

PROGRAMRENDSZER A METRÓÜZEM TERVEZÉSÉHEZ

A metróüzemi számítások feladata kettős. Egyrészt a tervezett vonalvezetést értékeli, másrészt a hatékony és gazdaságos üzemeltetést készítik elő. A gazdaságos üzemeltetéshez olyan üzemviteli módot, energiaellátási, szellőzési rendszert, illetve berendezéseket kell kiválasztani, amelyek optimális energiafelhasználást tesznek lehetővé. Ehhez nyújt segítséget a kidolgozott programrendszer, amelynek egyes programjai nemcsak metróüzem, hanem elővárosi gyorsvasutak, esetenként közúti villamosok üzemének tervezéséhez is használhatók.

A tervezési folyamat

Az üzemi számítások a tervezés technológiai sorában a vonaltervezés után következnek. Kiindulnak egy elfogadott vonalterv adataiból, majd az ennek felhasználásával készült menetdiagram alapján eldöntik, hogy a vonal vízszintes és magassági vonalvezetése megfelelő-e, azaz a vonat a kívánt sebességgel tud-e haladni. Amennyiben nem, úgy korrigálják a vonaltervet, és újra számítják a menetdiagramot. Ezt mindaddig ismétlik, amíg a megfelelő vonalterv el nem készül (1. ábra).

A menetdiagram eredményei és további alapadatok alapján tervezik a jelzőkitűzést. Ha a jelzők kitűzése

az előírt feltételek mellett nem lehetséges, akkor meg kell változtatni valamelyik feltételt, vagy korrigálni kell a vonaltervet. A vonalterv korrigálása után a tervezési folyamatot meg kell ismételni. A végleges vonalterv elfogadása után tervezik a menetrendeket. A menetdiagram és a mértékadó menetrend alapján tervezik a főszellőzést és a villamosenergia-ellátást.

Ezek a tervezési fázisok hagyományos módon nagyon idő- és munkaigényesek, sok esetben becslésszerűek voltak. Nem volt mód több változat kidolgozására, így gazdasági mérlegelésre sem. A menetdiagramokat, menetrendeket és a jelzőkitűzést grafikus módszerekkel, a főszellőzés és a villamosenergia-ellátás közelítő számításait korábban több hétig tartó munkával készítették el.

A metróüzemi számítások programrendszere

A programrendszer az ismertetett tervezési folyamat alapvető számításait és gépi rajzait készíti el.

A programok egy-egy részfeladat megoldására készültek, mindegyik használható önállóan, egyedi adatmegadással, egy részük automatikusan kapcsolható a menetdiagram-számítás mágnesszalagon tárolt eredményeihez. (A programok közötti automatikus adatkapcsolatokat és a szükséges adatszolgáltatást a 2. ábra szemlélteti.)

A programok a következők:

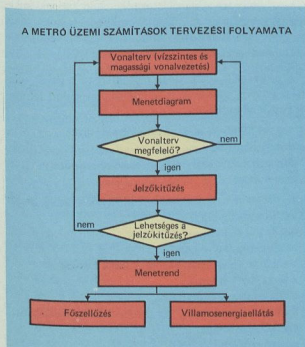
- menetdiagram számítógépes szimulációja;
- menetdiagram rajzolása;
- egyviszonylatos menetrend számítása egy betétjarrattal;
- egyviszonylatos, egybetétjártatos menetrend rajzolása;
- jelzőkiosztás számítógépes tervezése (pontoszerű vonatbefolyásolás esetére);
- a főszellőzés számítógépes vizsgálata;
- a vonal villamosenergia-ellátása.

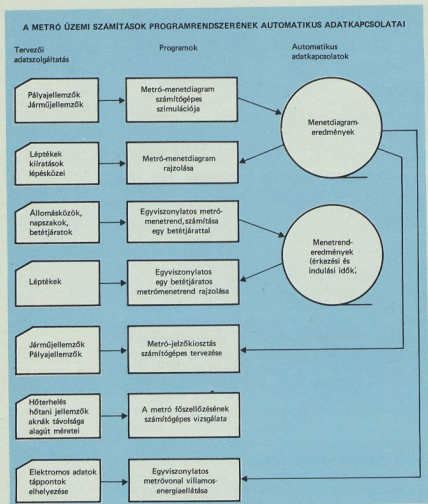
A felsorolt programokat röviden a következőkben ismertetjük.

Menetdiagram számítógépes szimulációja és rajzolása

A program az egyenáramú soros motorral üzemeltetett városi gyorsvasutak (metrók), elővárosi gyorsvasutak és közúti villamosok menet- és áramfelvételi diagramját, illetve villamosenergia-fogyasztását számítja a megtett út függvényében. A szimulációs program a vonat mozgá-

1. ábra. A metróüzemi számítások tervezési folyamata





2. ábra. A metróüzemi számítások automatikus adatkapcsolata

sát gyorsítási, kifizési, fékezési szakaszok, illetve a megadott sebességkorlátozások figyelembevételével írja le.

