78
121	100	100	105.76

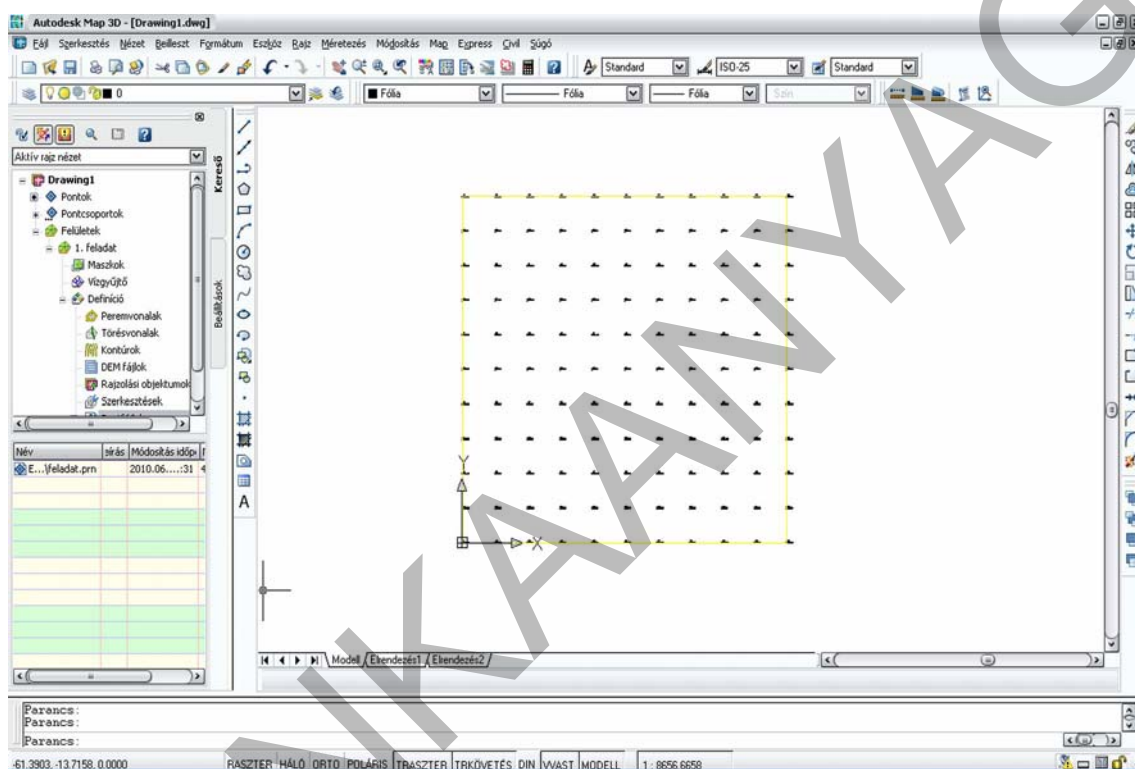
1. táblázat: koordináta-jegyzék

MUNKANYAG

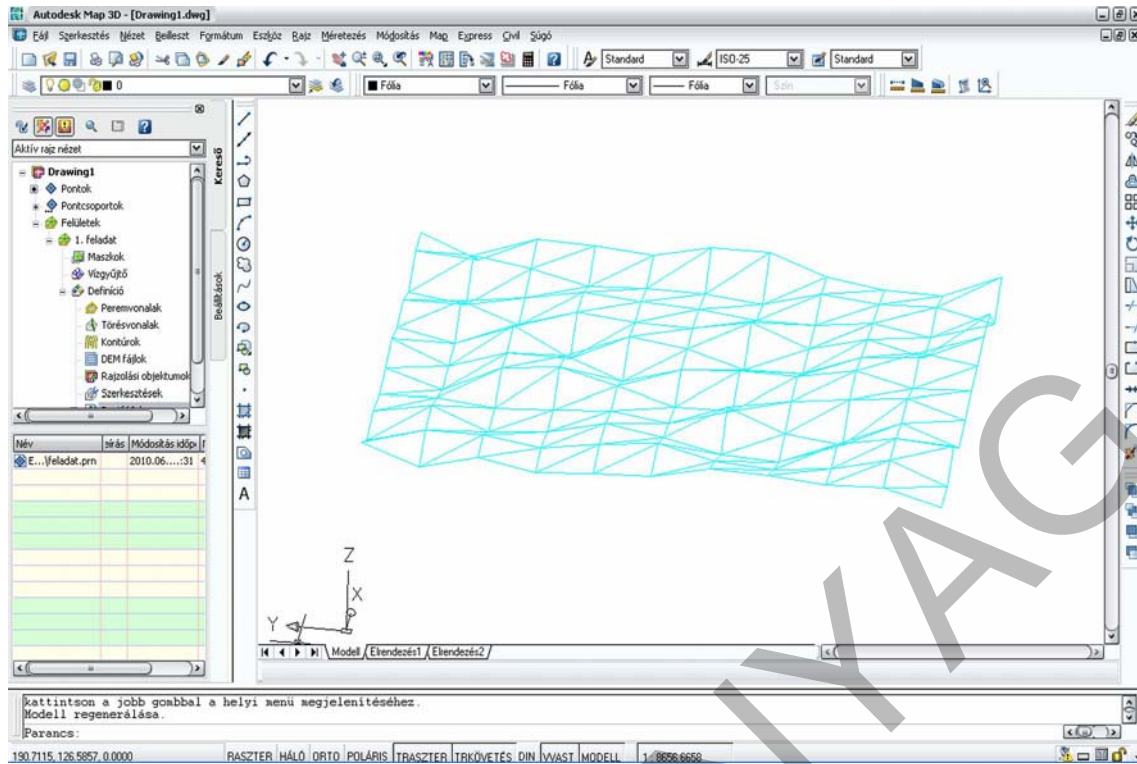
