

2. TANULMÁNYTERV

A tanulmányterv kidolgozása során először több próbaváltozatot készítünk, amelyeket nem részletes számítások alapján, hanem csak vázlatszerűen, egyszerű szerkesztéssel tervezünk meg. Majd a több elkészített változat közül kiválasztjuk az – akár további módosítások után – véglegesnek tekinthető változatot, amelyet számítások alapján részletesebben, pontosabban dolgozunk ki.

2.1. A TERVEZÉS ELŐTT

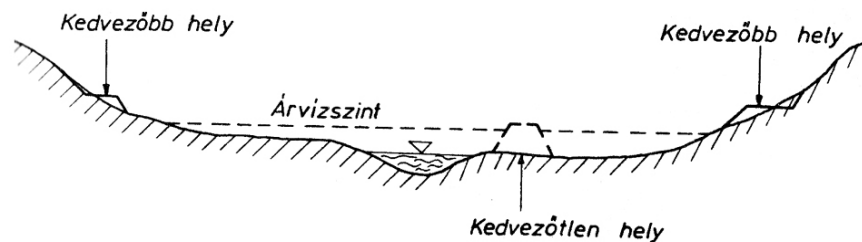
Egy út tervezése során a két kijelölt végpont közé egy lehetőleg minél rövidebb, de egyben a terephez minél jobban illeszkedő vonalat kell meghatároznunk („nyomoznunk”). Ezt nem nevezhetjük a *legjobb megoldásnak*, mert ilyen nem létezik, mindig csak lehetséges, jó megoldásokat találhatunk, amelyek közül több szempont súlyozása alapján választhatjuk ki a megvalósításra javasolható változatot.

Az alábbiakban áttekintjük azokat a szempontokat, irányelveket, melyeket egy új út vonalvezetésének kialakítása során szem előtt kell tartani.

2.1.1. A terep alakulatai, geológiai, hidrológiai szempontok

A terep, a domborzat, a hegyvonulatok, hágók, völgyek, folyók, vizenyős területek, árterek és a jó folyóátkelési lehetőségek alapvetően befolyásolják az út nyomvonalát.

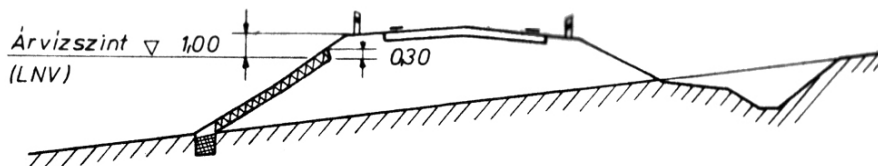
A síkságokon lehetőleg kerülni kell a magas talajvízzel rendelkező, a vizenyős területeket, mert az ezeken való áthaladás bár lehetséges, de költséges. Hosszú évtizedekig lehet hátrányos a földmunka esetleges mozgása, üledése. A magas talajvíz és a kapilláris vízmozgás miatt, fagykárak keletkezhetnek az útpályaszerkezetnél, emiatt kedvezőtlenül hosszú és szükségtelenül magas töltésre kellene kiemelni a pályatestet.



3. ábra: A völgy aljára, vízfolyás mellé nem célszerű a nyomvonalat elhelyezni

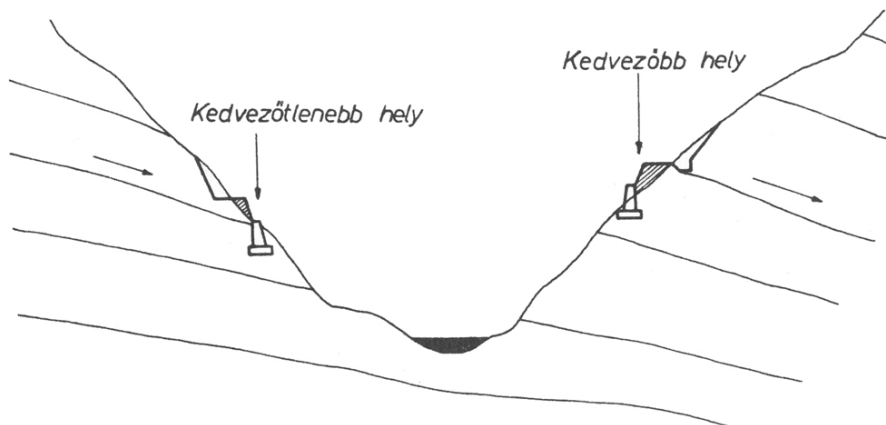
A dombvidéken a terep már sokkal hullámosabb, a vonalvezetés sokkal változatosabb lesz, ezért a nyomvonal megállapításánál már előre gondolni kell a vízszintes és magassági vonalvezetés megfelelő összehangolására, az út tájba illesztésére és távlati képére. Dombvidéken a terepnehézségek gyakoriak, de nem túlságosan nagyok, számos vonalváltozat tervezése szükséges, hogy megtaláljunk egy optimális megoldást. Dombvidéken különös gonddal kell ügyelni, hogy a nyomvonal kerülje el a csúszásra, suvadásra, mozgásra hajlamos, kötöttebb anyagú, vízérzékeny domboldalakat. A vízfolyások és vízgyülekezési területek elzárását vagy az időszakos illetve élő vízfolyások szabad lefolyásának akadályozását mindenképpen el kell kerülni.

Hegyvidékek szélesebb völgyein sokszor igen kedvező lehetőségek vannak a jó vonalvezetés nagyvonalú, kis emelkedőjű tervezésére. Itt elsősorban a völgyben futó folyó vizének, árvizének figyelembevételére van szükség. Ezért az útvonalat nem tanácsos a völgy alján kínálkozó, folyó melletti sík területen vezetni (3. ábra), mert ez rendszerint árterület. Előnyösebb a völgy széle, magasabb része, ahol az árvíz és a talajvíz nem okoz problémát. A hegyek lábánál a hegy felől jövő vizek átbocsátására és a csúszásveszélyes domboldal kikerülésére ügyelni kell. Amennyiben mégis árvizes területre épül az út, töltésének oldalát burkolni kell (4. ábra).



4. ábra: Árvizes területen a töltés oldalát burkolni kell

Ha a völgy hegyoldalai között választhatunk, akkor előnyben részesítjük az állékonyabbnak ítéltető hegyoldalt. Állékonyabbak azok a hegyoldalak, amelyeknél a kőzetek rétegezetsége befelé dől. A kifelé dőlő rétegű hegyoldalakat kerüljük (5. ábra), mert ezeknél csúszás várható, ha töltéssel, bevágással, tám- és bélésfalakkal megbontjuk a hegyoldal kialakult egyensúlyát. Emellett a kifelé dőlő rétegek a hegy rétegvizeit is az út felé szállítják, mely így mindig vizenyösebb lesz.