A program kiinduló adatai:

- járműjellemzők (vonat hossza, súlya, forgatóteleg-hányados, fékezés lassítása, vonatellenállás, vonóerő- és áramfelvételi karakterisztika);
- pályajellemzők (helyszínrajzi és hossz-szelvényadatok,
- állomások és sebességkorlátozások helye).

A program eredménytáblázata tartalmazza:

- a megtett utat;
- a pillanatnyi sebességet;
- az indulás óta eltelt időt;
- a pillanatnyi áramfelvételt;
- az indulás óta fogyasztott villamos energiát.

A program ugyanezeket az eredményadatokat mágnesszalagra is rögzíti, ezeket az adatokat használják fel a metróüzemi számítások programrendszerének további programjai.

A menetdiagram-rajzoló program a kért léptékben és feliratokkal ábrázolja az út–sebesség, út–idő, út–áramfelvétel diagramokat (3. ábra).

Egyviszonylatos, egybetétjáratos menetrend számítása és rajzolása

A program egyviszonylatos, egybetétjáratos menetrend számítására (városi gyorsvasutak, metrók, elővárosi gyorsvasutak közlekedési rendjének tervezéséhez) alkalmas, a következő feltételek mellett:

- egy járműtelep van, a vonalszakasz végén;
- maximálisan hatvan szerelvény sorolható be a forgalomba;
- a betétjáratos vonalszakaszon és betétjáratos napszakban minden alapjáratú szerelvény után egy betétjárati szerelvény indulhat;
- a nagy forgalmú állomásokon csúcsforgalmi napszakban lehetőség szerint el kell kerülni, hogy a vonatok azonos időpontban érkezzenek be.

A program kiinduló adatai:

- állomásközpök (távolság, menetidő, várakozási idő);
- napszakok (időtartam, követési idő, fordítási idő);
- betétjárati igényei (napszakok, végállomások);
- üzemi korlátozások.

A program eredménye a napszakonkénti indítási jegyzék. Napszakváltás esetén a program kiírja a vonatsűrítés vagy vonatritkítás adatait, a behívott, illetőleg kiállított vonatok számát és időpontját.

A program az indítási jegyzéket mágnesszalagra rögzíti, erről a mágnesszalagról készíti el a menetrend-rajzoló-program a grafikus menetrendet, a kért léptékben (4. ábra).

Jelzőkiosztás számítógépes tervezése

A program gyorsvasutak biztosítóberendezéseinek tervezésénél használható fel, olyan esetekben, amikor a vonalon pontszerű vonatbefolyásolásos üzem van, védőszakaszos vonatfedéssel.

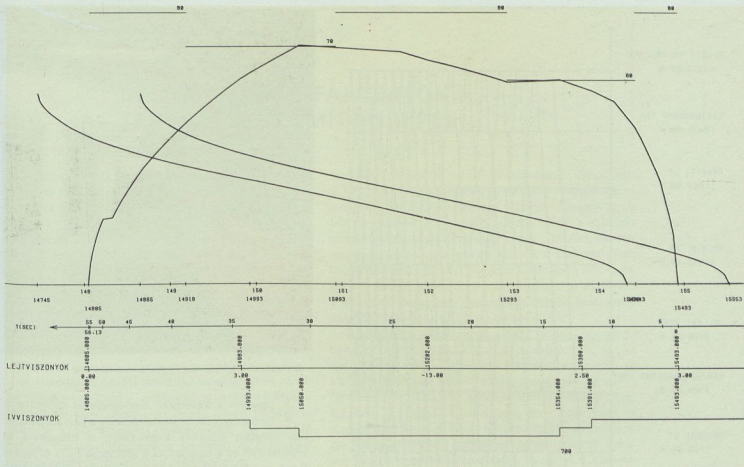
A program feladata, hogy meghatározza a jelzők telepítési helyeit, szinképét, láthatóságát a megadott feltételek figyelembevételével.

A program kiinduló adatai a feltételek: kívül:

- járműjellemzők;
- pályajellemzők (helyszínrajz és hossz-szelvény);
- menetdiagram.

A program a következő eredményeket szolgáltatja:

- jelzők szelvényei;
- a szigetelt sínkötések szelvényei;
- az autostop szelvényei;
- a vonatfedezés célzó védőszakaszok hossza;
- a vészfék út jellemzői;
- a szabad jelzési időtartalak;
- a tilos, a figyelmeztető és a szabad jelzés időtartama;
- a jelző láthatósága;
- a jelző szinképe.



3. ábra. Menetidíagram gépi rajza

A fűszellőzés számítógépes vizsgálata

A fűszellőzés feladata az, hogy az alagútban közlekedő szerelvények üzeme során keletkező nagy mennyiségű hőt elvezesse. Ez a hő a metróvonalak alagútjaiban és állomástereiben a villamos vontatásból, a világításból, a transzformátorok, a vasútbiztosító és egyéb segédüzemi berendezések működéséből, valamint az utasok hőleadásából származik. A felszabaduló hő nagy részét szellőzéssel úgy kell eltávolítani, hogy a légtér túlmelegedése ne álljon elő. A szellőzőlevegő be- és elvezetéséhez az állomáson, valamint az állomások között a vonalon szellőzőaknákat létesítenek.