## MEGOLDÁSOK

## 1. feladat

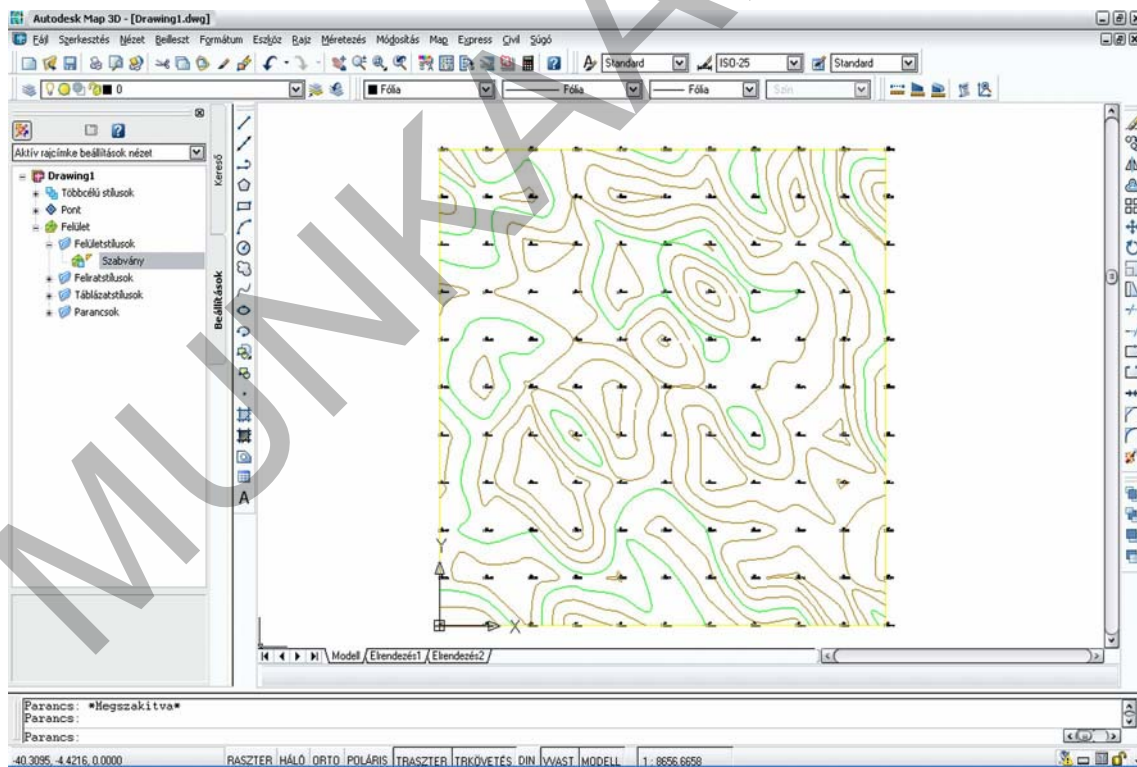
Olvassuk be a koordináta-jegyzéket a programba, és alakítsuk át a pontokat COGO pontokká.