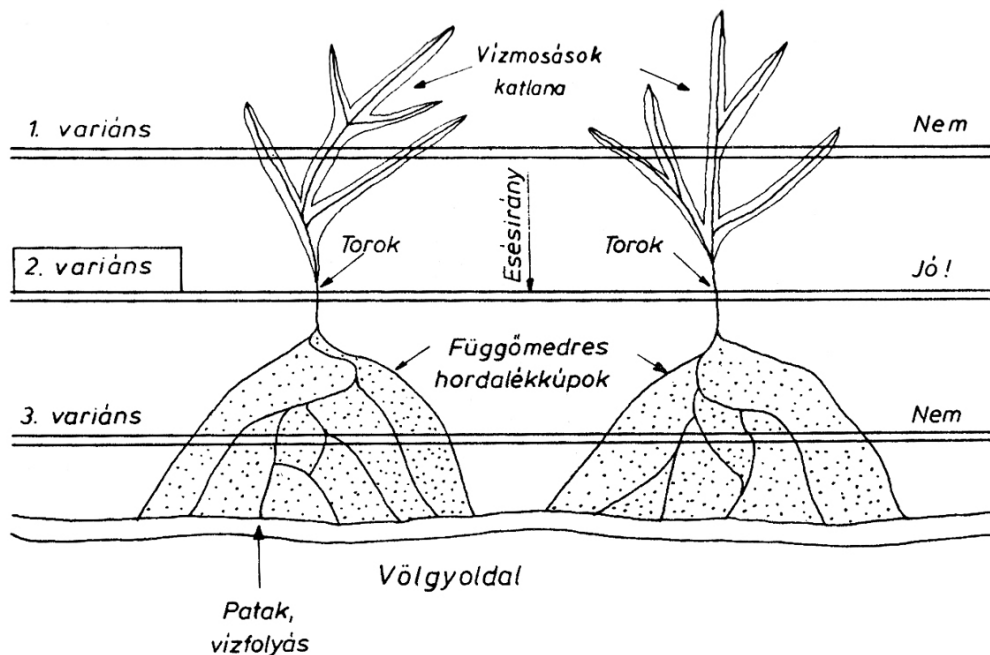
5. ábra: A vonalat lehetőleg az állékonyabb hegyoldalban kell vezetni

Két hegyoldal közül kerüljük az északi oldalt, ahol a nap kevésbé süt, így a csapadék kevésbé szárad fel, illetve olvad el. Kedvezőbbek a déli és nyugati hegyoldalak, mert hamarabb száradnak ki, s ezért állékonyabbak, és a hóakadályoktól, oladási és fagykároktól mentesebbek.

A hegyoldalakon az útvonalvezetésnek akadályt jelentenek a mellékvölgyek, melyeken az átkelés csak magas töltésekkel és átereszekkel, vagy csak költséges hídszerkezetekkel oldható meg. Más esetben a mellékvölgyek előnyök lehetnek ha a túl meredek útnyomvonal esését csökkenteni, hosszát növelni kell azáltal, hogy a vonalat a mellékvölgybe visszük be. Ez azonban csak kissugarú ívekkel lehetséges.

A völgy egyik oldaláról a másikra a nyomvonalat csak igen indokolt esetben vezessük át, mivel az költséges hídszerkezetet, és a víz útjában álló töltést igényel.

A nyomozásnál (bejárásnál) gondosan fel kell deríteni a környezet hidrológiai viszonyait. Az új útvonal általában akadályt képez a felszíni vizek levonulásának útjában, s ezen nem mindig lehet gazdaságosan segíteni azzal, hogy viszonylag sűrűn alkalmazunk nagy nyílású átereszeket és hidakat. A víztelenítést feltétlenül meg kell oldani az úton, ehhez felszíni árok, illetve folyóka rendszerre, esetleg szivárgó rendszerre, kis műtárgyak sorozatára van szükség.



6. ábra: A vonal különböző elhelyezési lehetőségei vízmosások által szabdaltnál völgyoldalban

Különös gonddal kell elhelyezni az úttengelyt a vízmosások által szabdaltnál völgyoldalban, mint azt a 6. ábra mutatja. A vízmosások egyre mélyülő felső többágas katlan-szakaszán átvezetett vonalváltózat igen kedvezőtlen, mert viszonylag sok és költséges alapozású műtárgyat, átereszt, hidat kell létesíteni.

Legkedvezőbb az útvonalnak az a helyzete, amelynél a vízmosások a már állandósult, eléggé zárt alakú torok-szakaszán halad át. Itt kevés számú, vízmosásonként csak 1-1 műtárgyra, hídra, áteresze van szükség.

Ha a vonalat még jobban a völgy felé toljuk el, a völgyfenéken lévő befogadó vízfolyás felé, akkor a vízmosások állandóan növekedő, változó hordalékkúpjain kell áthaladni. Ez azért hátrányos, mert a vízmosás vize több, kanyargós függőmederben halad a befogadó vízfolyás felé, ezeken csak sok áteresszel, híddal, tervezett töltéssel lehet csak áthaladni. Ezeknek a csőátereszeknek a fenntartása is állandó gondot fog okozni, mert a vízmosások alsó hordalékkúpjain az egyes függőmedrek és csőátereszek hamar és gyakran feltöltődnek.

Hátrányos és kerülni kell az olyan nyomvonalat, amely a levonuló vizek útjába túl sok akadályt állít, vagy pedig olyan területen, domb vagy hegyoldalon vezet, ahol a magas talajvíz, a fakadó vizek, rétegvizek a földmunkát illetve az útpályaszerkezetet is eláztatnák, teherbírását csökkentenék. Az útpályát ezért síkvidéken is ki kell emelni, és legalább 0,60-0,80 m magas töltésben kell vezetni. A széljárta hegyoldalak, töltések, a víz kiszáradása szempontjából kedvezőbbek. A nyomvonal tervezésénél a hóakadályok és a hófúvások elkerülése érdekében kedvezőbb az uralkodó széliránnyal párhuzamos, vagy ahhoz közelálló szöggel nyomozott útirány, mert a szél így a havat inkább elfújja az útról. Sokszor azonban az uralkodó szélirányra közel merőlegesen kell vezetni az út vonalát. A hófúvásveszélyes szakaszokon szintén legalább 0,60-0,80 m magas töltésben vigyük az útvonalat, mert a terepszinten, vagy a kis bevágásokban vezetett útpályán gyakrabban alakulnak ki hóakadályok. A bevágás – ha elkerülhetetlen – a hóakadály elkerülése érdekében igen lapos rézsűvel tervezendő.