A program az előírt hőfokkorlátozások figyelembevételével meghatározza a ventilátorok által megmozgatott levegő mennyiségét. A program figyelembe veszi a napi és évi hőingadozást. A szükséges összefüggéseket a hővezetés differenciálegyenletének és a falon történő hőátadás egyenletének megoldása szolgáltatja.

A programhoz szükséges kiinduló adatok a következők:

- meteorológiai adatok;
- a levegő paraméterei;
- az alagút méretei;
- az akna távolsága;
- az akna közti szakasz hőterhelése (menetidíagram, menetrend figyelembevételével);
- a fal és a környező talaj hőtani jellemzői.

A program vonalszakaszonként a különböző kívánt hőfokváltozásokhoz tartozó szellőzőlevegő-mennyiségeket adja meg táblázatos formában. Ennek alapján meghatározható a levegő mozgatásához szükséges ventilátorok teljesítménye.

Villamosenergia-ellátás és vonaláramok meghatározása

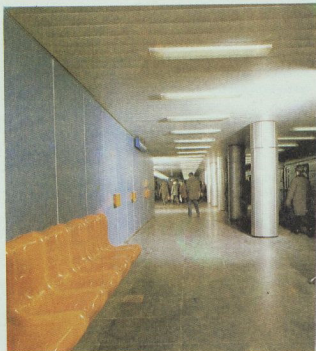
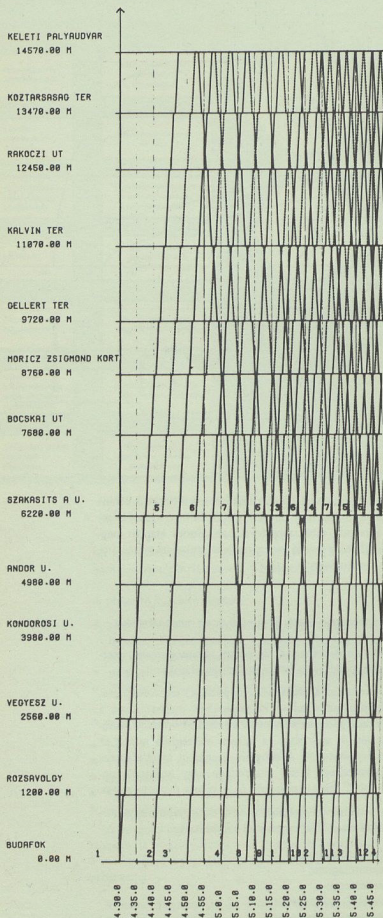
A program gyorsvasutak és közötti villamosvonalak energiaellátásának tervezéséhez szolgáltató adatokat.

A vontatási állomások (táppontok) terheléselosztásának programja adott időpontokban meghatározza a mértékadó menetrend szerint közlekedő vonatok áramfelvételét, és azt, hogy ez milyen mértékben terheli az egyes táppontokat. A program ezenkívül meghatározza a tápvezetékben (felső vezetékben vagy harmadik sínben) folyó áram nagyságát és a vonali feszültségcsökést.

A program a Kirchhoff-törvényeken alapuló egyenletrendszer megoldásával végzi el a számítást.

Kiinduló adatai:

- menetdiagram;
- menetrend;
- szerelvények összetétele;
- táppontok elhelyezése;
- vonal- és tápponti ellenállások.



Az észak–déli metróvonal Ferenc körüli állomása

A program a következő eredményeket szolgáltatja:

- táppontonként és szakaszonként a kért időpontokban mindkét irányban külön-külön és összegezve az áramfelvételt és a táppontból a szakaszba balra és jobbra folyó vonaláramok, továbbá a feszültségesések értékeit;
- táppontonként és szakaszonként a vizsgált időtartamban meghatározza az áramfelvétel számítani és négyzetes középértékét, az áramfelvételi csúcs nagyságát és helyét, továbbá az áramfogyasztást.

A programok felhasználása

A programokat az észak–déli metróvonal Nagyvárád tér–Deák Ferenc tér, Köbánya-Kispest–Nagyvárad tér, Deák Ferenc tér–Élmunkás tér, Élmunkás tér–Árpád-híd, Árpád-híd–Káposztásmegyér, továbbá a Dél-Buda–Rákospalota metróvonal I. és II/a szakaszai, a Hungária körüli gyorsvillamos, a szentendrei és a gödöllői HÉV tervezésénél eredményesen használták fel az UVATERV tervezői.

Fejlesztési elképzelések

A folyamatos vonatbefolyásolással működő biztosítóberendezéssel, illetve az automatikus, számítógépes vonatirányítással, továbbá a tervbe vett új rekuperációs rendszer új kocsitípus megjelenésével kapcsolatban új feladatok jelentkeznek, amelyek új programok kidolgozását igénylik.

4. ábra. Egyviszonylatos, betétjáratos menetrend gépi rajza