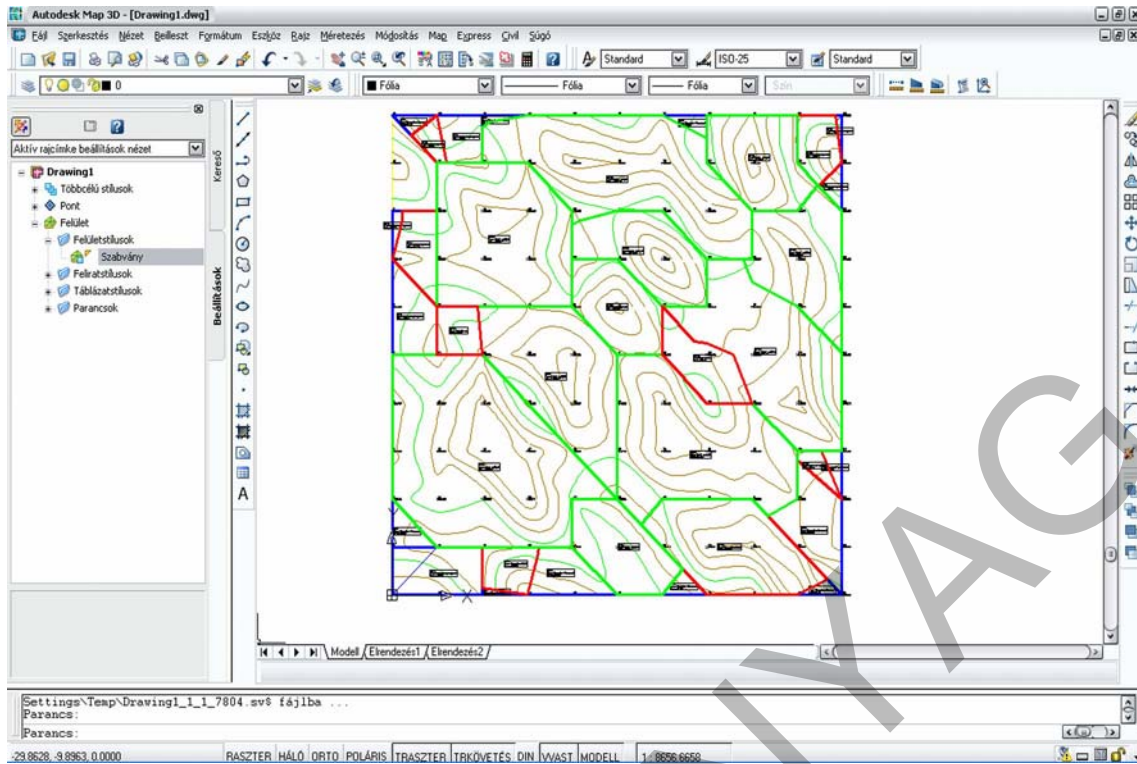
31. ábra. Pontok beolvasása a koordináta-jegyzékből és a pontfájl megadása.