2.1.2. A térkép előkészítése, tervezési folyosók kijelölése

Az első két legfontosabb lépés a tervezés megkezdése előtt:

- a feladat pontos megértése, mit, milyen célból és milyen peremfeltételek mellett kell tervezni (a megrendelő igényei),
- a terep megismerése (a házifeladat esetén a térkép feldolgozása, értelmezése):
 - színezés (városok – piros, vizek – kék),
 - kerek szintvonalak megvastagítása,
 - a szintvonalak hiányzó feliratainak pótlása.

A tervezés megkezdéseként meg kell határoznunk azokat a területeket, ahol lehetséges a tervezni kívánt út elvezetése. Az útnak el kell kerülnie a településeket, a bányaművelési területeket, az érzékeny természeti, és értékes mezőgazdasági területeket, illetve a rossz teherbírású talajokat (azaz az előző fejezetben részletezett szempontokat kell figyelembe venni). Ha az érzékeny területeket elkerülő sávokat/területeket felrajzoljuk a térképre, megkapjuk a lehetséges tervezési folyosókat, amelyekben belül már szabadabban, a műszaki szempontok alapján kereshetjük meg az út megfelelő vonalvezetését.

7. ábra: Tervezési folyosók

2.2. A PRÓBA HELYSZÍNRAJZ TERVEZÉSE

2.2.1. A vonalvezetés műszaki irányelvei

A vízszintes és a függőleges vonalvezetés nem tervezhető egymástól függetlenül. Már a vonal nyomozása során is figyelni kell a legfontosabb összehangolási szempontokra, hogy a tervek részletes kidolgozása során ne kelljen visszatérni a tervezés első lépéseire. Ezért részletes magyarázatok nélkül előzetesen is felsorolunk néhány fontosabb tervezési szempontot:

- a domború lekerekítések helyszínrajzi ívbe esenek,
- a legkisebb megengedettnél lehetőleg nagyobb értékeket alkalmazzunk (R_{min} , e_{max} : 2. táblázat),
- túl hosszú egyeneseket ne tervezzünk ($L_{max} = 20 \cdot v_t$ [m]),
- az egymást követő körívek sugarainak aránya ne legyen kisebb, mint 1:2,
- az út jellege ne változzon hirtelen.

2.2.2. Semleges vonal nyomozása

A semleges vonal a hegy- és dombvidéki vonalas létesítmények nyomozásának segédeszköze. Semleges vonalat a kijelölt kényszerpontok (hágók, folyóátkelések) között nyomozunk.

A semleges vonal egy állandó lejtésű, folyamatosan a terep felszínén haladó képzeletbeli vonal.

A semleges vonal esése

A semleges vonal esését (e_s [%]) mindig kisebb értékűre kell választani, mint a tervezett út maximálisan megengedett legnagyobb emelkedője (e_{max} [%]).

A maximálisan megengedett legnagyobb emelkedő határozza meg a tervezett út függőleges vonalvezetését. Értékét a tervezési sebesség (v_t [km/h]) alapján lehet a szabványból meghatározni (2. táblázat).

A semleges vonal mindig kacskaringósabbra, azaz a leendő útnál hosszabbnak adódik, ezért a maximális emelkedőnél csak kisebb értékkel érdemes a semleges vonalat nyomozni:

$$e_{s,max} \approx 0,85 \cdot e_{max}$$

Természetesen két pont között a semleges vonalat nem feltétlenül a legnagyobb megengedett esésével kell nyomozni, hanem a két pont közötti távolságnak, magasságkülönbségnek, és a terep tagoltságának függvényében megbecsülhető eséssel. A magasságkülönbség a térképről könnyen

meghatározható, de a két pont távolságát csak becsülni tudjuk, mert figyelembe kell venni a semleges vonal kacskaringósságát is, ezek alapján:

$$e_s = 100 \frac{\Delta M}{\Delta H},$$

ahol

- e_s : a semleges vonal esése [%],
- ΔM : a két pont magasságkülönbsége [m],
- ΔH : a két pont becsült távolsága [m].

A semleges vonal felszerkesztése

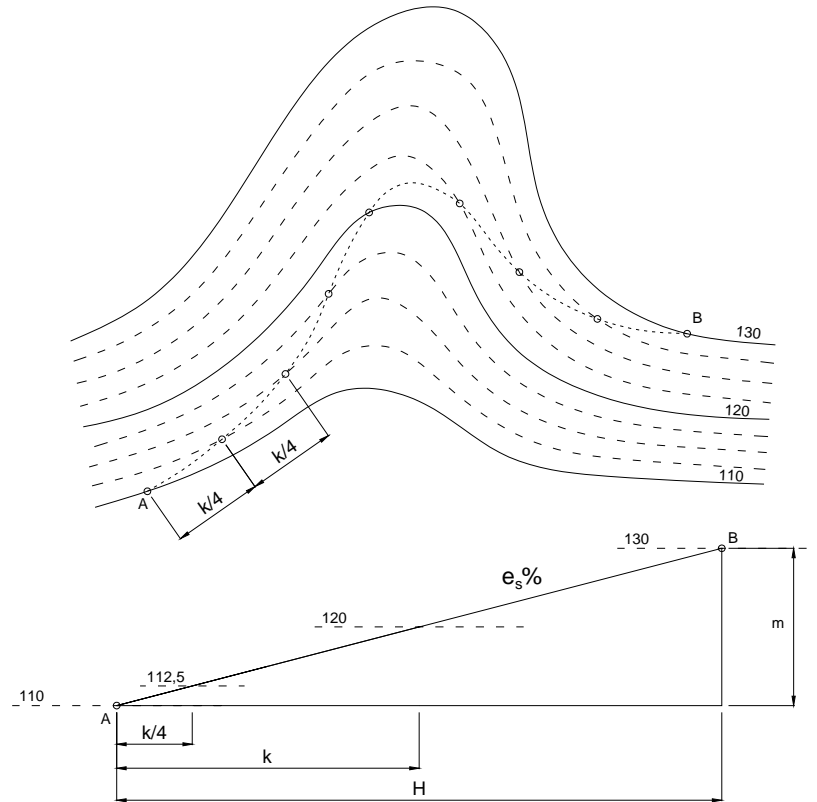
A semleges vonal felszerkesztése előtt a szintvonalakat szükség esetén besűrítjük. A szintvonalak besűrítése a terep meredekségének függvényében történik: ha a terep meredek, elegendő lehet a 2,5 méterenként, vagy a 2 méterenkénti szintvonalak berajzolása, azaz a 10 méteres szintvonalak közötti távolságot négy részre, illetve öt részre osztjuk. Ha a terep lankás, akkor akár az 1 méteres szintvonalak berajzolása is szükséges lehet. A közbenső szintvonalak felrajzolásánál feltételezzük, hogy a megadott szintvonalak között a terep lejtése egyenletes, így az azok közötti távolságot egyenlő részekre kell felosztani (8. ábra).

A semleges vonalat szintvonalról szintvonalra lépve szerkesztjük meg. Az egyik szintvonalról a másikra az ún. osztóköz távolságával léphetünk át. Az osztóköz azt a hosszat jelenti, amellyel a semleges vonal esését megtartva leküzdí a két szintvonal közötti magasságkülönbséget.

$$k = 100 \frac{\Delta m}{e_s},$$

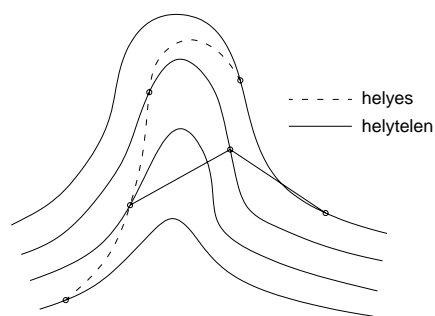
ahol:

- k : osztóköz [m],
 - Δm : a két szintvonal közötti magasságkülönbség [m],
 - e_s : a semleges vonal esése [%].
-



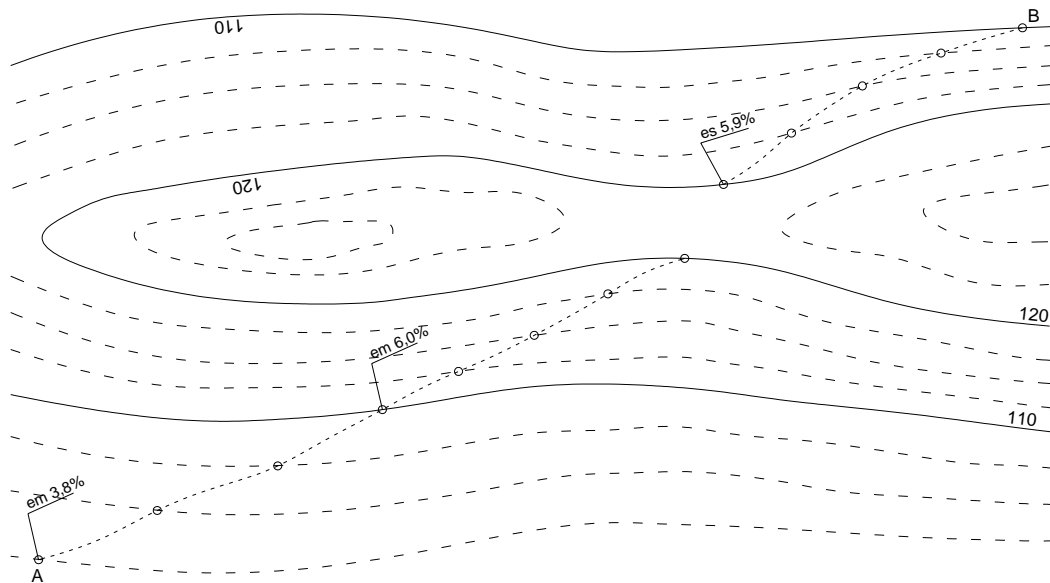
8. ábra: ...

Mivel a definíció szerint a semleges vonal egyenletes esésű, és a terepen halad, ezért fokozatosan távolodik el az egyik, és ugyanígy fokozatosan közelít a következő szintvonalhoz (9. ábra), tehát a semleges vonal nem egyenesekből áll, hanem a terephez simulva kanyargósan követi a szintvonalak irányát!



9. ábra: ...

Minél hosszabb egy szakasz, annál gyakrabban kell változtatni a semleges vonal esését (pl.: változik a terep esése, kényszerű irányváltásra van szükség, hágón, vagy völgyön halad át a vonal, stb.). Ilyenkor egy vagy több közbenső pontot kell kijelölni, amelyek között egymástól különböző, de szakaszonként állandó esésű semleges vonalak nyomozhatók.

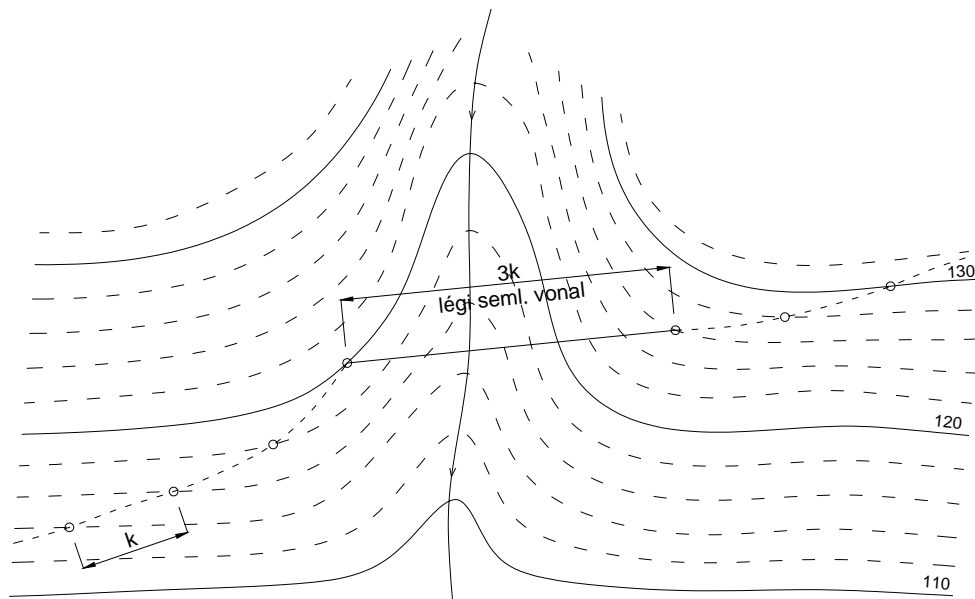


10. ábra: Egymást követő semleges vonalak

Hágó, illetve völgy keresztezésénél a legmagasabb, illetve legmélyebb szintvonalig haladunk a semleges vonallal. A terepalakulat másik oldalán az azonos magasságú szintvonalról kezdjük a következő semleges vonal nyomozását, amelynek kezdőpontját úgy választjuk meg, hogy a két semleges vonalra később az út nyomvonala megtervezhető legyen. (Célszerű már itt szem előtt tartani, hogy a domború lekerekítéseket helyszínrajzi ívbe kell elhelyezni!)