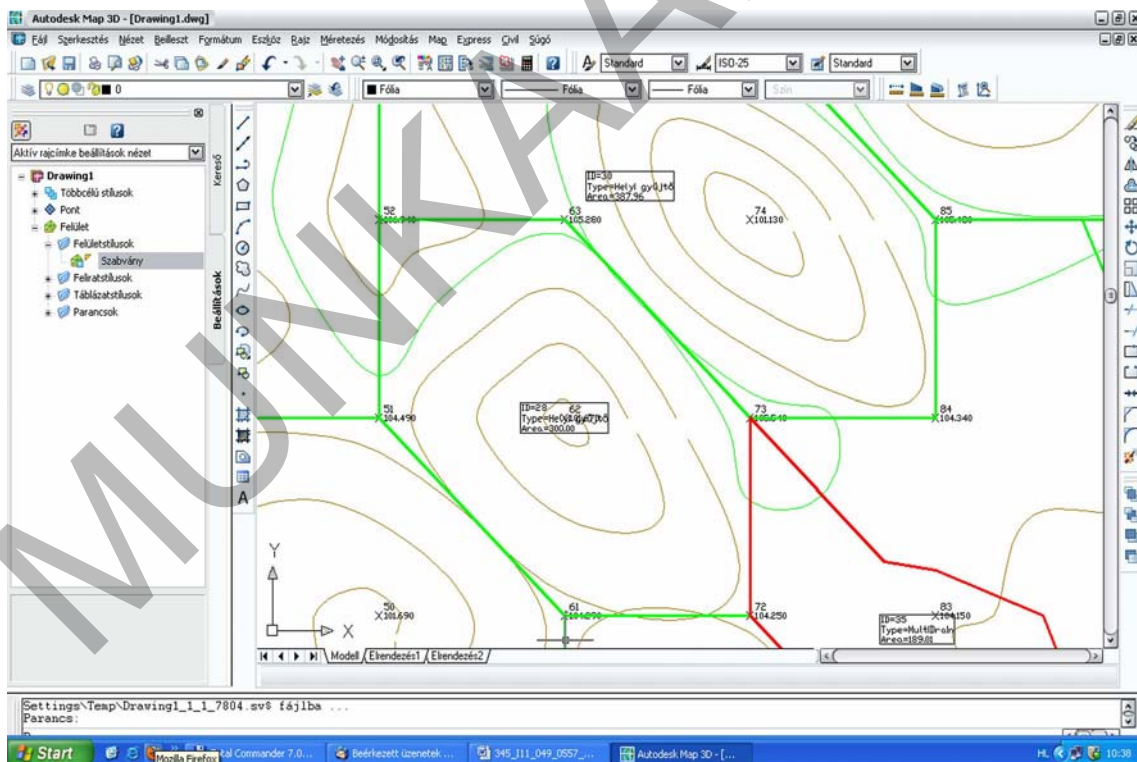
32. ábra. Felületmodell



33. ábra. Szintvonalas térkép



34. ábra. Vízgyűjtő területek



35. ábra. Vízgyűjtőterület részlet



## IRODALOMJEGYZÉK

### FELHASZNÁLT IRODALOM

Márkus Béla: Térinformatika (Információtechnológia II), NYME-GEO Jegyzetsokszorosító részleg, 2002.

Márkus Béla: Térinformatika (Információtechnológia II) szómagyarázat, NYME-GEO Jegyzetsokszorosító részleg, 2002.

Dr. Márkus Béla – Dr. Végső Ferenc: Térinformatika, SE-FFFK Jegyzetsokszorosító részleg, 1999

[http://www.agt.bme.hu/tutor\\_h/terinfor/t27.htm#felhasznalas](http://www.agt.bme.hu/tutor_h/terinfor/t27.htm#felhasznalas) (2010. 06. 04.)

<http://web.fmt.bme.hu/mg/3%20Domborzattan.pdf> (2010. 06. 04)

AutoCad felhasználói kézikönyv, Autodesk Inc., 2006.

A(z) 0557-06 modul 016-os szakmai tankönyvi tartalomeleme felhasználható az alábbi szakképesítésekhez:

A szakképesítés OKJ azonosító száma:	A szakképesítés megnevezése
54 481 01 0100 31 01	Számítógépes műszaki rajzoló
54 481 01 1000 00 00	CAD-CAM informatikus
54 581 01 0010 54 02	Térképésztechnikus

A szakmai tankönyvi tartalomelem feldolgozásához ajánlott óraszám:  
30 óra

MUNKANYELV

MUNKANYAG

A kiadvány az Új Magyarország Fejlesztési Terv  
TÁMOP 2.2.1 08/1-2008-0002 „A képzés minőségének és tartalmának  
fejlesztése” keretében készült.

A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap  
társfinanszírozásával valósul meg.

Kiadja a Nemzeti Szakképzési és Felnőttképzési Intézet  
1085 Budapest, Baross u. 52.  
Telefon: (1) 210-1065, Fax: (1) 210-1063

Felelős kiadó:  
Nagy László főigazgató