A légi és a földalatti semlegesvonal

Különleges esetekben – definíciójától eltérő módon – a semleges vonal elhagyhatja a terepet. Erre akkor lehet szükség, amikor már a semleges vonal nyomozása során látjuk, hogy egy szűk oldalvölgyben nem szabad nyomoznunk, mert oda vonalat befektetni nem lesz lehetséges. Ilyenkor a semleges vonalat a völgy felett a k osztóköz egész számú többszörösével kell légvonalban átvezetni (11. ábra), előre vetítve, hogy itt egy nagy töltést, vagy hidat fogunk tervezni. (Nem szabad megfeledkezni arról, hogy ha a k osztóköz helyett annak egész számú többszörösével lépünk át a völgy felett, akkor annak megfelelő számú szintvonalat is kell feljebb lépünk!)



11. ábra: A légi semleges vonal szerkesztése

A légi semleges vonal ellenkezője a földalatti semleges vonal, ilyenkor alkalmazunk, amikor egy hegyoldalból kiugró földnyelven szeretnénk áthaladni, de az alkalmatlan egy vonal elhelyezésére. Ilyenkor hasonlóan a légi semleges vonalhoz a föld alatt, k osztóköz egész számú többszörösével léphetünk át a földnyelv másik oldalára, feltételezve, hogy ezen a szakaszon a vonal egy mély bevágásban, vagy alagútban fog haladni.

Szükség esetén természetesen az osztóköznek nem csak egész számú többszörösével lehet lépni, de ilyenkor különösen figyelni kell, hogy megfelelő szintvonalra érkezzon a semleges vonal.

2.2.3. Tengely befektetése

A tanulmányterv készítése során az utat – helyszínrajzi értelemben – csak egyenes és tisztán köríves szakaszokból tervezzük, figyelembe véve, hogy a részletes terveken már az átmeneti ívek tervezése is szükséges.

Az egyenesekből és körívekből álló vonaltengelyt úgy illesztjük a semleges vonalra, hogy a pálya minél jobban illeszkedjen a terephez, a lehető legrövidebb, és a legkisebb földmunkát igénylő legyen. Ezt az alábbi két fő szabály betartásával érhetjük el:

- A vonaltengelyt úgy kell befektetni, hogy a semleges vonalat a lehető legtöbbször messe.
- A töltések és bevágások nagysága közel azonos legyen, mert a bevágásokból kitermelt földanyag – alkalmassága esetén – gazdaságosan felhasználható a töltések építésénél. A semleges vonal és a befektetett tengely helyzetéből lehet következtetni a töltések és bevágások méreteire. (Ha a tengely a semleges vonaltól a völgy felé tér el, töltés építésére van szükség, ha a hegy felé, akkor bevágás szükséges.)

Célszerű a lehetséges íveket (350 m, 400 m, 500 m stb.) koncentrikus körökként egy pauszra felrajzolni, ezt a pauszt a semleges vonalon mozgatva könnyen kiválaszthatjuk, hol milyen sugarú ívet érdemes alkalmazni.

Ha a semleges vonal élesen irányt változtat vagy szépen kirajzol egy körívet, akkor érdemes először az ívet elhelyezni, és ehhez húzni az érintőket. Ha a semleges vonal nem rajzol ki határozott íveket, akkor célszerű először az egyeneseket behúzni, és ezt követően az egyenesek töréspontjaihoz a megfelelő íve kiválasztani.

Az alkalmazható geometriai elemek

A helyszínrajz tervezésének ezen a szintjén a minimális körívsugár (R_{min}) értéke (2. táblázatban) mellett néhány további szempont, előírásra kell ügyelnünk:

- Két inflexiósan csatlakozó körív között – a később tervezendő átmenetiívek elhelyezéséhez – legalább 150 m egyenes szakaszt kell hagynunk.
- Amennyiben két azonos irányú körív közvetlenül követi egymást, célszerű egy hosszabb ívet tervezni a helyükre.
- Kerülni kell a kis középponti szögű ($\alpha < 3^\circ$) ívek tervezését. Kisebb törésszögű ívek esetén kerülni kell a kis ívsugarak alkalmazását.
- Az egymást követő ívsugarak ne változzanak ugrásszerűen, arányuk ne haladja meg az 1:2 értéket.
- A domború lekerekítések helyszínrajzi ívbe kerüljenek.
- A közlekedésbiztonság miatt korlátozott a legnagyobb alkalmazható egyenesek hossza:
 $L_{max} = 20 \cdot v_t$ [m].
- Az utat nem vezethetjük a szintvonalakkal párhuzamosan, esésük nem lehet 0 %.

2.2.4. A kész próba helyszínrajz

A felszerkesztett semleges vonalakra felrajzolt pályatengely fogja adni a próbahelyszínrajzon megjelenő változatokat. A próbahelyszínrajz csak egy munkaközi állapotot tükröz, ezért ennek a rajznak a formátuma nem olyan kötött, mint általában a műszaki rajzoké – ceruzával, akár a kiadott térképre, vagy fedvénylapra is készülhet.

A próbahelyszínrajzon az alábbiakat kell feltüntetni:

- az(oka)t a semleges vonalakat, amely(ek) alapján a bemutatott változatok készültek,
- az egyes változatok pályatengelyét vastagon kiemelve,
- sarokpontokat, ívek elejét, végét,
- szelvényezést.

A szelvényezés az egyes pontok az út kezdőpontjától mért távolságát jelöli. Próba helyszínrajz készítése esetén a szelvényezést is szerkesztéssel rajzoljuk fel: A vonal kezdőpontjától kiindulva, 1 cm nyílású körzővel végighaladunk az egész úton, így megkapjuk a száz méterre kerek szelvényeket. A fontosabb pontok szelvényértékeit fel kell írni a tengely mellé:

- a kezdőpontban felírjuk a kezdőszelvényt (0+000),
-

- meghatározzuk és felírjuk a végszelvényt (lemérjük az utolsó szelvény és a végpont közötti távolságot),
- az ezerre kerek szelvényeket feliratozzuk (1 km, 2 km, stb.),
- az ív eleje és vége pontok szelvényét is leolvassuk és feliratozzuk.

A 12. ábrán látható egy próbahelyszínrajz részlete.

12. ábra: A kész próba helyszínrajz

2.3. A PRÓBA HOSSZ-SZELVÉNY TERVEZÉSE

A helyszínrajz elkészítésével felülnézetben terveztük meg az út tengelyét, de mivel minden út egy háromdimenziós térgörbe, ezért egyetlen nézet nem elegendő a tervezéshez. A hossz-szelvény (az út „oldalnézete”) az út tengelye mentén készített, függőleges metszet, amelyet kiegyenesítve ábrázolunk a terveken.

A hossz-szelvényt ún. torzított méretarányban készítjük. Vízszintes értelemben mindig megtartjuk a helyszínrajz méretarányát (általában $M_{vzsz.} = 1:10.000$), függőleges értelemben – mivel nem kilométereket, hanem néhány tíz métert akarunk ábrázolni – $M_{függ.} = 1:100$, vagy $1:200$ méretarányt használunk.

2.3.1. A terephossz-szelvény elkészítése

Első lépésben különös rajzi kötöttségek nélkül egy milliméterpapíron ábrázoljuk a terep alakulását a megtervezett út tengelyében.

Eldöntjük, mekkora függőleges méretarányban készül a hossz-szelvény (ezt mindig felírjuk a papírra), majd felveszünk egy ún. felrakó vonalat, amelynek rögzítjük a magasságát. A felrakó vonalat a lap alsó szélétől 5 cm-re rajzoljuk meg, majd 500 méterenként beszelve nyeljük. Ezt követően a helyszínrajzi tengely szelvényezésén végighaladva ábrázoljuk a terep hossz-szelvényét (13. ábra).

A terephossz-szelvény készítésénél a jellemző tereppontok szelvényét kell meghatározni, és felrajzolni. Mindig célszerű a felrajzolni az úttengely és a szintvonalak metszéspontjait, de emellett általában szükséges további pontok felvétele is, hogy a terep alakulása a valóságnak megfelelően legyen visszaadható. Mindig a terepponthez olvassuk le a helyszínrajzi szelvényt és ne fordítva! A felrajzolt tereppontokat egyenesekkel kötjük össze.

A terep hossz-szelvényének elkészítése után a papír alsó 5 cm-én egyenesek segítségével ábrázoljuk a helyszínrajzi ívviszonyokat. Erre azért van szükség, hogy a tervezés során a figyelembe tudjuk venni a vízszintes és a függőleges vonalvezetés összehangolásának szempontjait.

13. ábra: A terep hossz-szelvény készítése

2.3.2. A magassági vonalvezetés tervezése

Az elkészült terephossz-szelvényen célszerű a legnagyobb megengedett hosszsesést felrajzolni, így rögtön látható, hogy az elkészített helyszínrajz alkalmas-e a továbbtervezésre.

Ha a semleges vonalat jól követi az út tengelye, szinte egyenesekből áll a hossz-szelvény, ilyenkor nagyon egyszerű megrajzolni a függőleges vonalvezetést. A függőleges vonalvezetés tervezése során az alábbi fő szempontokra kell ügyelni:

- arra kell törekedni, hogy a töltések és bevágások közel azonos arányban forduljanak elő,
- ha terep egyenletes emelkedésű, az út 60-80 cm magas töltésben haladjon,
- domborulatok tetejére töltést, illetve völgyekbe bevágást nem szabad tervezni,
- az út nem kerülhet vízszintesbe, mindig kell, hogy legyen hosszsesése, minimum 0,5 %.

A próba hossz-szelvényen az út magassági vonalvezetését nem tervezzük meg részletesen, mindössze a terephossz-szelvényre egyeneseket rajzolunk, amelyeknek megadjuk az esését.

A tervezésnek ez az a pontja, amikor a hossz-szelvényt és a helyszínrajzot összevethetjük, megtalálhatjuk azokat a pontokat, amelyek megváltoztatásával a vonalvezetés még kedvezőbbé, a földmunkák mennyisége még kisebbé tehető. Tehát a tervezés nem folyamatosan előre halad, hanem szükség esetén – az eredmények ismeretében – visszanyúlunk a korábbi lépésekhez és módosításokat végzünk.

2.3.3. A kész próba hossz-szelvény

A próba helyszínrajzhoz hasonlóan a próba hossz-szelvény formátuma sem szigorúan kötött, a terephossz-szelvényre készítjük. Csak a legfontosabb adatokat kell feltüntetni a rajzon:

- méretarányok,
- esések nagysága,
- töréspontok szelvénye, magassága,
- helyszínrajzi ívviszonyok,
- felrakóvonal magassága.

14. ábra: A kész próba hossz-szelvény

2.4. A VÍZSZINTES ÉS FÜGGŐLEGES VONALVEZETÉS ÖSSZEHANGOLÁSA

A vonalvezetés esztétikai hatása

A térbeli vonalvezetés fontosságára már a vonalvezetés tárgyalásának kezdetén felhívtuk a figyelmet. A gépjárművezető az út szalagját maga előtt térben, perspektív rövidülésben látja. A térbeli vonalvezetés akkor jó, ha az út térbeli képének változása mindig folyamatos, nyugodt, nincsenek benne hirtelen eltűnő, másutt folytatódó, vagy zavaros és nehezen áttekinthető szakaszok, s amellet a gépkocsivezető mindig jól látja előre az út irányát, és az út esztétikusan, kellő változatosságot nyújtva simul a tájba.

A jó térbeli vonalvezetés megvalósításának indoka és célja nem csupán az út esztétikus megjelenése és egysége a környező tájjal, hanem ennél jóval több: a megfelelő térbeli vonalvezetéssel tervezett úton a gépjárművezetők folytonosan, nyugodt, de változatos, figyelemfelkeltő információsort kapnak. Nincsenek bizonytalan beláthatóságú, nehezen megítélhető szakaszok, a figyelem tompulását eredményező egyhangúság. A szürkéséget tudatosan élénkítő hatásokkal oldjuk fel. Mindezen okok következtében a jó térbeli vonalvezetésű úton a gépjárművezetők kisebb fizikai és pszichológiai fáradtsággal vezetnek, ezért az út forgalombiztonság jobb lesz.

Az út esztétikus kialakításának három, egymással összefüggő fő megvalósítási területe van:

- a jó térbeli vonalvezetés a helyszínrajz és hossz-szelvény jó összehangolása révén,
- a tájfasítás és a tágabb útkörnyezet tudatosan változatos, vonzó alakítása,
- a közvetlen útkörnyezet (vezetősáv, földmű, rézsúk, úttartozékok, pihenőhelyek, a melléklétesítmények) esztétikus és rendezett kialakítása.

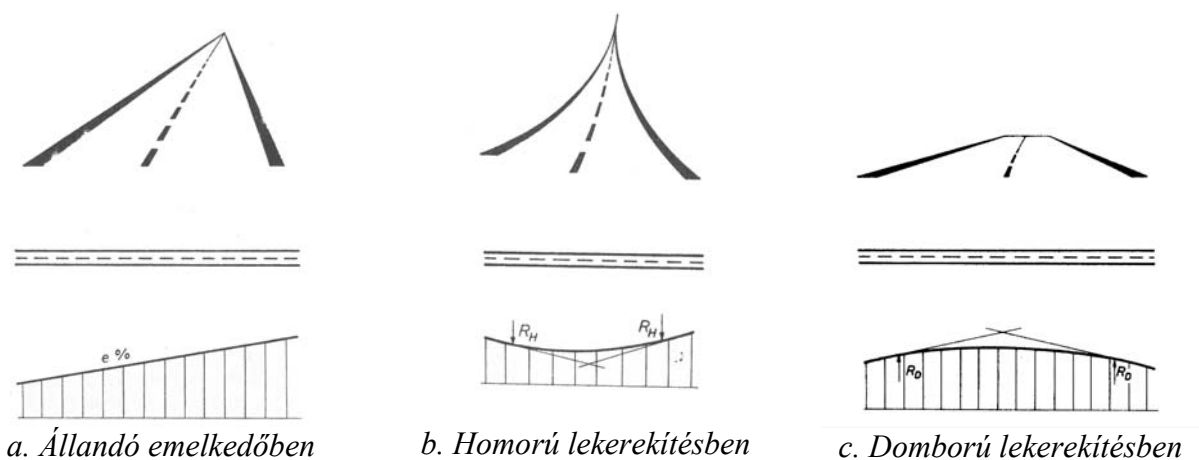
A helyszínrajz és a hossz-szelvény összehangolásának alapelve

A helyszínrajz és hossz-szelvény összehangolásának érdekében a helyszínrajzi és hossz-szelvény elemeinek párosítását kell először általánosságban értékelnünk, mindig a gépjárművezető szemmagasságából, a forgalmi sáv közepéről látott reális távlati kép alapján (tehát nem felülnézetben).

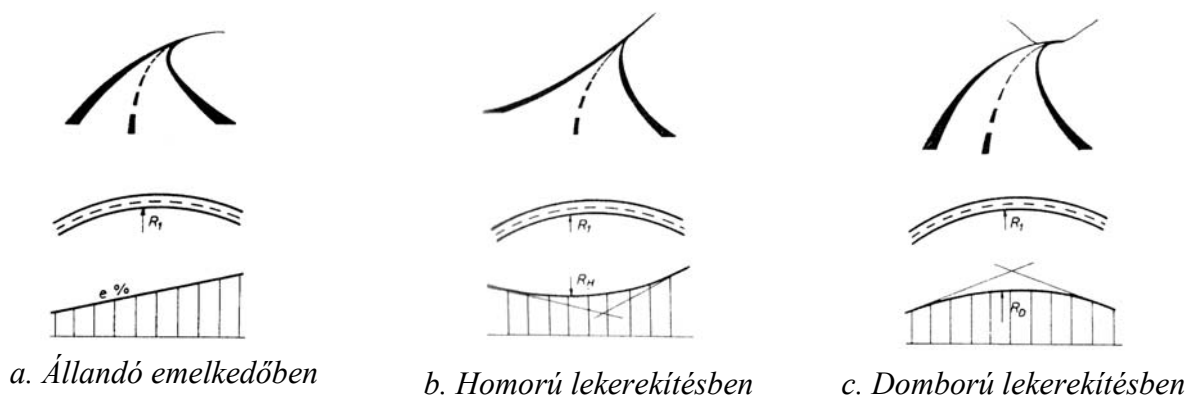
A lehetséges variációk:

1. Egyenes – állandó emelkedő együttes alkalmazása hosszabb szakaszon kerülendő, rövidebb szakaszon ellenőrizendő. Egyhangú, fárasztó, reflexetompító szakasz, merev hatása van az ívek között is (15/a. ábra).
 2. Egyenes – homorú lekerekítő ív együttes alkalmazása kedvező hatású, ha a lekerekítés sugara elegendően nagy (15/b. ábra). A hosszabb egyenes szakaszok hátrányát a távlati kép hatása szempontjából javítja a nagy sugarú homorú lekerekítés, de a hátrányokat nem szünteti meg teljesen.
 3. Egyenes – domború lekerekítő ív együttes alkalmazása igen kedvezőtlen hatású, kerülendő (15/c. ábra). Az út egyenes lezárással a „semmibe” fut, a domború ív másik felén nem sejteni, hogy merre vezet tovább. Az optikai vezetés megszűnik.
-

4. Ív – állandó emelkedő együttes alkalmazása kielégítő hatású, ha az emelkedő a teljes ív hosszára kiterjed (16/a. ábra). Az ív beláthatósága és távlati képe kedvező: Ha az emelkedő rövidebb az ívnél, akkor ez kellemetlen merev szakasznak hat.
5. Ív – homorú lekerekítő ív együttes alkalmazása igen kedvező, ideális, ha mindkét ív hossza egybe esik (16/b. ábra). A vonal beláthatósága jó, esztétikusan simul a terephez, szükséges, hogy a lekerekítés sugara lehetőleg 6-10-szerese legyen a helyszínrajzi körívsugárnak.
6. Ív – domború lekerekítő ív együttes alkalmazása kedvező, ideális, ha mindkét ív hossza egybeesik (16/c. ábra). Bár a vonal beláthatósága csak a domború ív tetejéig tart, mégis kedvező, hogy egyértelműen látni lehet a folytatódó szakasz irányát. Ez a megoldás a terephez simuló nagy sugarú lekerekítés esetén esztétikus.



15. ábra: Helyszínrajzi egyenes távlati képe



16. ábra: Helyszínrajzi ív távlati képe

A burkolat vízvezetése szempontjából is kedvező, ha a függőleges lekerekítések helyszínrajzi ívbe esnek, mivel a hossz-szelvény tető és mélypontján a pálya hossz esése nulla, de keresztirányban a túlemelés biztosítja a víztelenítést.

Ha egy ív eltérítési szöge kicsi ($\sim 6^\circ$ alatti), akkor különösen nagy sugarú, nagy ívhosszúságú íveket kell tervezni. Ellenkező esetben, a kismugarú ív törésként jelenik meg az út távlati képében.

A hossz-szelvényben a domború lekerekítéshez többnyire kétoldalt homorú lekerekítések csatlakoznak. Mozgalmasabb, dombvidéki terepen a domború lekerekítések sugarai jóval nagyobbak a látótávolság biztosítása érdekében, mint a homorú lekerekítések sugarai. Ezzel szemben sikkvidéken, kis magasságkülönbségek esetén a látótávolság biztosítása nem okoz nehézséget, viszont a jó optikai, távlati hatás érdekében ilyenkor a homorú lekerekítéseket igen nagy sugarakkal kell kialakítani, nagyobbakkal, mint a domború ív sugarait.

Az összehangolás végrehajtásának módszere

Az összehangolást a próba helyszínrajzon és a próbahossz-szelvényen ellenőrizhetjük, és végezhetjük el (pl.: a lekerekítő ívek sugárváltoztatásával, vagy a lekerekítés kismértékű hosszirányú eltolásával, hosszabbításával). Általában nem elegendő csak a hossz-szelvényt megváltoztatni, hanem vissza kell nyúlni a próba helyszínrajzhoz is, és azon változtatásokat végezni (ívek eltolása, egyenesek hosszának csökkentése stb.).

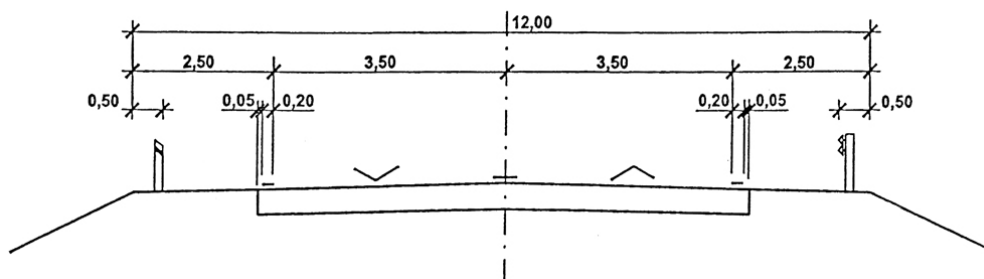
Ezt az oda-vissza irányú javítást-ellenőrzést szükség esetén többször is el kell végezni a tervezett vonalon, feltétlenül mindkét menetirányból nézve az út távlati képét és hatását.

2.5. MINTAKERESZTSZELVÉNY

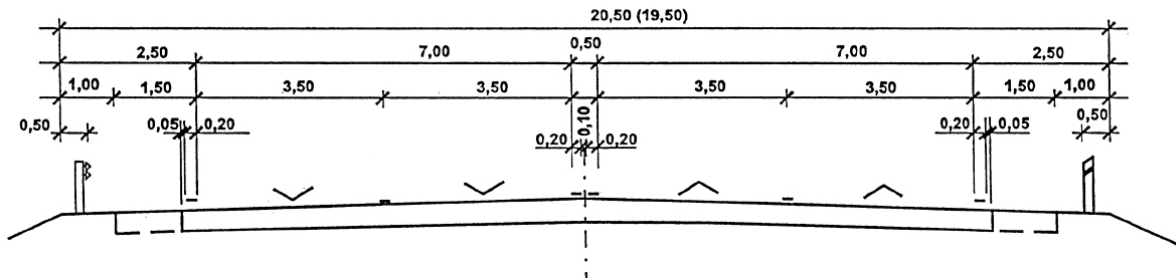
A tanulmányterv készítése során meg kell határozni, hogy a tervezett út egyes szakaszainak milyen a jellemző keresztmetszeti kialakítása, azaz meg kell tervezni az ún. mintakeresztmetszelvevényeket. A mintakeresztmetszelvevények az útnak nem egy-egy konkrét pontjában mutatják meg a keresztmetszeti kialakítást, hanem egy-egy hosszabb szakaszra jellemző elrendezést mutatnak meg.

A 5. táblázatban látható az egyes útelemek tervezési sebességekhez illetve útosztályokhoz tartozó méretei. A 17. és 18. ábrákon külterületi főutak mintakeresztmetszelvevényei láthatók.

A töltés és a bevágás rézsűinek hajlását a földmunka talajfizikai jellemzőinek alapján, általában a töltés magasságától, illetve a bevágás mélységétől függően kell megtervezni az előírások alapján. Jellemzően 1:1,5 hajlású rézsút szokás tervezni.



17. ábra: Két forgalmi sávós külterületi I. és II. rendű főút mintakeresztmetszelvevénye



18. ábra: Kettős záróvonallal elválasztott irányonként több forgalmi sávos külterületi főút mintakeresztmetszévénye

5. táblázat: Az útkorona elemeinek szélességi méretei külterületi közutak esetén [m]

Megnevezés		Tervezési sebesség, v_t [km/h]									
		100		90 – 80				70		60	
		Főút				Főút, összekötő út Állomási hozzájáró út				Főút, egyéb közút	
		K.III.A		K.III.B, C K.IV.A		K.V.A K.VI.A K.VII.A		K.IV.B K.V.B K.VI.B K.VII.B		K.IV.C K.VIII.A	
		2x2	2	2x2	2	2x2	2	2x2	2	2x2	2
Forgalmi sáv		3,50								3,25	
Középső elválasztás	elválasztósáv	-	3,00	-	3,00	-	3,00				
	belső biztonsági sáv (az elválasztósávon belül)	-	0,50	-	0,25	-	0,25				
	kettős záróvonal							0,50	-	0,50	-
Szélső sávok	leállósáv (leállásra alkalmas stabilizált vagy nemesített padka)	-	2,00	-	2,00	-	2,00	-	1,50	-	1,50
	Külső biztonsági sáv (leállósávon vagy a padkán belül)	0,25									
	Padka	leállósáv esetén	-	1,00	-	0,75	-	0,75*	-	1,00	-
leállósáv nélkül		2,50	-	2,50	-	2,50	2,50**	2,50		2,00	

* - Elválasztósáv esetén leállósávot, (kettős záróvonal esetén) leállásra alkalmas nemesített padkát kell tervezni

** - Ebből 1,5 m nemesített padka